

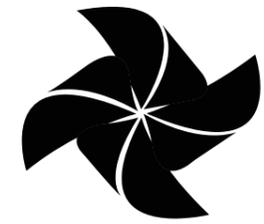
ISBN 978-65-00-70842-4  
ISSNe 2596-237X

V. 11, N. 3  
2023

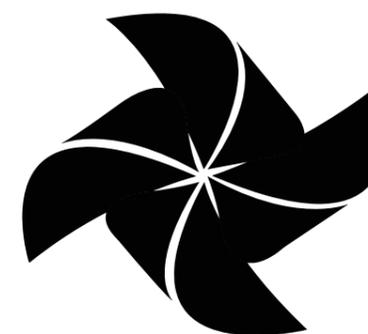


# ENSUS

ANAIS  
PARTE 3



**ENSUS**



# **ENSUS**

**ANAIS**

**V. 11, N. 3**  
**2023**

**REALIZAÇÃO**



**APOIO FINANCEIRO**



**fapesc**

Fundação de Amparo à  
Pesquisa e Inovação do  
Estado de Santa Catarina

**APOIOS INSTITUCIONAIS**



**IBRAMEM**  
Instituto Brasileiro da Madeira  
e das Estruturas de Madeira



FICHA CATALOGRÁFICA

ENSUS. “Encontro de Sustentabilidade em Projeto” (XI.: 2023: Florianópolis, Anais [do] ENSUS 2023: XI – Encontro de Sustentabilidade em Projeto”/ Universidade Federal de Santa Catarina, Grupo de Pesquisa VirtuHab realizado em 05, 06 e 07 de Junho de 2023. [Organizado por: Lisiane Ilha Librelotto, Paulo Cesar Machado Ferroli]. Florianópolis: UFSC: 2022.

604p. (VOLUME 11, NÚMERO 3). ISSN 2596-237X / ISBN 978-65-00-70842-4

1. Sustentabilidade. 2. Projeto. 3. Arquitetura. 4.Design. 5.Engenharia.

I. VirtuHab/UFSC

II. Librelotto, L.I. III. Ferroli, P.C. IV. ENSUS

## COMISSÃO ORGANIZADORA

*Lisiane Ilha Librelotto*, coordenadora do projeto ENSUS, Pós-Doutora em Construção Sustentável (IPLeia/ESTG-Leiria/Portugal, 2019), Doutora em Engenharia de Produção (UFSC, 2005), Mestre em Engenharia de Produção na área de Avaliação e Inovação Tecnológica (UFSC, 1999), Especialista em Gestão da Qualidade (UFSM, 1997) e Engenheira Civil (UFSM, 1995)

*Paulo César Machado Ferroli*, coordenador do projeto ENSUS, Pós-doutor em Design Cerâmico (IPLeia/Portugal, 2019); Doutor em Engenharia de Produção (UFSC, 2004), Mestre em Engenharia de Produção na área de Design de Produto (UFSC, 1999), Especialista em Gestão da Qualidade (UFSM, 1997) e Engenheiro Mecânico (UFSM, 1995)

*Carlo Franzato*, designer e professor associado ao Departamento de Artes e Design da PUC-Rio. É especialista em design estratégico e concentra seu trabalho no escopo da transição socio-ambiental. Nessa direção, estuda e desenvolve processos participativos de construção de cenários, inspirados na ecologia e orientados para futuros de convivialidade e sustentabilidade.

*Cláudio Pereira de Sampaio*, Pós-Doutor em Design pela Universidade Federal do Paraná (UFPR), Doutor em Design pela Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa (FAULisboa), Mestre em Desenho Industrial (UFPR), graduado em Desenho Industrial na UFPR (2004). Professor titular da Universidade Estadual de Londrina (UEL);

*Rachel Faverzani Magnago*, Doutora em Química Orgânica (UFSC, 2002), Mestre em Química Orgânica (UFSC, 1996) e Química Industrial (UFSM, 1993)

*Cláudia Queiroz de Vasconcelos*, coordenadora do projeto ENSUS 2022, Pós-Doutora em Arquitetura e Urbanismo (UFSC, 2022), Doutora em Arquitetura e Urbanismo (UFSC, 2017), Mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFSC, 2011) e Arquiteta Urbanista (UNINILTON LINS, 2008);

*Ana Veronica Pazmino*, graduação em Desenho Industrial pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1993); Mestrado em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (1999); Doutorado em Design pela PUC-RJ (2010). É professor associado da Universidade Federal de Santa Catarina UFSC.

*Sofia Araújo Lima Bessa*, Doutora em Arquitetura, Doutora em Engenharia Urbana pela Universidade Federal de São Carlos (2011), com Estágio de Doutorado no Departamento de Engenharia Civil da Universidade de Aveiro, Portugal (2010-2011), Mestre em Arquitetura, Urbanismo e Tecnologia pela Universidade de São Paulo (2008) e graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal do Ceará (2006). Professora da UFMG, no Departamento de Tecnologia de Arquitetura

*Marli T. Everling*, Pós-Doutora em Filosofia (PUC/RS, 2021 e Unioeste, 2022), Doutora em Design (PUC/Rio, 2011), Mestre em Engenharia de Produção e Graduada em Desenho Industrial (UFSM, 1998, 2001), Especialista em Conservação da natureza e educação ambiental (PUC/PR, 2021).

*Tomás Queiroz Ferreira Barata*, Pós-Doutor em Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo (USP, 2014), Doutor em Engenharia Civil (UNICAMP, 2008), Mestre em Arquitetura e Urbanismo (USP, 2001) e Arquiteto (USP, 1993). Professor do curso Design da USP

*Joel Dias da Silva*, Pós-Doutor em Engenharia Ambiental junto à FURB, Doutor (2007) e Mestre (2002) em Engenharia Ambiental ambos pela Universidade Federal de Santa Catarina e graduado em Engenharia Sanitária pela Universidade Federal de Mato Grosso (1999). Professor do Departamento de Engenharia de Produção e Design e também do Mestrado e Doutorado em Engenharia Ambiental do Programa de Pós-Graduação (PPGEA);

*Germannya D’Garcia de Araújo Silva*, Dra., professora Associada de Design da Universidade Federal de Pernambuco, com experiência de docência, projetos de pesquisa e publicações que envolvem a relação do Design, da Ergonomia com a Tecnologia de Materiais voltados para a sustentabilidade de projetos

*Vicente de Paulo Santos Cerqueira*, Designer Industrial e Doutor em Ciência e Tecnologia de Polímeros. Professor Associado na EBA/UF RJ e na ESDI/UERJ. Como atividades de pesquisa desenvolve estudos e pesquisas relacionadas à Gestão Tecnológica dos sistemas produtivos, com ênfase nas estratégias de inovação tecnológica que integram os temas materiais, meio-ambiente e saúde.

### DESIGN

*João Pedro Scremin Ramos* | Virtuhab: UFSC

## COMITÊ CIENTÍFICO

Adriane Shibata Santos | UNIVILLE  
Aguinaldo dos Santos | UFPR  
Alessandra Gerson Saltiel Schmidt  
Alexandre Márcio Toledo | FAU/UFAL  
Almir Barros da S. Santos Neto | UFSM  
Amilton José Vieira de Arruda | UFPE  
Ana Claudia Maynardes | UnB  
Ana Karla Freire de Oliveria | UFRJ  
Ana Kelly Marinoski Ribeiro | UFSC  
Ana Paula Kieling, UNIVALI/ IFSC  
Ana Lígia Papst de Abreu | IFSC  
Ana Veronica Pazmino | UFSC  
Anna Cristina Ferreira, UNICAMP  
Anerose Perini | UFRGS  
Anderson Saccol Ferreira | UNOESC  
Anderson Renato Vobornik Wolenski | IFSC  
André Canal Marques | UNISINOS  
Andrea Jaramillo Benavides | IKIAM  
Ângela do Valle | UFSC  
Antônio Roberto Miranda de Oliveira | UFPE  
Arnoldo Debatin Neto | UFSC  
Áurea Luiza Rapôso | EBTT  
Ayrton Portilho Bueno | UFSC  
Beany Monteiro Guimarães | UFRJ  
Carla Arcoverde de Aguiar Neves | IFSC  
Carla Martins Cipolla | UFRJ  
Carla Pantoja Giuliano | FEEVALE  
Carlos Alberto Mendes Moraes | UNISINOS  
Carlos Humberto Martins | UEM  
Carlo Franzato | PUC-Rio  
Celia Neves | TERRA BRASIL  
Chrystianne Goulart Ivanoski | UFSC  
Cláudia Queiroz Vasconcelos | UNIFESSPA  
Cláudio Pereira de Sampaio | UEL  
Coral Michelin | UPF  
Cristiano Alves | UFSC  
Cristina Colombo Nunes | UFSC  
Cristina Sousa Rocha, LNEG  
Cristine do Nascimento Mutti | UFSC

Cyntia Santos Malaguti de Sousa | FAU—USP  
Daiana Cardoso de Oliveira, UNISUL  
Daniela Neumann, UFRGS  
Danielle Costa Guimarães | UFIFAP  
Danilo Corrêa Silva, UNIVILLE  
Débora Machado de Souza, UNISINOS  
Deivis Luis Marinoski | UFSC  
Denise Dantas | FAU—USP  
Dominique Lewis Leite, UFSC  
Douglas Luiz Menegazzi | UFSC  
Edmilson Rampazzo Klein | UFSC  
Elenir Carmen Morgenstern | UNIVILLE  
Elizabeth Romani | UFRN  
Estela Maris Souza, UNILASALLE  
Elvis Carissimi | UFSM  
Fabiane Escobar Fialho | FADERGS  
Fabiano Ostapiv | UTFPR  
Fabiolla Xavier Rocha Ferreira Lima, UFG  
Fabricio Farias Tarouco, UNISINOS  
Felipe Luis Palombini | UFRGS  
Fernanda Hansch Beuren | UDESC  
Francisco de Assis Sousa Lobo, UFMA  
Franciele Menegucci, UEL  
Gabriel Cremona Parma | UNISUL  
Germannya D’Garcia de Araújo Silva | UFPE  
Giane de Campos Grigoletti, UFSM  
Giovani Maria Arrigone | FACULDADE SENAI  
Glauber Soares Junior, FEEVALE  
Gogliardo Vieira Maragno, UFSC  
Guilherme Philippe Garcia Ferreira | UFPR  
Henrique Lisbôa da Cruz, UNISINOS  
Inara Pagnussat Camara | UNOESC  
Ingrid Scherdien, UNISINOS  
Isadora Burmeister Dickie | UNIVILLE  
Isabela Battistello Espíndola, IWA  
Ítalo de Paula Casemiro | UFRJ  
Itamar Ferreira Silva | UFCG  
Ivan Luiz de Medeiros | UFSC  
Jacqueline Keller | SENAC

## PROGRAMAÇÃO DO DIA 05/06

Jaqueline Dilly, UFRGS  
 Jairo Costa Junior, UWA  
 João Candido Fernandes | UNESP  
 Joel Dias da Silva | FURB  
 José Eustáquio Rangel de Queiroz | UFCG  
 José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade | IPELEIRIA  
 Jorge Alves  
 Josiane Wanderlinde Vieira | UFSC  
 Juliane Almeida, UFSC  
 Julio César Pinheiro Pires, UFSM  
 Karine Freire | UNISINOS  
 Katia Broeto Miller, UFES  
 Liliane Iten Chaves | UFF  
 Lisandra de Andrade Dias | UFSC  
 Lisiane Ilha Librelotto | UFSC  
 Luana Toralles Carbonari | UEM  
 Manuela Marques Lalane Nappi  
 Mara Regina Pagliuso Rodrigues, IFSP  
 Marcelo de Mattos Bezerra | PUC-Rio  
 Marcelo Gitriana Gomes Ferreira, UDESC  
 Márcio Pereira Rocha | UFPR  
 Marco Antônio Rossi | UNESP  
 Marcos Brod Júnior | UFSM  
 Marcos Johari Provezani Silva, UNITAU  
 Maria Luisa Telarolli de Almeida Leite, UNESP  
 Maria Fernanda Oliveira | UNISINOS  
 Mariana Kuhl Cidade | UFSM  
 Marina de Medeiros Machado | UFOP  
 Marli Teresinha Everling | UNIVILLE  
 Marília Gonçalves, UFSC  
 Matheus Barreto de Góes, UFMG  
 Maycon Del Piero da Silva | UNEOURO  
 Michele Tereza Carvalho | UnB  
 Miguel Barreto Santos | IPELEIRIA  
 Miquelina Rodrigues Castro Cavalcante, UFAL  
 Mônica Maranhã Paes de Carvalho | IESB  
 Nadja Maria Mourão, UEMG  
 Neide Schulte, UDESC  
 Niander Aguiar Cerqueira, UENF

Noeli Sellin, UNIVILLE  
 Normando Perazzo Barbosa, UFPB  
 Obede Borges Faria, UNESP  
 Patricia Freitas Nerbas, UNISINOS  
 Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC  
 Paulo Roberto Silva, UFPE  
 Paulo Roberto Wander, UNISINOS  
 Rachel Faverzani Magnago, UNISUL  
 Regiane Trevisan Pupo, UFSC  
 Régis Heitor Ferroli, UNIVALI  
 Renata Priore Lima, UNIP  
 Ricardo Barcelos – Ânima Educação  
 Ricardo Henrique Reginato Quevedo Melo, UPF  
 Rita de Castro Engler, UEMG  
 Roberto Angelo Pistorello, IFSC  
 Rodrigo Catafesta Francisco, FURB  
 Rogério Cattelan Antochaves Lima, UFSM  
 Rosângela Miriam Lemos Oliveira Mendonça, UEMG  
 Rosiane Pereira Alves, UFPE  
 Sérgio Ivan dos Santos, UNIPAMPA  
 Sérgio Manuel Oliveira Tavares, UP  
 Silvio Sezar Carvalho, UFSC  
 Sofia Lima Bessa, UFMG  
 Suzana Barreto Martins, UFPR  
 Tarcisio Dorn de Oliveira, UNIJUÍ  
 Tomás Queiroz Ferreira Barata, FAUUSP  
 Trícia Caroline da Silva Santana, UFRSA  
 Ugo Leandro Belini, UTFPR  
 Vanessa Casarin, UFSC  
 Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ  
 Victor Hugo Souza de Abreu, UFRJ  
 Vinícius Albuquerque Fulgêncio, UFPE  
 Wilmar Ricardo Rugeles Joya, PUJ

	SALA AROEIRA	SALA GOIABEIRA	SALA LARANJEIRA	SALA PITANGUEIRA
8:30h -9:15h	Credenciamento: Secretaria geral do evento – Centro de Cultura e Eventos, Sala 08.			
9:15 h -9:30h	Exposições diversas no hall durante todo o evento.	Abertura do ENSUS 2023 – Autoridades UFSC, representantes da comissão organizadora Paulo Cesar Machado Ferroli, Amilton Arruda.		
9:30h – 10:00h	Apresentação Cultural			
10:00h – 10:30h	Coffee-break			
10:30h – 12:00h	Palestra de Abertura : Profa. Anja Pratschke, Dra. USP. Professora Associada do Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, Nomads.usp.: “Conversação em Arquitetura: Ecologia, Cibernética e Inteligência [+artificial]”.			
12:00h – 14:30h	Intervalo para o almoço			
14:30h – 16:00h	Palestra: Prof. Felipe Luis Palombini, Dr. – UFSM – Universidade Federal de Santa Maria: “Além do Ambiental: Dos Mitos da Reciclagem às Alternativas de Recuperação de Resíduos Poliméricos”	Sessão temática I – Sustentabilidade na Engenharia (civil). ORAL – 8 artigos	Sessão temática II – Sustentabilidade geral/ODS (Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável). ORAL – 8 artigos	
16:00h – 16:30h	Coffee-break			
16:30h – 18:00h	Palestra Internacional: Profa. Dra. Laia Haurie Ibarra – UPC – Universitat Politècnica de Catalunya: “Valorisation of agricultural by-products in the construction sector”			
18:00h – 19:30h	Intervalo			
19:30h – 21:00h	Sessão temática III – Resíduos. ORAL – 8 artigos	Sessão temática IV – Avaliação, Certificações e Rotulagem. ORAL – 8 artigos	Sessão temática V – Sustentabilidade em Design de Moda. ORAL – 8 artigos.	Sessão temática VI – Sustentabilidade em Design e Design de Produto/Industrial. ORAL – 8 artigos

## PROGRAMAÇÃO DO DIA 06/06

	SALA AROEIRA	SALA GOIABEIRA	SALA LARANJEIRA	SALA PITANGUEIRA
08:00h - 08:30h				I FÓRUM NACIONAL DE MATERIOTECAS – Abertura
8:30h -12:00h	ATIVIDADE PRÁTICA / OFICINA: MONTAGEM DA GEODÉSICA – NO PÁTIO EM FRENTE A SALA VERDE DA UFSC. Prof. Lisiane Ilha Librelotto, Prof. Celso Salamon, Prof. Fabiano Ostapic e equipe Sala Verde.			
8:30h -10:00h	Sessão temática VII – Sustentabilidade em Arquitetura e Urbanismo. ORAL – 8 artigos	Sessão temática VIII – Materiais naturais e tecnologias para redução do impacto ambiental. ORAL – 8 artigos	Sessão temática IX – Materiais, Sistemas e Processos para a sustentabilidade. ORAL – 8 artigos	I FÓRUM NACIONAL DE MATERIOTECAS – Apresentação de artigos específicos do Fórum.
10:00h – 10:30h	Coffee-break			
10:30h – 12:00h	Sessão temática X – Sustentabilidade geral/ODS (Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável). ORAL – 8 artigos	Sessão temática XI – Sustentabilidade em Arquitetura e Urbanismo. ORAL – 8 artigos.	Sessão temática XII – Sustentabilidade em Design e Design de Produto/Industrial. ORAL – 8 artigos.	I FÓRUM NACIONAL DE MATERIOTECAS – Mesa Redonda: “Criação e Manutenção de materiotecas”.
12:00h – 14:00h	Intervalo para o almoço			
14:00h – 15:30h	Espaço Maker Univille de Educação Ambiental Equipe Univille/UFSC Joinville: Prof. João E. C. Sobral (coord); Profa. Anna L. M. S Cavalcanti; Profa. Andrea Pfitzenreuter; Prof. Carlos. M. Sacchelli; Prof. Danilo C. Silva; Profa. Noeli Sellin; Profa. Marli T. Everling.	Palestra: Prof. Celso Salamon e Fabiano Ostapiv – UTFPR: “Estufas agrícolas e cúpulas geodésicas feitas de bambu – O desafio da união entre os colmos”	I FÓRUM NACIONAL DE MATERIOTECAS e EN-SUS (atividade comum) – Palestra: Profa. Germanya D’Garcia Araújo Silva, Dra. UFPE – Universidade Federal de Pernambuco: “Design e Tecnologia de Materiais: estratégias para sustentabilidade em projetos.”	
15:30h – 16:30h	Coffee-break			
16:30h – 18:00h	Mesa redonda: Educação para Sustentabilidade mediada pelo Design em Escolas do Ensino Fundamental. Espaço Maker Equipe Univille/UFSC Joinville	Evento WEG	Palestra: Profa. Sofia Araújo Lima Bessa, Dra. – UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais: “Arquitetura de terra e a estabilização com resíduos: inovações em adobe, taipa e BTC”	
18:00h – 19:30h	Intervalo para jantar			
19:30h – 21:00h	Sessão temática XIII – Sustentabilidade em Arquitetura e Urbanismo. ORAL – 8 artigos.	Sessão temática XIV – Materiais, Sistemas e Processos para a sustentabilidade. ORAL – 8 artigos	Sessão temática XV – Sustentabilidade geral/ODS (Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável). ORAL – 8 artigos	Sessão temática XVI – Sustentabilidade geral/ODS (Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável). ORAL – 8 artigos

## PROGRAMAÇÃO DO DIA 07/06

	SALA AROEIRA	SALA GOIABEIRA	SALA LARANJEIRA	SALA PITANGUEIRA
8:00h - 8:30h				III FÓRUM DE BIÔNICA E BIOMIMÉTICA – Abertura
08:30h – 10:00h	Sessão temática XVII – Sustentabilidade na Engenharia (civil). ORAL – 8 artigos	Sessão temática XVIII – Sustentabilidade em Design e Design de Produto/Industrial. ORAL – 8 artigos.	Sessão temática XIX – Sustentabilidade em Arquitetura e Urbanismo. ORAL – 8 artigos.	III FÓRUM DE BIÔNICA E BIOMIMÉTICA – Apresentação de artigos específicos do Fórum – 4 artigos
10:00h – 10:30h	Coffee break			
10:30h – 12:00h	Sessão temática XX – Integrada (Arquitetura e Design). ORAL – 8 artigos.	Palestra: Carla Bedin. Eng. Civil. Otus Engenharia: “Impactos do BIM em empreendimentos sustentáveis.”	III FÓRUM DE BIÔNICA E BIOMIMÉTICA Palestra: Prof. Amilton Arruda, PhD. UFPE _ Universidade Federal de Pernambuco: “Ecosistemas Transdisciplinares em Bionica, Biodesign e Biomimética: aspectos científicos e tecnológicos para uma cultura de design”.	
12:00h – 14:00h	Intervalo para almoço			
14:30h – 16:00h	OFICINA FOGÕES SOLARE – Eng. Elmo Dutra	III FÓRUM DE BIÔNICA E BIOMIMÉTICA Palestra Internacional: Profa. Filipa Alves, Dra. UNIDCOM-IA-DE (Portugal): “From Natural Patterns and Forms to Bio-Inspired Design”		
16:00h – 16:30h	Coffee break			
16:30h – 18:00h	Palestra: Prof. José Baltazar Salgueirinho Osório de Andrade Guerra, Dr. UNISUL. “ Educação para o Desenvolvimento Sustentável”.		Palestra: Profa. Berenice Martins Toralles, Dra. – UEL – Universidade Estadual de Londrina: “Habitações Impressas em 3D – um novo cenário para a construção civil”	
18:00h – 18:30h	Encerramento			

**DIA 08/06**

TRILHA DE ENSUSIANOS – Saída- 10:00 horas

# EDITORIAL

## A retomada e o cafézinho

Certa feita um colega da UFSC, daqueles bons tempos que parecem tão distantes, onde nos reuníamos ao redor do café e das bolachinhas em reuniões e defesas, ressaltou a importância desse ato. Contava ele de suas origens, que vivia na roça e só foi registrado aos 10 anos de idade. E que o comer e o beber, mais do que uma necessidade física, representava um momento de comunhão, onde a família se reunia ao redor da mesa e onde não podia faltar ninguém.

Na verdade, o alimento é apenas a desculpa, para um bate-papo, para um sorriso, para uma troca. Um momento para conhecer o outro além da dura realidade do dia a dia. Momentos que nos foram brutalmente tomados no mundo pandêmico e pós-pandêmico.

O ano de 2019 foi marcante para o ENSUS. Foi o último evento totalmente presencial que realizamos. E agora, em 2023, após quatro anos, tentamos novamente resgatar o convívio presencial. E não está sendo fácil essa retomada, porque a sustentabilidade é composta por um tripé, o econômico, o social e o ambiental.

O que percebemos nos trabalhos à distância é que eles são muito mais econômicos. Ao invés de uma passagem aérea, uma conexão de internet. Diária do hotel? Que nada!! O Conforto da cadeira de nosso escritório e nossa própria cama. Assim sendo, podemos dizer que são mais sustentáveis? Não sei....

Alguns benefícios ao meio ambiente também podem ser constatados, pois reduzimos a poluição pela fumaça do avião e dos deslocamentos, reduzimos o consumo. Mas isto também jogou o custo da passagem aérea, das diárias, do avião a preços exorbitantes e desaqueceu a economia. Assim, o dinheiro deixa de circular e a desigualdade social aumenta.

Mas um outro aspecto está em jogo. Nossa saúde mental e nossa qualidade de vida. Ficar sentado na frente da telinha nos arremessou a um ritmo frenético. O Whatsapp pipoca o tempo todo e nos rouba os momentos de descanso. Os eventos na internet são conduzidos em conjunto com a nossa rotina, onde muitas vezes participamos apenas para estar presente e não necessariamente para contribuir efetivamente. Perdemos o sorriso das pessoas. A conversa para saber que ela foi registrada 10 anos depois, que a mãe está doente ou que caiu de bicicleta. Simplesmente nos afastamos e a realidade do dia-a-dia parece mais dura ainda, pois não temos os momentos suaves para amenizá-la. Sorte daqueles que tem uma família presente e pessoas no círculo familiar para compartilhar. Mas e os outros?

Assim, esse evento de 2023 representa a retomada do cafézinho, desse momento de compartilhamento, de conversas. Queremos proporcionar aos ENSUSianos, a volta do contato, do presente que é o estar presente! Claro que as questões econômicas fizeram que alguns deixassem de comparecer presencialmente, mas outros conseguiram estar conosco. Então, que todos se sintam acolhidos a esse evento que será presencial. E que todos os demais também encontrem oportunidades, para que possamos, além de estar, praticar o ser.

Nessa edição temos muitas atividades disponíveis para o proveito de nosso público. Profs. Celso Salamon e Fabiano Ostapiv, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná: As “Estufas agrícolas e cúpulas geodésicas feitas de bambu – O desafio da união entre os colmos” com os professores Celso Salamon e Fabiano Ostapiv; a Profa. Anja Pratschke, Professora Associada do Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, Nomads.usp. abrirá o evento com a “Conversa em Arquitetura: Ecologia, Cibernética e Inteligência [+artificial]”; o Prof. Dr. Felipe Luis Palombini, da UFSM – Universidade Federal de Santa Maria fala sobre o “Além do ambiental: dos mitos da reciclagem às alternativas de recuperação de resíduos poliméricos”; a Profa. Dra. Laia Haurie Ibarra – Universitat Politècnica de Catalunya – Barcelona, Espanha, nos prestigia com “Valorisation of agricultural by-products in the construction sector”. Ainda, de Pernambuco, a Profa. Dra. Germannya D’Garcia, UFPE – Universidade Federal de Pernambuco fala sobre “Design e Tecnologia de Materiais: estratégias para sustentabilidade em projetos” e a Profa. Dra. Sofia Araújo Lima Bessa, da UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais propõem a “Arquitetura de terra e a estabilização com resíduos: inovações em adobe, taipa e BTC”. A Eng. Carla Bedin. Sócia Diretora da Otus Engenharia fala sobre os “Impactos do BIM em Empreendimentos Sustentáveis.”

Mas não termina aí nossa lista de colegas que vem de longe para contribuir com o evento. Na terceira edição do Fórum de Biomimética e Biônica, o Prof. Dr. Amilton Arruda, da UFPE – Universidade Federal de Pernambuco apresenta fala sobre os: “Ecosistemas transdisciplinares em biônica, biodesign e biomimética: aspectos científicos e tecnológicos para uma cultura de design” e traz a prof Dra. Filipa Alves, do Bio-Inspired Design Lab, da UNID-COM-IADE, Universidade Europeia, Lisboa, Portugal para falar sobre “From natural patterns and forms to bio-inspired design”.

Ainda a Profa. Berenice Martins Toralles, Dra., UEL, da Universidade Estadual de Londrina fala sobre as “Habitações Impressas em 3D – um novo cenário para a construção civil” e o Prof. José Baltazar Salgueirinho Osório de Andrade Guerra, Coordenador do programa de pós-graduação em Administração (PPGA) da Universidade do Sul de Santa Catarina/UNISUL traz como tema a “Educação para Desenvolvimento Sustentável”. Juntos encerram o evento na promessa de um evento ainda maior no próximo ano.

No ENSUS 2023 temos 160 artigos que apresentarão suas pesquisas em 20 sessões temáticas e um público de 175 articulistas participantes (somente os que se inscreveram e que apresentarão os artigos nas sessões). São cerca de 150 revisores dos textos que serão publicados, são 50 expositores de materiais e sistemas sustentáveis, 45 alunos inscritos como ouvintes, e 25 alunos do curso de arquitetura e urbanismo e design participando como staff no apoio e recepção do público. No total, neste ano, temos mais de 500 pessoas envolvidas que possibilitam que o evento aconteça a contento.

Agradecemos o apoio, a confiança, a perseverança e a participação de todos. Nos vemos em 2024, presencialmente e tomando um bom café!

**Paulo Cesar Ferrolli e Lisiane Ilha Librelotto**

# SUMÁRIO

<b>Simulação microclimática à identificação do efeito ilha de calor urbano</b> Pedro Henrique Gonçalves, João Pedro Silva Ribeiro, Clarissa Sartori Ziebell, Marília Guimarães Rodrigues	<b>21</b>	<b>Transição de Parques a Ecoparques Industriais: insights acerca dessa necessária e complexa transformação</b> Henrique Lisbôa da Cruz, Carlos Alberto Mendes Moraes	<b>205</b>
<b>INTERDISCIPLINARIDADE DO DESIGN BIOINSPIRADO: uma teoria sobre a configuração de novos produtos</b> Francisco de Assis Sousa Lobo, Galdenoro Botura Junior, João Carlos Riccô Plácido da Silva, João Rocha Raposo	<b>35</b>	<b>Ações interuniversitárias para a constituição de rede de materiotecas</b> Denise Dantas, Elizabeth Romani, Kátia Broeto Miller, Lorena Gomes Torres	<b>222</b>
<b>Usos e propriedades do carvão de bambu</b> Fabiano Ostapiv	<b>48</b>	<b>Vigas de Madeira Reforçadas à Flexão com Barras de Plástico Reforçado com Fibra (PRF): Análise Teórica e Exemplificação</b> Almir Barros da S. Santos Neto, André Lübeck, Rogério Cattelan A. de Lima, Luciana Fernandes Hoppe	<b>235</b>
<b>Revisão Sistemática de Literatura (RSL): ferramentas para avaliação da sustentabilidade nas edificações (FASEs)</b> Lisiane Ilha Librelotto, Verônica Bandini, Eduarda Cardoso Da Luz, Paulo Cesar Machado Ferroli	<b>62</b>	<b>Baile das abelhas: jogo para o público infantil sobre a importância das abelhas</b> Ana Luiza dos Santos Matos, Ayara Menezes Aragones, Ana Veronica Pazmino	<b>256</b>
<b>Design Centrado no Ser Humano para a Inovação Social</b> Natália Sarzi Ledur, Carolina Iuva de Mello	<b>76</b>	<b>Moda e sustentabilidade – uma tendência progressiva e permanente: análise dos artigos publicados nas 10 edições do ENSUS</b> Glauber Soares Junior, Ítalo José de Medeiros Dantas, Fabiano Eloy Atilio Batista, Jailson Oliveira Sousa	<b>269</b>
<b>Materiotecas, Sustentabilidade e Usabilidade – explorando suas inter-relações</b> Rosângela Míriam Lemos Oliveira Mendonça, Breno Pessoa dos Santos, Roberto Monteiro de Barros Filho, Felipe Bertu Valverde, Cláudia Cristina F. Simões	<b>87</b>	<b>Indústria 4.0: conceitos, ferramentas e aplicações na indústria brasileira</b> Icléia Silveira, Amanda Camara Manso, Amanda da Silveira Bairos	<b>282</b>
<b>Alexander Von Humboldt: o planeta como um conjunto natural movido por forças internas</b> Ana Veronica Pazmino	<b>101</b>	<b>Influência dos materiais na autoadensabilidade do solo-cimento com adição de fibras sintéticas</b> Ana Paula da Silva Milani, Robson Raruo Nagata	<b>294</b>
<b>Educação ambiental com ênfase nas mudanças climáticas: desenvolvimento do jogo Roleta Climática</b> Ian Victor SilvaFerreira, Rosália Corrêa, Ana Veronica Pazmino	<b>113</b>	<b>Estudo dos fatores de desempenho e sustentabilidade do meio urbano a partir da percepção dos moradores</b> Aline Ramos Esperidião, Ana Paula Bonini Penteado, Beatrice Lorenz Fontolan, Iolanda Geronimo Del-Roio, Alfredo Iarozinski Neto	<b>305</b>
<b>A relevância do tipo de material para a percepção de sustentabilidade em embalagens</b> Thamyres Oliveira Clementino, Itamar Ferreira da Silva, Amilton José Vieira de Arruda, Tiago Lucas Pereira Clementino	<b>126</b>	<b>Laboratório Maker: Design e Educação para Sustentabilidade</b> Noeli Sellin, Danilo Corrêa Silva, Marcilene Machado Reinert, Marli Teresinha Everling, João Eduardo Chagas Sobral	<b>318</b>
<b>Desenvolvimento de estrutura bioinspirada com propriedades de amortecimento: conceitos, ferramentas e aplicações</b> Antônio Roberto Miranda de Oliveira, Amilton José Vieira de Arruda, Emília Cristina Pereira de Arruda	<b>139</b>	<b>Compuestos orgánicos volátiles en materiales poliméricos sostenibles de uso arquitectónico e interiores, caso de estudio pontificia universidad javeriana, Bogotá - Colombia</b> Willmar Ricardo Rugeles Joya, Angela Margarita Moncaleano Niño, Lucía Ximena Tello Clavijo, Henry Alberto Mendez Pinzon, Carolina Valbuena, Carlos Devia Castillo	<b>332</b>
<b>Materioteca e Ações Complementares para Ensino, Pesquisa e Extensão</b> Paulo Cesar Machado Ferroli, Lisiane Ilha Librelotto, João Pedro Scremin	<b>158</b>	<b>Estado da Arte do Comportamento Estrutural de Madeira Lamelada Colada Cruzada via Método dos Elementos Finitos</b> Matheus Zanghelini Teixeira, Samuel da Silva Santos, Rodrigo Figueiredo Terezo, Camila Alves Corrêa	<b>346</b>
<b>Amor de Óleo: o relato de uma experiência didático pedagógica exitosa para projetos de design orientados à sustentabilidade</b> Kelven Carvalho, Noelle Atkienson Ornelas, Carla Arcoverde de Aguiar Neves, Deise Albertazzi Gonçalves Tomelin	<b>170</b>	<b>O uso da blockchain para fomentar o financiamento de projetos sustentáveis na construção civil</b> Luiz Mauro Duarte Brandolt	<b>356</b>
<b>Intervenções temporárias em ruínas históricas: uma solução sustentável em Florianópolis/SC</b> Mara Regina Pagliuso Rodrigues, Lucas Rodrigo Nora, Evandro Fiorin	<b>183</b>	<b>Laboratório de Materiais para Design de Interiores: trajetória do acervo físico ao acervo digital</b> Áurea Luiza Rapôso	<b>372</b>
<b>O ensino formal da colaboração em design interespecies (biodesign)</b> Elisa Strobel do Nascimento, Adriano Heemann	<b>194</b>	<b>Espaço MUDA de Convivência da Escola de Engenharia da UFF</b> João Lutz, Renata Vilanova	<b>385</b>

<b>Fatores motivadores para a adoção de habitações mais sustentáveis na percepção do usuário</b> Beatrice Lorenz Fontolan, Aline Esperidião Ramos, Iolanda Geronimo Del Roio, Alfredo Iarozinski Neto	<b>396</b>	<b>559</b>	<b>A contribuição do design na construção de um processo de gestão e uso sustentáveis para um parque urbano</b> Gisele Assis Mafra, Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo, Marcelina das Graças de Almeida
<b>Quais são as barreiras que restringem a adoção de habitações mais sustentáveis no Brasil segundo a percepção do usuário?</b> Beatrice Lorenz Fontolan, Aline Ramos Esperidião, Iolanda Geronimo Del Roio, Alfredo Iarozinski Neto	<b>409</b>	<b>574</b>	<b>Sistema construtivo wood frame: uso e assimilação cultural no Brasil</b> Noéli Nara de Andrade Rodrigues, Jorge Daniel de Mello Moura, Ricardo Dias Silva
<b>A vida na cidade sob o viés da aproximação entre o Design e o Urbanismo: o caso do Centro Cultural de Surubim-PE</b> Josefa Joyce Oliveira da Silva, Ana Carolina de Moraes Andrade Barbosa	<b>421</b>	<b>590</b>	<b>Construção Enxuta: estudos em obras com sustentabilidade em Santana do Araguaia-PA</b> Cláudia Queiroz de Vasconcelos, Luana Ester Luz Lopes, Naielly Eudira Almeida dos Santos, Anderson Abreu Moreira, Ananda da Silva Feitosa
<b>Design de dispositivo para controle do mosquito Aedes aegypti em ambientes urbanos</b> Jaqueline Dilly, Luis Henrique Alves Cândido	<b>435</b>		
<b>A influências das emoções positivas para o desenvolvimento de artefatos com foco na sustentabilidade ambiental</b> Anerose Perini, Luís Henrique Alves Cândido, Gabriela Zubaran de Azevedo Pizzato	<b>445</b>		
<b>Sistematização de ambiente virtual para apoio educacional em Arquitetura, Urbanismo e Design: Recepção acadêmica</b> Allan dos Santos de Menezes, Tomás Queiroz Ferreira Barata	<b>460</b>		
<b>Reflexões sobre o habitar heideggeriano na contemporaneidade</b> Gislaine Carolina da Silva, Maristela Moraes de Almeida	<b>473</b>		
<b>Economia Circular do Alimento: uma ação de Food Design para o aproveitamento de descarte pré-consumo na cadeia produtiva local de sorvete</b> Priscilla Ramalho Lepre, Thiago Procópio dos Santos	<b>481</b>		
<b>Robótica e Biomimética: tecnologia e sustentabilidade</b> Ney Robinson Salvi dos Reis, Lucia Helena Ramos de Souza	<b>494</b>		
<b>Cidadania alimentar: play, imaginação e metáfora</b> Alessandra Gerson Saltiel Schmidt	<b>506</b>		
<b>Mapeamento da Cadeia Produtiva do Artesanato como ferramenta de sustentabilidade do GrupoFlor do Barro - Alto do Moura - Pernambuco / Brasil</b> Jessyane Alves dos Santos, Camila Wedja Francisco de Melo, Germannya D Garcia Araujo Silva, Ana Carolina de Moraes Andrade Barbosa	<b>519</b>		
<b>Experimentações com terra leve: quais os potenciais desta técnica construtiva?</b> Lucas Sabino Dias, Márcio Holanda Cavalcante, Clara Braganca Boschiglia	<b>530</b>		
<b>Análise das diferenças de opinião e percepção entre usuários de casa e apartamento a partir da satisfação residencial</b> Iolanda Geronimo Del-Roio, Beatrice Lorenz Fontolan, Aline Ramos Esperidião, Roberta Vieira Branquinho, Alfredo Iarozinski-Neto	<b>545</b>		



## **Simulação microclimática à identificação do efeito ilha de calor urbano**

### *Microclimate simulation to identify the urban heat island effect*

**Pedro Henrique Gonçalves, Doutor em Construção Civil (UFG).**

pedrogoncalves@ufg.br

**João Pedro Silva Ribeiro, graduando em Arquitetura e Urbanismo (UFG)**

joao.ribeiro@discente.ufg.br

**Clarissa Sartori Ziebell, Doutora em Design (UFRGS)**

clarissa.ziebell@ufrgs.br

**Marília Guimarães Rodrigues, Mestre em Arquitetura e Urbanismo (UFG)**

mariliagr.arq@gmail.com

#### **Resumo**

Ante as mudanças climáticas divulgadas no Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de 2022, a utilização da simulação computacional é vista como uma tecnologia que acaba por decodificar a natureza urbana, permitindo uma compreensão do clima e a tomada de diretrizes urbanas. No entanto, nem sempre esses estudos são conduzidos no planejamento urbano. O objetivo deste artigo foi investigar a formação de ilhas de calor e avaliar suas principais mudanças a partir da perspectiva de adaptações perante as mudanças climáticas, considerando o microclima do Bairro Vila Itatiaia, Goiânia. As simulações foram realizadas com o *plugin DragonFly*. Foi observado que as temperaturas são maiores quando comparadas com as encontradas em uma estação de medição. Quando analisado o impacto das mudanças climáticas, o aumento se torna ainda mais significativo.

**Palavras-chave:** Simulação computacional; Microclima; Gerador de clima urbano; Ilha de calor.

#### **Abstract**

*In view of the climate changes disclosed by the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) of 2022, the use of computer simulation is seen as a technology that ends up decoding urban nature, and allows an understanding of the climate and the taking of urban guidelines. However, these studies are not always taken care of in urban planning. The objective of this article was to investigate the formation of heat islands and evaluate their main changes from the perspective of adaptations to climate change, considering the microclimate of the Vila Itatiaia neighborhood, Goiânia. The simulations were performed with the DragonFly plugin. It was observed that the temperatures are higher when compared to those found at a measuring station. When analyzing the impact of climate change, the increase becomes even more significant.*

**Keywords:** *Computational simulation; Microclimate; Urban weather generator; Heat Island.*

## 1. Introdução

O tema sobre mudanças climáticas tem-se tornado cada vez mais inquietante. Esse destaque deve-se, especialmente, em razão da divulgação do relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) de 2022. O relatório descreve como as emissões de gases de efeito estufa podem ser reduzidas pela metade, além de delinear como a humanidade pode melhorar as suas chances de sucesso. Ao menos que haja reduções imediatas e significativas da emissão desses gases em todos os setores, o limite de aumento da temperatura global de 1,5°C está fora de alcance.

De acordo com a Organização das Nações Unidas, as mudanças climáticas formulam o maior desafio a ser enfrentado nessa era de desenvolvimento humano, com impactos sucessivos e encadeados que afetam tanto a produção de alimentos, quanto eventos mais drásticos, como o aumento do nível do mar (ONU, 2020). No Brasil, a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) assinala a necessidade de fomentar informações com o intuito de subsidiar o planejamento urbano responsivo às demandas de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (BRASIL, 2009).

É necessário ter em mente que a perspectiva de atuação do planejamento urbano e das diretrizes urbanas nos processos de adaptação e/ou reversão dos efeitos das mudanças climáticas firma-se, sobretudo, em compreender como os impactos do clima e das condições geográficas atuam sobre as funções, a economia, a segurança do ambiente construído, a saúde e o bem-estar da população sem perder de vista que o objetivo final é fomentar a tomada de decisão que favoreça a qualidade ambiental (TAESLER, 1986). Grande parte dos problemas urbanos acontece pela falta de um planejamento que leve em conta as questões ambientais no espaço construído. Com o crescimento das cidades, parte significativa da vegetação é removida para a construção de edifícios e vias.

Considerando esse contexto, destacam-se, portanto, três pontos essenciais: a importância do monitoramento climático nas políticas urbanas; o papel da simulação no desenvolvimento dessas políticas; e a alteração de diretrizes de desenho urbano para contribuir e mitigar os efeitos da elevação das temperaturas médias provocadas pelo aquecimento global. O monitoramento e as simulações computacionais são fundamentais como ferramentas de gestão de riscos e coletas de dados, podendo embasar futuros estudos de previsão de comportamento do clima. Por sua vez, essas previsões são realizadas apoiadas em simulações, as quais, conforme dito anteriormente, possuem papel na integração dos diversos agentes envolvidos no planejamento urbano.

Segundo Tsoka (2018), a simulação de um modelo computacional é uma ferramenta útil para a análise climática urbana, a qual permite a inserção de dados climáticos locais. Por sua vez, Trindade, Pedrini & Duarte (2010) afirmavam que o uso da simulação computacional estava se consolidando como ferramenta de auxílio ao projeto, apesar de ainda pouco acessível naquele momento de suas pesquisas.

Shinzato (2014) pontua que, no Brasil, a aplicação da simulação computacional é focada em estudos de arquitetura e urbanismo, desde simulações para analisar o impacto da vegetação e os efeitos dos edifícios sobre o microclima. De forma adicional, conforme

Magliocco & Perini (2014), a simulação também é usada para estudos microclimáticos voltados à verificação e à mitigação dos efeitos das ilhas de calor (HEDQUIST *et al.*, 2009; MAGLIOCCO; PERINI, 2014; MIDDEL; CHHETRI; QUAY; MALEKI; MAHDAVI, 2016).

O desafio está no fato de a simulação usualmente utilizar um arquivo climático baseado em um ano típico, ou ano representativo do clima, o que pode não ser condizente com o clima do local em estudo. Para se ter uma melhor compreensão de um microclima, geralmente afastado da estação de medição, pode-se utilizar a simulação computacional. Consoante Gusson e Duarte (2016), para uma maior confiabilidade, pode-se fazer uso de medições no local como forma de calibrar o modelo de simulação. Ao trabalhar com simulação computacional, deve-se lembrar também que a superfície terrestre tem sido afetada pelas mudanças climáticas, as quais igualmente afetarão o microclima urbano.

Este presente estudo teve como objetivo investigar a formação da ilha de calor e avaliar suas principais mudanças a partir da perspectiva de adaptações perante as mudanças climáticas. Para tanto, foi utilizado o *software Rhinoceros 3D* para a modelagem da geometria tridimensional das edificações presentes na região estudada. As simulações foram preparadas e conduzidas através de *plugins* executados no *software Rhinoceros 3D* (*Grasshopper*, *LadyBug* e *DragonFly*). O componente *Urban Weather Generator* (UWG) (CARDOSO, 2021), encontrado no *DragonFly*, foi utilizado para gerar um arquivo climático representativo do microclima urbano. Trata-se de uma ferramenta de projeto que fornece informações específicas sobre o clima local, considerando a geometria da cidade e o uso do solo. O UWG incorpora o parâmetro ICU e a eficiência energética para a definição do microclima. Para a análise do microclima local, levando em consideração as mudanças climáticas, foi utilizada a ferramenta *CCWorldWeatherGen* (UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON ENERGY & CLIMATE CHANGE, 2020). Desse modo, pôde-se verificar a previsão de mudanças no microclima no Bairro Vila Itatiaia nas próximas décadas.

## 2. Contextualização

A Conferência das Partes no Acordo de Paris reconheceu, em 2015, que as mudanças climáticas representam uma ameaça urgente e potencialmente irreversível para as sociedades humanas e para o planeta, solicitando a mais ampla colaboração possível de todos os países. Foram firmados compromissos de mitigação em termos de emissões anuais globais de gases de efeito estufa, de manter o aumento da temperatura média global a menos de 2°C acima dos níveis industriais e de promover esforços para limitar o aumento da temperatura a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, de modo que, acima disso, haverá eventos climáticos extremos tão intensos e frequentes que trarão rupturas imprevisíveis. Durante o Acordo de Paris, foi formulada uma nova Agenda, a Agenda 2030, que resultou em um conjunto de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Eles são baseados nos 8 Objetivos de Desenvolvimento do Milênio (ODM). Os ODS são integrados e indivisíveis, mesclando, de forma equilibrada, as três dimensões do desenvolvimento sustentável – econômica, social e ambiental – por serem universais. Além de as três dimensões se aplicarem a todos os países do mundo, exigem desempenho importante dos governos locais e regionais.

A ONU (2020) relata que 3,6 bilhões de pessoas vivem em cidades; em 2050, espera-se que a população urbana cresça de 5,6 para 7,1 bilhões, com a expectativa de que essa proporção aumente para 70%. Nesse contexto, com a expansão das cidades, a paisagem natural é substancialmente modificada pela grande concentração de casas, instalações industriais, adensamento populacional e pavimentação asfáltica, criando condições para alterar o comportamento em ecossistemas urbanos (IPCC, 2021). Dessa maneira, estudos sobre as mudanças climáticas e o impacto da expansão urbana são necessários para promover a resiliência das populações afetadas. No que se refere à mitigação, são necessárias estratégias relacionadas à redução das emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE). Nessa perspectiva, Braga (2012) aponta que o planejamento urbano tem atuação essencial a partir da forma urbana, baseado nos padrões de uso do solo, o que gera demandas de deslocamento.

Autores como Holomei (2003), Abreu (2008), Labaki *et al.* (2011), Sorte (2016) e Shinzato & Duarte (2018) investigam o papel da vegetação no microclima urbano. Em seus trabalhos, eles abordam as melhorias das áreas verdes de acordo com o clima local, relacionando com a redução das temperaturas e com a qualidade do ambiente construído. Bairros com grandes áreas verdes são uma importante estratégia para a melhoria do microclima urbano. Diversos estudos comprovam que a cobertura vegetal exerce influência considerável no microclima urbano, funcionando como termorregulador (SHASHUA-BAR; HOFFMAN, 2000; BARTHOLOMEI, 2003; ABREU, 2008; LABAKI *et al.*, 2011; SHINZATO; DUARTE, 2018). Assim, o emprego da vegetação urbana é um dos principais aliados para reduzir as emissões de gases do efeito estufa, especialmente pela capacidade de fixação de carbono (ROMERO *et al.*, 2019).

As ferramentas de avaliação do microclima urbano permitem analisar o conforto ambiental por intermédio de modelos que representam as características físicas do local e do clima, como questões de umidade, velocidade dos ventos, temperatura do ar e radiante. Assim, além de poder examinar as condições atuais de conforto ambiental de um contexto urbano, ferramentas de simulação do microclima permitem estudar diversas alternativas de intervenção, o que possibilita uma tomada de decisão mais embasada, afinal geram informações que propiciam aos planejadores avaliar problemas futuros, decidir onde e quando as políticas devem ser realizadas, quais podem ser as metas realistas e quem está mais apto a implementá-las. Muitas pesquisas dedicam-se a entender como o desenvolvimento urbano e a falta de vegetação natural contribuem para o aumento da temperatura nas cidades, o que acarreta as ilhas de calor urbano. Teixeira & Amorim (2017) definem as ilhas de calor como bolsões de ar quente registrados nos ambientes urbanos decorrentes da capacidade diferenciada dos materiais descobertos na superfície de armazenar e refletir a energia solar e da produção do calor antropogênico. Procedem das diferenças no balanço de energia entre a área urbana e a rural, além das diferenças existentes no interior da cidade.

A ilha de calor pode ser caracterizada em três tipos (OKE, 1978; 2017; AMORIM, 2019): a primeira, superficial, tem base nas ferramentas de sensores remotos e do geoprocessamento, estando voltada para as temperaturas dos alvos; a segunda ilha de calor é mensurada a partir de transectos móveis, estações e abrigos meteorológicos, tendo o intuito de tratar da temperatura do nível médio do solo em relação aos telhados; a terceira,

a ilha de calor da atmosfera superior, é medida acima do topo dos telhados (AGNOLIN; MURARA; PRINA, 2022).

Na escala do microclima urbano, ferramentas, como o *Rhinoceros 3D*, em combinação com os *plug-ins Dragonfly, Ladybug e Honeybee*, permitem simular o fenômeno de ilha de calor urbana, incluindo análises de conforto ambiental, lumínico e consumo energético. Com isso, torna-se viável o desenvolvimento de modelos geométricos que possibilitem a compreensão de diferentes fatores a partir da integração de *plugins* compatíveis (VANNINI, 2011). Essa transformação urbana implica em mais emissões de poluentes e calor, redução da cobertura natural do solo e modificações nos padrões de uso e ocupação do solo. Segundo o IPCC (2022), as emissões de GEE aumentaram ao longo da última década, atingindo 59 gigatoneladas de CO<sub>2</sub> equivalentes (GtCO<sub>2</sub>e) em 2019, isto é, cerca de 12% a mais do que em 2010 e 54% a mais que em 1990. Nas trajetórias modeladas no estudo, compatíveis com a meta de 1,5°C do Acordo de Paris (com ou sem excedente), as emissões de GEE precisam parar de crescer em 2025 e depois cair 43% até 2030 (em relação aos níveis de 2019). Como decorrência da expansão urbana, a importância dos estudos sobre mudanças climáticas é debatida. Nesse contexto, são fundamentais os estudos do microclima e as suas interferências, integrando desde a qualidade ambiental do cidadão até os impactos da ilha de calor urbana (UMMUS EICHEMBERGER *et al.*, 2008). Os efeitos negativos das ilhas de calor incluem degradação do meio ambiente, como baixa qualidade do ar, aumento do consumo de energia para resfriamento das edificações, doenças respiratórias e baixa produtividade (HEAT ISLAND GROUP BERKELEY LAB, 2017).

A arborização urbana é importante e contribui significativamente para o microclima das cidades, sendo uma das principais estratégias para mitigação das ilhas de calor urbana. De acordo com Abreu (2008), as principais modificações causadas pela ausência de indivíduos arbóreos nas cidades são: maior incidência de radiação solar direta, aumento da temperatura do ar, redução da umidade, modificação da direção dos ventos, aumento da emissão de radiação de onda longa e alteração dos ciclos de precipitação. Devido à importância da arborização urbana, foi escolhido o Bairro Vila Itatiaia em Goiânia por possuir um parque linear (Figura 1) como elemento estruturador do bairro. A maioria das edificações possui entre um e dois pavimentos. A região apresenta características fenológicas da vegetação do cerrado, apresentando um clima tropical. Tal região corresponde à Zona Bioclimática 6 (ABNT, 2005) caracterizada por amplitudes anuais baixas (ELETROBRÁS, 2014).



Figura 1: Parque Linear Bairro Vila Itatiaia, Goiânia, Goiás. Fonte: SEPLAM, 2022.

Como mencionado anteriormente, este presente artigo teve como objetivo investigar a formação da ilha de calor e avaliar suas principais mudanças a partir da perspectiva de adaptações perante as mudanças climáticas, considerando o microclima do Bairro Vila Itatiaia em Goiânia. Para tanto, o estudo do efeito da ilha de calor urbano (UHI) foi conduzido por meio da ferramenta *Urban Weather Generator* (UWG), disponível no *plugin* para o *Grasshopper* chamado de *Dragonfly*. O *Dragonfly* permite estimar fenômenos climáticos em grande escala, como ilha de calor urbana, mudanças climáticas futuras e a influência de fatores climáticos locais, como variação topográfica (LADYBUG TOOLS, 2022). Neste trabalho, o UWG foi utilizado para transformar os dados do arquivo climático original, tornando-os mais próximos daqueles encontrados no bairro.

Para que esta análise fosse possível, o algoritmo foi construído em cinco etapas. Na primeira etapa, a geometria das edificações teve de ser modelada. Em seguida, foi necessário definir os aspectos construtivos dessas edificações. Após, iniciou-se a construção do modelo *DragonFly*, com a diferenciação do que se trata de geometria correspondente ao sombreamento, às edificações e ao terreno. Na quarta etapa, ocorreram as simulações, das quais resultaram em novos arquivos climáticos. Por fim, foram gerados os gráficos para melhor análise dos resultados. De forma complementar, também foi estudado o efeito das mudanças climáticas sobre o microclima do Bairro Vila Itatiaia. Esse estudo foi realizado por meio da ferramenta *Climate Change World Weather File Generator* (CCWorldWeatherGen). Cada uma das etapas foi detalhada. O contorno das casas foi obtido pelo *Google Maps* e *Google Street View*. A fim de simplificação, definiu-se que cada pavimento possuiria quatro metros de altura (Figura 2).

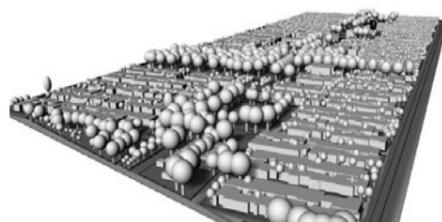


Figura 2: Demonstração da modelagem no *software* Rhinoceros 3D. Fonte: elaborado pelos autores.

## 2.1 Materiais

Com a geometria finalizada, iniciou-se o trabalho no *Grasshopper*. As edificações foram todas modeladas com paredes de alvenaria, rebocadas em ambos os lados, contrapiso de concreto revestido por piso cerâmico e cobertura com telhas de fibrocimento. As propriedades térmicas dos materiais foram obtidas na NBR 15.220-2 (ABNT, 2005) (Quadro 1). As janelas foram configuradas com um vidro simples de seis mm.

Quadro 1: Detalhamento das propriedades dos materiais de construção definidas no *Grasshopper*.

Propriedade dos Materiais Construtivos das Edificações				
Descrição	Condutividade (W/m.K)	Densidade (kg/m³)	Calor Específico (J/kg.K)	Espessura (m)
Reboco e Argamassa	1,15	2000	1000	0,02
Tijolo	0,90	1400	920	0,21
Concreto	1,75	2300	920	0,10
Piso Cerâmico	1,1	2000	1005	0,01
Telha de fibrocimento	0,95	2000	840	0,0008

Fonte: Autores com base na ABNT, 2005.

## 2.2 Definição do Modelo do DragonFly

Para a definição do modelo, devem ser informadas quais são as geometrias das edificações e quais são de contexto. As árvores que aparecem na Figura 2 foram definidas como contexto, ou seja, funcionam como dispositivos de sombreamento. Todos os sólidos representativos das casas foram especificados como edificações. Em seguida, foi acrescentada a geometria do terreno, além de suas propriedades térmicas. O albedo foi especificado como 0,3 e a espessura de 0,10 m. Para definir a condutividade, buscou-se dados do Latossolo Amarelo, comumente encontrado em Goiás (MACIEL NETO, 2011). Segundo esse estudo, o valor médio da condutividade térmica é de 0,75 W/m.K, valor este adotado neste trabalho.

Foi especificado que a vegetação ocupa 24% da área simulada. Além disso, foram considerados dois valores para o albedo: 0,20 nos meses de outubro a abril e 0,88 nos meses de maio a setembro. Tais valores foram estimados a partir de uma pesquisa, na qual foram considerados parâmetros do bioma do cerrado, que se trata do mais próximo à região em estudo. A partir dos perfis temporais de NDVI analisados, pôde-se identificar que a vegetação campestre nos biomas Pampa e Cerrado possuía características semelhantes, com maior produção de biomassa entre a primavera e o verão e menor entre o outono e o inverno, com valores que variavam entre 0,20 e 0,88 no Cerrado e 0,34 e 0,88 no Pampa (TRENTIN *et al.*, 2021).

## 2.3 Geração dos Arquivos Climáticos

Neste trabalho, as análises partiram de diferentes arquivos climáticos gerados através de simulação computacional com o *plugin* *DragonFly*, tendo como base o arquivo “BRA\_GO\_Goiania.867340\_TMYx.2007-2021.epw” disponível no site do *EnergyPlus* (2022), chamado aqui de “arquivo original”. Esse arquivo apresenta dados do ano de 2003.

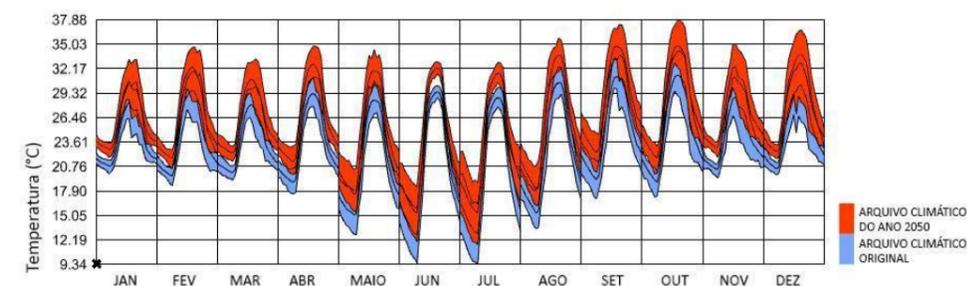
Na primeira simulação fez-se uso do arquivo original para gerar um novo arquivo climático, levando em consideração o contexto do bairro (influência das construções e das áreas de vegetação sobre as variáveis do clima).

Em seguida, um segundo arquivo climático foi gerado, porém para o ano de 2050 e sem o uso do *DragonFly*. Tal arquivo foi gerado por meio da ferramenta chamada de *Climate Change World Weather File Generator (CCWorldWeatherGen)*, tendo sido desenvolvida na Universidade de Southampton. A ferramenta utiliza dados oriundos do modelo HadCM3 A2, aplicado no Terceiro Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON ENERGY & CLIMATE CHANGE, 2020). O procedimento para gerar o arquivo climático é constituído de quatro etapas. Na primeira etapa, deve ser selecionado um arquivo climático, e novamente se fez uso do arquivo original. Na segunda etapa, deve-se selecionar o ano do cenário desejado (2020, 2050 ou 2080). Em seguida, pode-se iniciar o processo de transformação. Por fim, na quarta etapa, deve-se gerar o arquivo no formato “epw”.

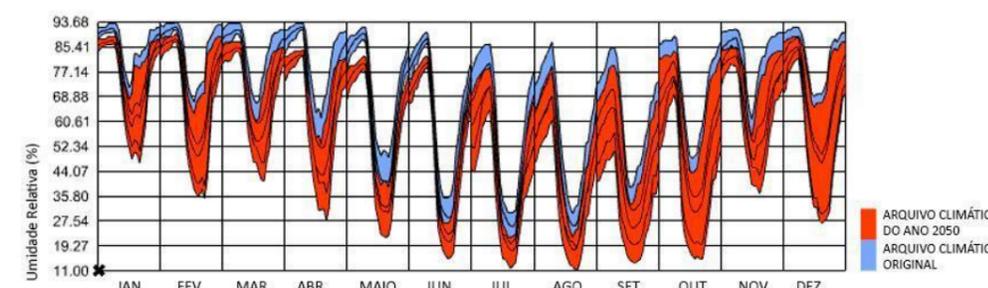
De volta à ferramenta *DragonFly*, ao fazer uso do segundo arquivo climático gerado, pôde-se gerar um terceiro arquivo representativo do microclima do bairro para o ano de 2050. Ao final do trabalho, portanto, estavam disponíveis quatro diferentes arquivos climáticos para análise: arquivo original, arquivo representativo do microclima do bairro, arquivo para o ano de 2050 e arquivo representativo do microclima do bairro no ano de 2050.

### 3. Aplicações e/ou Resultados

Os resultados apresentados a seguir buscam ilustrar o microclima de um recorte da Vila Itatiaia, localizada em Goiás, a partir dos quatro arquivos climáticos descritos no item 2.3. Inicialmente, nas Figuras 3 e 4, foram comparadas as temperaturas médias ao longo de um ano encontradas no arquivo climático original e naquele gerado para o ano de 2050 (por meio da ferramenta *CCWorldWeatherGen*). Pode-se observar, assim, a evolução das temperaturas em um período de 42 anos. Conforme o esperado, nas próximas décadas, as temperaturas médias devem-se tornar mais elevadas durante todo o ano. O aumento da temperatura chega a quase 5°C no mês de agosto, representando períodos mais longos de calor com consequente aumento do consumo energético com climatização artificial do ar. Ao mesmo tempo, no inverno, não mais são registradas temperaturas médias inferiores a 10°C. O aumento da temperatura vem acompanhado da diminuição da umidade relativa do ar média, que atingirá apenas 11% no mês de agosto, ou seja, haverá uma descaracterização do clima, que passará a ter verões e invernos mais quentes e mais secos. A comparação dos dois arquivos climáticos mostra de forma visual as alterações que tendem a ocorrer no clima urbano, o que pode ser uma maneira de melhor embasar o planejamento urbano para as próximas décadas. Contudo, deve-se ressaltar que, apesar de a ferramenta *CCWorldWeatherGen* ter as vantagens de ser gratuita e alimentada por dados oriundos de pesquisa científica, ela não considera os dados mais recentes sobre as mudanças climáticas.



**Figura 3: Comparação entre as temperaturas médias encontradas no arquivo climático gerado para o ano de 2050 e no arquivo climático obtido diretamente do site do EnergyPlus (original). Fonte: elaborado pelos autores.**



**Figura 4: Comparação entre as umidades relativas do ar médias encontradas no arquivo climático gerado para o ano de 2050 e no arquivo climático obtido diretamente do site do EnergyPlus (original). Fonte: elaborado pelos autores.**

As Figuras 5 e 6 apresentam os resultados das simulações do microclima urbano por meio dos arquivos climáticos gerados pelo *DragonFly* (primeiro e terceiro arquivos climáticos gerados). Assim, os dados apresentados nos gráficos foram gerados com base na influência das edificações, cobertura do solo e vegetação presentes no bairro. De forma complementar, foram plotados os dados do arquivo climático original. Observa-se que as temperaturas médias ao longo do ano no Bairro Vila Itatiaia são mais elevadas para o ano de 2050 do que para o ano de 2003 (Figura 5). Em 2050, o mês mais quente é outubro, com temperatura média atingindo quase 38°C. Além disso, a temperatura média mais baixa não ultrapassa o limite de 17°C, valor esse bem superior ao apresentado no gráfico da Figura 3. Ao mesmo tempo, a umidade apresenta-se menor durante todo o ano de 2050. Quando comparado o arquivo climático original com aquele gerado no *DragonFly* (primeiro arquivo gerado), são percebidas alterações significativas nos valores das temperaturas. Observa-se que as temperaturas ao longo do ano no Bairro Vila Itatiaia apresentam menor variação. Isso possivelmente ocorre devido à massa térmica das edificações, que acumula calor ao longo do dia, liberando-o à noite, elevando assim a temperatura no centro urbano. Em consequência do aumento da temperatura, a umidade relativa do ar no centro urbano é reduzida significativamente (Figura 6).

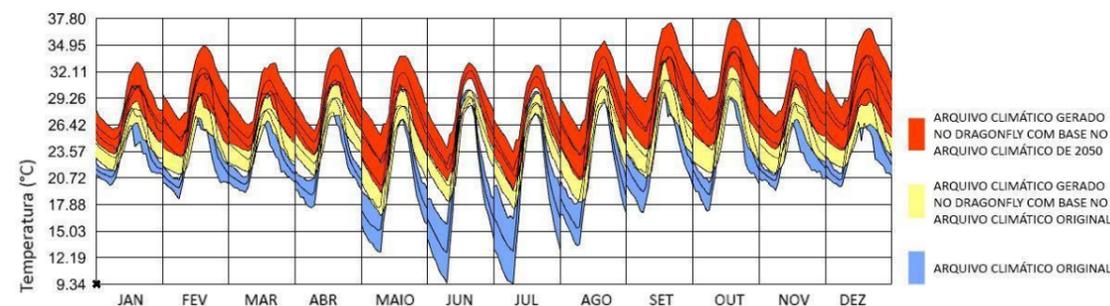


Figura 5: Variação da temperatura no contexto do bairro. Fonte: elaborado pelos autores.

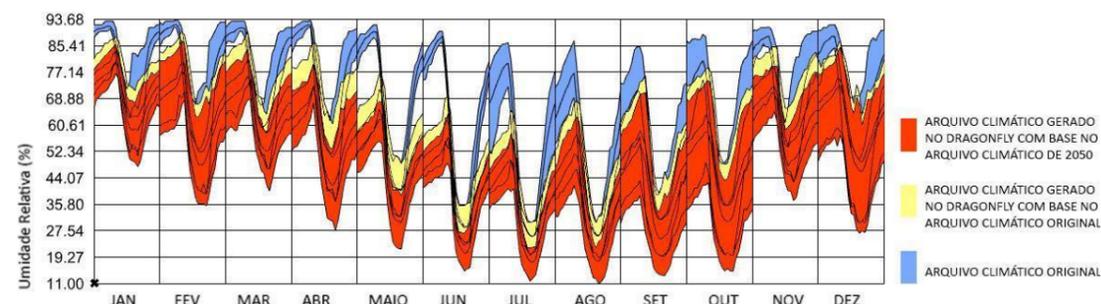


Figura 6: Variação da umidade no contexto do bairro. Fonte: elaborado pelos autores.

#### 4. Considerações Finais

A simulação do clima urbano assume um papel importante no planejamento urbano, permitindo o planejamento de construções que gerem menor impacto de implantação e operação, além de maior eficiência no uso de recursos naturais. Essa é uma área do conhecimento que precisa ser repensada diariamente na produção arquitetônica para que se alcance a construção de cidades sustentáveis, pois a preservação dos recursos naturais existentes é urgente para garantir a satisfação das necessidades da nossa sociedade, principalmente no momento atual em que as mudanças climáticas são amplamente debatidas em busca de estratégias para a sua mitigação.

O objetivo principal deste trabalho foi a investigação da formação da ilha de calor e a avaliação de suas principais mudanças a partir da perspectiva de adaptações perante a mudança climática, tendo como base simulações computacionais. Foi observado que, mesmo em uma cidade com baixa densidade de ocupação, as temperaturas observadas são maiores quando comparadas com as encontradas em uma estação de medição (geralmente afastada dos centros urbanos). Quando analisado o impacto das mudanças climáticas, o aumento torna-se ainda mais significativo. Este aumento é importante de ser considerado quando do planejamento das edificações futuras. Ressalta-se, ainda, a importância de se buscar estratégias para minimizar o impacto dessas mudanças.

Pode-se concluir que os *softwares* de simulação computacional auxiliam na avaliação do microclima urbano, apoiando a tomada de diretrizes urbanas e políticas públicas de planejamento frente às alterações climáticas, pois trazem evidências às decisões projetuais e facilitam a identificação das melhores estratégias. As simulações do clima urbano podem

ser usadas para avaliar como as mudanças no ambiente urbano, como a construção de novos edifícios ou a redução da cobertura vegetal podem afetar o clima local. Essas informações são úteis para planejadores urbanos que desejam desenvolver estratégias para minimizar os impactos negativos dessas mudanças.

As investigações por meio de simulações do clima urbano são uma ferramenta valiosa para o planejamento urbano, permitindo que os planejadores urbanos desenvolvam cidades mais sustentáveis, confortáveis e eficientes do ponto de vista energético.

#### Referências

ABREU-HARBICH, L. V.; LABAKI, L. C.; MATZARAKIS, A. Thermal bioclimate in idealized urban street canyons in Campinas, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 115, p. 333-340, apr. 2013. Disponível em: <https://www.unisantos.br/boletim/boletim143/artigo-loyde.pdf>. Acesso em: 02 out. 2022.

AGNOLIN, E. R.; MURARA, P. G.; PRINA, B. Z. Avaliação de perfis térmicos de verão na área urbana de Erechim (RS). **GEO UERJ**, v. 1, p. 1-30, 2022.

AKBARI, H.; ROSENFELD, A. H.; ROMM, J. J.; LLOYD A. C. **Painting the town white and green**. Heat Island Group, 1997.

AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor urbanas: métodos e técnicas de análise. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220 – 2**: Desempenho térmico de edificações residenciais. Parte 3 – Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, ABNT, 2005. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220 – 3**: Desempenho térmico de edificações residenciais. Parte 3 – Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, ABNT, 2005. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT).

BARTHOLOMEI, C. L. B. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. 2003. 189 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2003.

BRAGA, R. O Estatuto da Cidade como instrumento de desenvolvimento sustentável para as cidades brasileiras: possibilidades e limites. In: PLURIS 2012: Congresso Luso Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável, 5<sup>o</sup>, 2012, Brasília-DF. **Anais [...]** Brasília-DF: UNB, 2012.



CARDOSO, R. dos S. **Modelagem do microclima e estratégias de mitigação do calor urbano em zonas climáticas locais**. 2021. 154 p. Tese (Doutorado em Geografia) –Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Unesp), Presidente Prudente, SP, 2021.

ELETOBRÁS/PROCEL. **Diretrizes para obtenção de classificação nível A para edificações comerciais, de serviços e públicas**. 2014. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/projetos/etiquetagem/comercial/downloads/Manual-A.pdf>. Acesso em: 14 maio 2022.

ENERGYPLUS. **Weather Data**. Disponível em: <https://energyplus.net/weather>. Acesso em: 14 maio 2022.

GUSSON, C. S., DUARTE, D. H. S. Effects of built density and urban morphology on urban microclimate – calibration of the model ENVI-met V4 for the subtropical Sao Paulo, Brazil. **Procedia Engineering**, v. 169, p. 2–10, 2016.

HEDQUIST, B. C.; DI SABATINO, S.; FERNANDO, H. J.S.; LEO, L. S.; BRAZEL, A. J. Results from the Phoenix Arizona urban heat island experiment. *In: The Seventh International Conference on Urban Climate*, Yokohama, Japan, 29 Jun./3 Jul. 2009.

IPCC, 2022. **Climate Change 2022: Synthesis Report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Core Writing Team, Pachauri, R. K and Reisinger, A. (eds.). IPCC, Geneva, Switzerland. 104p.

LABAKI, L. C.; SANTOS, R. F.; BARTHOLOMEI, C. L. B.; ABREU, L. V. Vegetação e conforto térmico em espaços urbanos abertos. **Fórum Patrimônio**, Belo Horizonte, v. 4, n. 1, p. 23-42, 2011.

LADYBUG TOOLS. **Ladybug Tools – Making environmental design knowledge and tools freely accessible to every person, project and design process**. Disponível em: <https://www.ladybug.tools>. Acesso em: 18 maio 2022.

LAWRENCE BERKELEY NATIONAL LABORATORY. **Heat Island Group**. Disponível em: <https://heatland.lbl.gov>. Acesso em: 18 julho 2017.

MACIEL NETO, J. de A. **Caracterização térmica de solos**. 2011. 71 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologias Energéticas e Nucleares) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Energéticas e Nucleares, Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, PE, 2011.

MAGLIOCCO, A.; PERINI, K. Urban environment, and vegetation: comfort and urban heat island mitigation. **TECHNE - Journal of Technology for Architecture and Environment**, p. 155-162, 2014.

MALEKI, A.; MAHDAVI, A. Evaluation of urban heat islands mitigation strategies using 3dimensional urban microclimate model ENVI-met. **Asian Journal of Civil Engineering (Building and Housing)**, p. 357-371, 2016.

MIDDEL, A.; CHHETRI, N.; QUAY, R. Urban forestry and cool roofs: assessment of heat mitigation strategies in Phoenix residential neighborhoods. **Urban Forestry & Urban Greening**, v. 14, p. 178-186, 2015.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates**. London: Methuem & Ltd. A. Halsted Press Book, John Wiley & Sons, New York. 1978.

OKE, T. R. et al. **Urban climates**. Cambridge University Press, 2017.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Declaração Universal dos Direitos Humanos**. 1948. Disponível em : <https://brasil.un.org/pt-br/84250-relatorio-da-onu-aponta-que-nivel-do-mar-pode-subir-mais-de-um-metro-ate-2100>. Acesso em :16 nov. 2020.

ROMERO, M. A. B.; BAPTISTA, G. M.; AZEVEDO, E. et al. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. Brasília: Editora UnB, 2019.

SANTAMOURIS, M. Cooling the cities - a review of reflective and green roof mitigation technologies to fight heat island and improve comfort in urban environments. **Solar Energy**, v. 103, p. 682-703, 2014.

SHASHUA-BAR, L.; HOFFMAN, M. Vegetation as a climatic component in the design of an urban street: an empirical model for predicting the cooling effect of urban green areas with trees. **Energy and Buildings**, v. 31, p. 221-235, Apr. 2000.

SHINZATO, P. **Impacto da vegetação nos microclimas urbanos em função das interações solo-vegetação-atmosfera**. 2014. 205 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2014.

SHINZATO, P.; DUARTE, D. H. S. Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. **Ambiente Construído (Online)**, v. 18, n. 2, p. 197-215, 2018.



SORTE, P. D. B. **Simulação térmica de paredes verdes compostas de vegetação nativa do cerrado**. 2016. 120 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2016.

TAESLER, R. Urban climatological methods and data. *In: Technical conference on urban climatology and its applications with special regard to tropical areas*, 1984, Ciudad de Mexico, Mexico. **Proceedings...** Geneva: WMO/652, 1986, p. 199-236.

TEIXEIRA, D. C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem. **GEOUSP (USP)**, v. 21, p. 239-256, 2017.

TRENTIN, C. B.; TRENTIN, A. B.; MOREIRA, A; RIGHI, E. Características da vegetação dos biomas pampa e cerrado monitoradas por NDVI. **Revista Geoaraguaia**, v. 11, n. Especial Geotecnologias, p. 39-84, 2021.

TRINDADE, S. C.; PEDRINI, A.; DUARTE, R. N. C. Métodos de aplicação da simulação computacional em edifícios naturalmente ventilados no clima quente e úmido. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 37-58, out./dez. 2010.

TSOKA, S.; TSIKALOUKAKI, K.; THEODOSIOU, T. Analyzing the ENVI-met microclimate model's performance and assessing cool materials and urban vegetation applications—A review. **Sustainable Cities and Society**, v. 43, p. 55-76, Nov. 2018.

UMMUS, M. E.; NOVACK, T.; PRADO, B. R.; GONÇALVES, E. S. Sensoriamento remoto aplicado aos estudos de ilhas de calor urbanas. **Geografia. Ensino & Pesquisa**, v. 12, p. 4471-4486, 2008.

UNIVERSITY OF SOUTHAMPTON ENERGY & CLIMATE CHANGE. **Climate Change World Weather File Generator for World-Wide Weather Data – CCWorldWeatherGen**, 2020. Disponível em: <https://energy.soton.ac.uk/climate-change-world-weather-file-generator-for-world-wide-weather-data-ccworldweathergen/>. Acesso em: 18 maio 2022.

VANNINI, V. C. **Otimização da forma para captação da radiação solar sobre superfícies de edifícios: um exercício de integração entre os programas Rhinoceros e Ecotect**. 2011. 249 p. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2011.

## **INTERDISCIPLINARIDADE DO DESIGN BIOINSPIRADO: uma teoria sobre a configuração de novos produtos.**

*Interdisciplinarity of Bioinspired Design: a theory about configuration of new products.*

**Francisco de Assis Sousa Lobo, D.Sc., Universidade Federal do Maranhão,**

fas.lobo@ufma.br

**Galdenoro Botura Junior, D.Sc., Universidade Estadual de São Paulo.**

galdenoro@gmail.com

**João Carlos Riccó Plácido da Silva, D.Sc., Universidade Federal de Uberlândia.**

Joao.placido@ufu.br

**João Rocha Raposo, D.Sc., Universidade Federal do Maranhão.**

Joao.raposo@ufma.br

### **Resumo**

Este artigo contribui para os fundamentos do design bioinspirado interpretando como o momento presente acontece. Com o auxílio de um quadro esquemático situa fases relacionadas às expressões artísticas; considera a percepção dos designers a partir da natureza. Argumenta como os produtos podem influenciar a definição de beleza dos consumidores. Pondera contemporaneidade com a citação de peças icônicas que, *ad continuum*, se perpetuam como atuais.

**Palavras-chave:** design bioinspirado; biônica; design; natureza.

### **Abstract**

*This paper contributes to the basis of bioinspired design by interpreting how the present moment resuts . With a schematic chart, it locates the phases related to artistic expressions; consider the perception of designers from nature. Arguments such as products can influence consumers' definition of beauty. It considers contemporaneity with iconic designr's products that, ad continuum, are perpetuated as current.*

**Keywords:** *Bioinspired design; Bionics; project; Nature.*

## 1. Introdução

A dinâmica em que vivemos o “agora”, foi inimaginável pelas gerações precedentes. O volume de informações disponíveis na web nos possibilita interação e reflexão sobre o planeta em que vivemos; a natureza como fonte permanente de inspiração, e nossa atuação como designers considerando as áreas de conhecimento; momento propício para interpretarmos raciocínios complexos como a teoria do design. Bomfim (2014, p.115) alertou que “Design, no entanto, não se relaciona imediatamente a nenhuma filosofia, ciência ou arte em particular, ao contrário, enquanto atividade interdisciplinar, busca fundamentos nesses três domínios”. Outra observação importante é a de Bassi (2017, p.12) ao relatar que “Os vários tipos de abordagem e possibilidades de escolha sustentam as inúmeras possibilidades de design existentes, cada uma com sua identidade específica podemos até mesmo falar do design ‘plural’, não um pensamento único mais ‘pluriverso’”. Essas citações exemplificam a variedade de abordagens possíveis; podendo se estender dos princípios bioinspirados até a dinâmica de consumo e usabilidade.

Desde o início da Bauhaus, observa-se nos registros a atenção de Walter Gropius para com essa complexidade, quando contratou para lecionar vários artistas como Wick (1989, p.159), que denominou como “livres”; e sobre Johannes Itten ele considerou:

“É evidente que a pedagogia de Itten não foi alimentada pelo espírito da formação artística acadêmica, nem pelas fontes da educação artística ortodoxa, mas encontra-se inserida na tradição do movimento reformista pedagógico liberal com *Rousseau, Pestalozzi, Fröbel e Montessori*, entre outros. De um modo geral, os esforços pedagógicos deles caracterizam-se pelo fato de terem por objetivo desenvolver as habilidades ocultas, latentes nas crianças ou nos jovens, através de um processo de aproximação livre e lúdica da realidade, bem como por meio de uma aprendizagem autônoma, isto é, a educação e o ensino não são concebidos no sentido das antigas escolas de aprendizagem e de estudo mecânico, nas quais se confere uma bagagem de conhecimentos, capacidades e habilidades supostamente ‘sólidos’, segundo o modelo do ‘funil de Nürnberg.’”

(WICK, 1989).

Décadas após, quando o design foi implantado como ensino no Brasil, as metodologias aplicadas nas escolas de design tiveram as grades curriculares orientadas para um perfil classificado como funcionalista. Em alguns casos, os procedimentos com liberdade de criação, inspirados na natureza, foram incluídas em metodologias de projeto, *basic design*, processos de criatividade, entre outras. Observamos que o pensamento foi norteado pelas informações técnicas, pautados pela ciência, afastando-nos cada vez mais de uma reflexão própria, como profetizado por Klee:

“(…) numa fase na qual na Bauhaus as tendências à sistematização, à racionalização e à matematização cresciam a olhos vistos – Klee uma vez mais expôs suas preocupações frente a uma arte que omitia o elemento intuitivo, irracional, metafísico (...) uma postura, que não apenas é

característica para a obra artística de Klee, mas também para seu ensino, no qual ele sempre chamou insistentemente a atenção para as limitações de um procedimento puramente cognitivo e de um método simplesmente construtivo no processo de criação.” (WICK, 1989).

A criação decorre do conhecimento propiciado pelo entorno em que vivem os designers. Os novos produtos surgem a partir de novas necessidades de consumo, novos materiais, novas tecnologias. Esses instantes resultam das interpretações que fazem do momento presente, tornando palpável como o significado de contemporaneidade se constrói.

No Dicionário Aurélio (1986, p.463), contemporâneo é definido como: “que é do mesmo tempo, que vive na mesma época”. O fascinante é que se considerarmos no *stricto sensu* do Design, a dinâmica da interpretação se estenderá numa tríade de Beleza/Figura/Conteúdo ou Pragmática/Figura/Conteúdo, conforme a abordagem, ao longo do tempo. Posto isto, o significado etimológico de “Tempo” não é acordante. A precisão da definição não permite abstrações. Foi adequado recorrer à literatura e dispor da sabedoria vernacular<sup>1</sup> do personagem de Mia Couto (2003, p.61), Juca Sabão, quando diz: “Nunca houve princípio, concluía. O primeiro dia surgiu quando o tempo já há muito se havia estreado. Do mesmo modo, é mentira haver fonte do rio. A nascente é já o vigente rio, a água em flagrante exercício.” Assim, ele define continuidade, ao mesmo tempo em que enseja a compreender o significado de “existência” e reflexão sobre o antes e o depois.

Cada um de nós tem um modo próprio de interagir com o entorno. Existimos. Somos resultado (em contínuo ajuste) de nossas experiências e critérios de decisão. Ainda que o gosto seja pessoal (Bomfim,1995, p.1), a “Beleza” na natureza e nos elementos que a compõem, é percebida por todos nós. O permanente devir de nossa existência segue o fluxo da vida numa troca constante entre ponderação e decisão. É como contribuimos para o “Todo” existir.

Os produtos, independente da categoria, atendem às necessidades de Nichos de Mercado<sup>2</sup> e tomam forma e se reformulam pela permanente reflexão dos Designers ao longo do tempo.

Na figura 1, o quadro apresenta Designers e Nichos de Mercado, posicionados em uma linha do tempo, cuja divisão acontece em dez momentos, sem a precisão das datas para refletirmos, com maior liberdade, sobre o conceito de contemporâneo: como se manifesta e o quanto perdura. Essas reflexões serão feitas com base nas expressões artísticas.

Nossa explicação, de momento presente, encontra-se na citação de Agamben ao definir contemporaneidade:

“(…) contemporaneidade não tem lugar simplesmente no tempo cronológico: é, no tempo cronológico, algo que urge dentro deste e que o transforma. E essa urgência é a intempetividade, o anacronismo que nos permite apreender o nosso tempo na forma de um “muito cedo” que é, também, um “muito tarde”, de um “já” que é, também, um “ainda não”. E, do mesmo modo, reconhecer nas trevas do presente a luz que, sem nunca poder nos alcançar, está perenemente em viagem até nós.” (AGAMBEN, 2009).

<sup>1</sup> Termo derivado do latim *vernaculus*, que significa doméstico, nativo, indígena.

<sup>2</sup> Segmentos ou públicos cujas necessidades particulares são pouco exploradas ou inexistentes.

## 2. Fundamentação

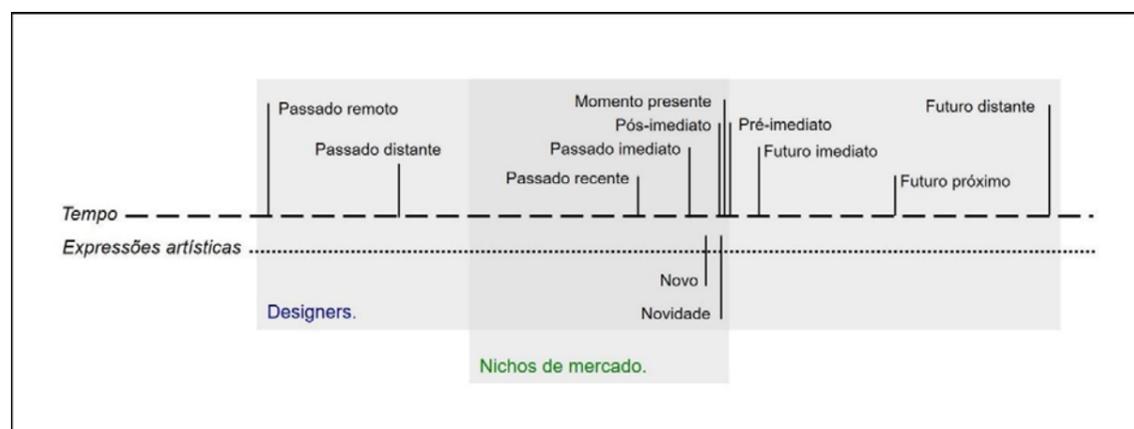


Figura 1: Apreensão de contemporaneidade pelos Designers e Nichos de Mercado. Fonte: elaborado pelos autores.

A percepção dos objetos, entre Designers e o Público é diferente. Para os consumidores, o novo produto<sup>3</sup> sempre chega precedido pela novidade no comportamento social que credencia o seu uso, e ele subsistirá enquanto esse efeito durar. O mais breve é o *Fashion Cycle* da alta costura que acompanha o ritmo das estações do ano. Para os objetos, as fases de introdução, aceitação e rejeição são mais demoradas porque derivam, principalmente, dos avanços tecnológicos. Os dispositivos eletrônicos hodiernos potencializaram a comunicação, e a invenção da *web* elevou de forma exponencial a dinâmica do momento presente. O cotidiano se tornou a fusão do espaço virtual com o mundo real, borbulhando informações que delineiam o *input* criativo... aqui vale a genialidade de William Gibson. Acreditamos que ele concordaria quando dizemos que: o comportamento coletivo é uma geração randômica<sup>4</sup> que

<sup>3</sup> Referimo-nos a todas as áreas de atuação do design, incluindo serviços.

<sup>4</sup> Gerador de número pseudoaleatório é um algoritmo que gera uma sequência de números, os quais são aproximadamente independentes um dos outros.

redunda em obras (algumas icônicas). E elas são esteganografias<sup>5</sup> de encanto para Designers, porque eles conseguem encontrar os padrões durante o processo de interpretação da realidade.

O raciocínio dos designers transcorre entre Teoria/Poiéses<sup>6</sup> e Figura/Conteúdo. Este sistema progride de forma cíclica, processando *I Codici*<sup>7</sup> existentes entre passado/futuro, e podem ser percebidos por intermédio das expressões artísticas: literatura, pintura, música, cinema, escultura, comportamento e produtos de design.

A literatura é a única expressão que pode explorar todo o trajeto (do passado remoto ao futuro distante), todas as outras têm limite de alcance. Porém, nem todas as obras dessas expressões podem ser aplicadas. Apenas as obras icônicas. Somente elas são dotadas de atributos para servirem de referência, porque estão no limiar da perfeição. Representam o limite humano rente ao Eterno. Por serem memoráveis, permanentemente, são contextualizadas, isso faz com que permaneçam em voga<sup>8</sup>. Vale alertar, quem sabe, ao leitor desatento, para não as confundir com obras canônicas.

Os designers talentosos, que definimos como profissionais dotados de percepção sensorial refinada, conseguem mediante a estética numérica<sup>9</sup> tornar suas reflexões palpáveis. A citação de Flusser, se aproxima do que pode ser o entendimento da materialização de um conceito projetual:

“O olhar do designer, seja o divino, seja o humano, é, sem dúvida, aquele olhar do segundo olho da alma. (...) Todas as formas eternas, todas as ideias imutáveis podem ser formuladas em equações; essas equações podem ser transportadas do código numérico para códigos computacionais e alimentar os computadores. Estes, por sua vez, podem fazer aparecer esses algoritmos como linhas, superfícies e (um pouco mais tarde) volumes nas telas e nos hologramas; e a partir daí fazer imagens sintéticas, “geradas numericamente”. Nesse caso, o que se vê com o primeiro olho da alma é exatamente o mesmo que se percebe com o segundo. O que brilha na tela do computador são formas eternas, imutáveis (...).” (FLUSSER, 2017).

### 2.1. Beleza/Figura/Conteúdo

Citamos como exemplo duas obras emblemáticas de Michelangelo Buonarroti, a primeira delas é um afresco, a outra é uma escultura: o Davi. No primeiro caso, imaginemos um visitante que entra na Capela Sistina e observa a monumentalidade da obra do Teto de 13,75 metros de largura, com 39 metros de comprimento e 20 metros de altura. Trata-se de uma obra

<sup>5</sup> Estudo e uso das técnicas para ocultar a existência de uma mensagem dentro de outra, uma forma de segurança por obscurantismo.

<sup>6</sup> Conceito de “poiéses” da filosofia aristotélica. Poese significa produção, a ação criativa que configura a matéria de acordo com um propósito estabelecido.

<sup>7</sup> A expressão está em italiano para preservar o valor semântico.

<sup>8</sup> Mania passageira; que está em destaque.

<sup>9</sup> Bomfim (1995, p.12) refere-se à filosofia numérica e estética métrica, como sendo o ramo que pode ser analisado pautado nos algoritmos.

feita em sintonia com um *Genius Loci*<sup>10</sup> (afeiçoado às artes), e que tanto influxo tem no Design italiano. Talvez essa pessoa que entra na capela se pergunte como alguém foi capaz de se inspirar a ponto de expor ao visitante tantas reflexões, inclusive de sua própria pequenez.

Obra, cuja exuberância chega a impressionar, é a estátua de Davi, uma gigantesca escultura, de mármore maciço com 5,18 metros de altura, está na galeria da Academia de Belas Artes de Florença. Em 2012 no filme *Prometheus*, ela apareceu iluminada e majestosa tomando a cena, num ambiente minimalista com vista privilegiada da natureza. Na sala, para acomodá-la, o piso é rebaixado e o teto tem um grande óculo que a circunda. Ela divide o espaço com um piano de calda Steinway & Sons e uma *Throne Chair* (1900) de Carlo Bugatti. Em 2015, uma cópia apareceu tatuada no Mercado de San Lorenzo, em Florença, como parte do evento “Semana de Michelangelo” e do aniversário do artista. Na mídia, imagens pipocam a cada instante, desde grupo de freiras bem-humoradas com a estátua ao fundo, a camisetas com Davi soprando bola de chiclete

Sobre mídia, o Instagram postou, há pouco tempo, um desenho colorido num recibo de caixa registradora, de um fragmento da Criação de Adão; dos dedos quase se tocando, Graham-Dixon *et al* (2011, p. 119) “Quando Deus infunde em Adão a divina centelha da vida”. Referida imagem poderia estar impressa numa camiseta, e oferecida em araras das lojas de grife.

Imaginamos que os acontecimentos, já citados, vão atribuindo novos significados às obras, como se estivessem, por exemplo, fazendo atualizações numa nova escala de valor e as tornam atemporais. Como Clarke descreve (2015, p. 234): “E assim a *Discovery* seguia na direção de Saturno, a maior parte do tempo soando com música serena do cravo, executando os pensamentos congelados de um cérebro que tinha virado pó há duzentos anos”. Inferimos que ele se referia a Mozart, e a velocidade de cruzeiro da nave que seria diferente da velocidade do compasso da música no seu interior, com variações entre adágios, allegros, andantes, menuettos de cravo e violino.

Alguns expoentes da estética, como Scruton (2013, p.109) defende que: “Quando assunto é arte, o juízo estético diz respeito àquilo de que você deve e não deve gostar”. Portanto, critérios de escolhas carregam cunho pessoal e, por vezes, ligam-se a datas de nascimento e morte. Citamos, dentre vários, Amadeus Mozart (1756-1791), Giacomo Meyerbeer (1791-1864), Felix Mendelssohn (1809-1847), Richard Wagner (1813-1883), Edvard Grieg (1843-1907), Moritz Moszkowski (1854-1925), Sergei Rachmaninoff (1873-1943) e, guardando proximidade com o agora, o brasileiro Villa-Lobos<sup>11</sup> (1887-1959).

Em nossa percepção sobre a contemporaneidade, os Estados Unidos têm forte influência, uma vez que a contribuição deles na música é marcante. Iniciou com o Blues, seguido pelo Jazz, Rock and Roll, Heavy Metal. A maneira como esses estilos musicais se estabeleceram, podemos entender, hoje, com o movimento cultural artístico Hip hop<sup>12</sup>, que surgiu na década de 1970, e se estabeleceu com as gírias próprias, o rap, DJing, a breakdance e o grafite.

<sup>10</sup> Genius loci é um termo latino que se refere ao "espírito do lugar", e é objeto de culto na religião romana.

<sup>11</sup> Para nós brasileiros, é fácil perceber nas suas obras os sons da floresta.

<sup>12</sup> No filme *Taxi Driver* (1976), o personagem interpretado por Robert de Niro faz referência a esse movimento cultural, no diálogo com um dos seguranças.

O pragmatismo<sup>13</sup> agregou à cultura americana uma eficiência que embutiu seus valores em todos os nichos das Cidades Globais. Não é à toa que deparamos com termos como a “Indústria do Cinema”, quando se referem às produções de Hollywood. A qualidade das obras, em toda a extensão que o termo permite, influencia os comportamentos e valores dos espectadores. Como cita Luciano Trigo:

“Da Coca-Cola e da fast-food ao jeans e a T-shirt, da publicidade e do cinema à música e à dança, o estilo de vida americano foi globalizado de forma extremamente competente – principalmente porque não se tratou apenas de um processo de coerção externa, mas de sedução interior, conquistando os corações e as mentes dos neocolonizados.”

(TRIGO, 2009).

Quando Marlon Brando estreou o filme “*The Wild One*” (1954); o espírito “*Easy Rider*”<sup>14</sup> já acontecia. Tinha iniciado com o retorno dos soldados que haviam lutado na Primeira Guerra Mundial. Estressados, se agruparam e saíram em motocicletas pelas estradas sem destino determinado. Quando interpelados por policiais, na maioria das vezes, eram liberados imediatamente, porque muitos tinham condecoração militar por atos de heroísmo (valor intrínseco da cultura *Yankee*). O figurino básico que Marlon Brando usou se transformou em um Clássico instantaneamente. Referendando a calça *jeans* e o *T-Shirt*, que já eram conhecidos do grande público. A camiseta de algodão tinha sido confeccionada para ser usada por baixo do pesado uniforme de combate feito de lã, com o objetivo de possibilitar conforto aos soldados. Ela apareceu pela primeira vez, sem ser usada como roupa íntima, em um filme estrelado pelo mesmo Marlon Brando em “*A Streetcar Named Desire*” (1951) e, novamente, quatro anos depois, James Dean apareceu no filme “*Rebel Without a Cause*” com o mesmo figurino. O produto emplacou como sinônimo de atitude.

O *T-Shirt* foi silkado pela primeira vez em 1948. Durante a campanha eleitoral daquele ano, o candidato à presidência, Thomas E. Dewey, usou as camisetas para fazer campanha eleitoral. Mandou imprimir o slogan político “*Dew it With Dewey*” e distribuiu aos milhares. Apesar da perspicácia, pela segunda vez não venceu as eleições. A camiseta chegou e ficou, disponível em inúmeras versões. Inclusive as marcas de luxo disponibilizam suas camisetas básicas com os Logos das Grifes nas opções preta ou branca. Algumas pinturas aparecem com frequência estampadas nas camisetas. Em ordem cronológica, observamos as obras de Sandro Botticelli “O Nascimento de Vênus” (1485); Leonardo da Vinci “Mona Lisa (La Gioconda)” (1503); Rafael é interessante porque não é a obra em si da “Madona Sistina” (1514), mas o “Querubim” que está embaixo; Jan Vermeer “Moça com Brinco de Pérola” (1666); Francisco de Goya também apresenta uma curiosidade. Ainda sobre camisetas, há estampa com a imagem da sala do Museu do Prado em que estão lado a lado “A Maja Desnuda e A Maja Vestida” (1800) com um texto explicativo; Katsushika Hokusai “A Grande Onda de Kanagawa” (1831); Vicent van Gogh “Noite Estrelada” (1889); Edvard Munch “O Grito” (1893); Gustav Klint “O Beijo” (1908); Piet Mondrian “Composição com Vermelho, Preto,

<sup>13</sup> Movimento filosófico norte-americano baseado em ideias de Charles Sanders Peirce e William James.

<sup>14</sup> Nenhuma referência direta ao filme de 1969, escrito por Peter Fonda, Dennis Hopper e Terry Southern, e estrelado por Fonda, Hopper e Jack Nicholson.

Azul e Amarelo” (1928); Roy Lichtenstein “*Whaam!*” (1963); Andy Warhol “Lata de Sopa *Campbell’s*” (1962); entre algumas outras.

Assim como nas camisetas, a imagem de algumas celebridades, independente da beleza física, estão sempre disponíveis em gravuras e pôsteres. Com efeito, são as pessoas famosas que permanecem como representantes de um valor admirável. Algumas morreram ainda jovens, como Marilyn Monroe, no auge de seu *sex-appeal*, e as duas inesquecíveis gotinhas de *Chanel N° 5*; James Dean pela irreverência e juventude; Marlon Brando, mesmo tendo vivido bastante, aparece sempre jovem, com atitude; Jim Morrison; Jimi Hendrix; Janis Joplin; Martin Luther king, discursando; Albert Einstein, mostrando a língua ou andando de bicicleta; Muhammad Ali, quando ainda era Cassius Clay e flutuava impávido como um bailarino no ringue e, mais recentemente, Amy Winehouse.

Ainda falando sobre retratos, nas artes plásticas, a técnica de pintura renascentista permaneceu como estilo. Os trabalhos de Domenico Ghirlandaio, Andrea del Sarto, Giorgione, Rogier van der Weyden, Petrus Christus, Hans Memling, Anthonis Mor, Frans Floris e Giuseppe Arcimboldo, este redescoberto pelos surrealistas no século XX, para citar alguns e, não repetir os já conhecidos. A técnica de retratar, ainda que seja a mesma, continua carregando consigo a irreverência dos artistas como nos trabalhos de Andy “Zig” Leipzig.

A técnica de trabalhar os materiais para esculpir também permaneceu. Partindo da Estátua de Quéfren (c. 2500 a.C.), estudiosos especulam que, provavelmente, assírios, babilônios e gregos produzissem esculturas para os persas, como o Grifo Gigante (C. 518-465 a.C.); O Exército de Terracota (210 a.C.); Moisés de Michelangelo (1515 d.C.); Perseu com a Cabeça de Medusa de Benvenuto Cellini (1553); Fonte dos Quatro Rios de Gian Lorenzo Bernini (1648) fica na Piazza Navona, endereço da Embaixada do Brasil em Roma e, ainda de Gian Lorenzo Bernini, “O Êxtase de Santa Teresa D’Ávila” (1652). Impressionam também, as obras que conseguem enganar nossos olhos, como a “Virgem Maria” de Giovanni Strazza (1850); “Busto de Mulher com Véu” de Antonio Corradini (1720); “Cristo Velado” de Giuseppe Sanmartino (1753); “Irmãs da Misericórdia” de Raffaele Monti (1847). Essa tradição realizada com perfeição se mantém, como nos “Travesseiros” do artista norueguês Håkon Anton Fagerås.

## 2.2. Pragmática/Figura/Conteúdo

Nesse estágio a abordagem é tecnicista, uma vez que a beleza é subjetiva ou está implícita na performance dos produtos ou na experiência vivida. A estabilidade mundial e o índice de crescimento da economia aumentaram o número de pessoas ricas no planeta, que aprenderam a apreciar os produtos e serviços pela subjetividade da qualidade. Como coloca Carmagnola (1991, p.16): “(...) ‘Qualitativo’ tornou-se pouco a pouco sinônimo ‘de algo que não pode ser mensurável de maneira exata, ou seja, que foge ao rigor da ciência’”. Somados a esses fatores, a queda de barreiras políticas como as dos países comunistas, otimizou o mercado de luxo. A procura por supercarros cresceu e o número de colecionadores de automóveis de luxo antigos, também se ampliou. Para suprir essa demanda teve início uma nova prática. Celeiros e garagens, por toda parte, estão sendo vasculhados à procura de raridades abandonadas ou esquecidas. Quando encontradas, são higienizadas e

comercializadas em leilões, como aconteceu, com a coleção de carros raríssimos pertencentes ao ex-empresário francês, Roger Baillon. Quando os netos dele a encontraram, especialistas avaliaram os sessenta veículos em cerca de quarenta e oito milhões de reais. Porém, em um leilão realizado em Paris, apenas uma Ferrari 259 GT SWB California *Spider* foi vendida por quarenta e quatro milhões e oitocentos mil reais. Esse conversível italiano tinha valor agregado. Foram produzidos apenas trinta e sete exemplares, pertencia ao rei Farouk do Egito e foi dirigido pelo ator Alain Delon no filme *Les Félines* (1964). Outro item da coleção, que havia pertencido ao rei Farouk, é um Talbot-Lago T26 Cabriolet, bastante danificado, mas ainda assim com valor de mercado devido ao seu histórico. Em situações assim, preciosidades como essa são restauradas com o uso de mão de obra especializada. Esses especialistas empregam técnicas sofisticadas de restauro. Muitas peças são reproduzidas em metal com equipamentos específicos como a roda inglesa. As chapas são estiradas, marteladas e conformadas; ficam com o acabamento impecável, e recebem no final o prime e a pintura como se fossem novas. Concluído o trabalho, esses carros circulam pelas ruas novinhos em folha, conferindo prestígio aos proprietários e despertando nos passantes admiração, que sustentam a notoriedade desses exemplares do passado. É bem verdade que se um automóvel tivesse sido construído no período vitoriano, talvez, não fosse muito diferente do Automóvel *Náutilus* do Capitão Nemo, que aparece em “*The League Of Extraordinary Gentlemen*” (2003). Uma asserção embelezada para os padrões dos automóveis atuais. Porém, excessos de ornamentos como os aplicados no *Náutilus* ficaram admiráveis na coleção deste ano de 2023, que RICKDICK® criou para a Nike e Balmain.

Outro segmento que continua com a mesma escala de valor, é o de serviços. O sentimento hedonista ocasionado pelo aumento da riqueza incitou o turismo de experiências como viajar no Expresso do Oriente. A primeira viagem foi em 1833 de Paris a Istambul. O empresário belga, Georges Nagelmackers, queria que esse percurso fosse realizado em setenta e cinco horas e, para o conforto dos passageiros, mandou decorar os vagões no mesmo estilo luxuoso que era usado nos apartamentos de Paris daquela época. O serviço era realizado por chefes de renome, garçons experientes, funcionários de apoio bem treinados, músicos talentosos. Tornou-se tão sofisticado que somente as classes mais altas puderam viajar. Com o mundo polarizado, e sem poder atender a clientela do Leste, a última viagem entre Paris e Istambul aconteceu em 1977. O empresário americano, James Sherwood, comprou a empresa em 1982 e revitalizou o trem. Os vagões, depois de reformados, ficaram mais glamourosos do que antes, e hoje fazem os percursos de Londres a Veneza, Paris a Veneza, Instambul a Paris, Berlim a Paris, atendendo ao público de alta classe. O mesmo se aplica para uma pessoa que vai a Paris; visita o palácio de Versalhes e fica hospedado no Four Seasons Hotel George V. Esse hospede terá o gosto pelo adorno reforçado. O legado histórico presente na arquitetura, nos vagões do Expresso do Oriente, na decoração, nos utensílios e nas roupas de cama, mesa e banho perpetuam o bom gosto da opulência e o reinserem na nossa escala de valor.

Na moda, esse nicho de mercado tem seus arroubos atendidos por grifes como Versace, ainda que Gianni Versace tenha falecido, a marca se manteve com o talento de sua irmã, a fashionista jet-setter, Donatella Versace. A prodigalidade de elementos e brilhos vai esmaecendo com a Dolce & Gabbana, Gucci, Chanel, Armani e Balenciaga, quando o estilista espanhol, Cristóbal Balenciaga, ainda era vivo. Até chegar aos comerciais, Hugo Boss e Ermenegildo Zegna, mesmo que seja *su misura*.

A zona limítrofe entre arte e design é tênue. Os parâmetros de argumentação que definem a arte se aplicam à produção de design, associando Beleza/Figura/Conteúdo aos produtos autorais por meio de Insight<sup>15</sup>, e Pragmática/Figura/Conteúdo aos produtos configurados através de Input<sup>16</sup>.

Conforme mencionamos no início - o gosto é pessoal, e certamente qualquer análise tem por base critérios subjetivos de beleza. Alguns designers têm seus produtos apresentados nos dois segmentos de citação, e, quem sabe, isso não ajudará a entender melhor? Portanto, alguns objetos em que a beleza se manifesta de imediato podem ser: o *Sugar Bowl* (1873) de Christopher Dresser; *Cadeira Hill House Ladder* (1902) de Charles Rennie Mackintosh; *Fruit Bowl* (1904) de Josef Hoffmann; *Cadeira Red and Blue* (1918) de Gerrit Rietveld; *Cadeira Lattenstuhl* (1922) de Marcel Breuer; *Ashtray* (1924) de Marianne Brandt; *Bauhaus Cocktail Shaker* (1925) de Sylvia Stave; *LC4 Chaise Longue* (1928) de Le Corbusier, Pierre Jeanneret e Charlotte Perriand; *Cadeira Barcelona* (1929) de Ludwig Mies van der Rohe; *Radio Nurse* (1937) de Isamu Noguchi. Os relatos afirmam que ele expressou o rosto de uma enfermeira, porém lembra um capacete de proteção (Men) usada no Kendo<sup>17</sup>; *Armchair 41 Paimio* (1932) de Alvar Aalto; *La Chaise* (1948) de Charles e Ray Eames; *Diamond Chair* (1952) de Harry Bertoia; *Butterfly Stool* (1956) de Sori Yanagi; *Marshmallow Sofa* (1956) de Irving Harper e George Nelson Associates; Os relógios (1957) de Max Bill; *Egg Chair* (1957) de Arne Jacobsen; *Mezzadro* (1957) de Achille e Pier Giacomo Castiglioni; *Bunmei Gincho Knife* (1960) designer anônimo; *Poltrona Sanluca* (1960) de Achille e Pier Giacomo Castiglioni; *Aquarama* (1962) de Carlo Riva; *Radio-Phonograph*, modelo N° RR126 (1966) de Achille e Pier Giacomo, (é provável que neste projeto eles usaram os princípios da pareidolia<sup>18</sup> de maneira intencional); *Poltrona di Proust* (1978) de Alessandro Mendini. É marcante a influência da técnica de pontilhismo do pintor neoimpressionista Paul Signac. À distância, os tons formam um conjunto harmônico e, conforme a pessoa se aproxima, percebe que a mistura ótica vai se desfazendo e os pontos multicoloridos, pintados à mão, vão sendo diferenciados. Hoje, graças à tecnologia, essa poltrona está disponível em várias opções de padronagens. O divisor de sala *Carlton* (1981) de Ettore Sottsass, peça emblemática do *Movimento Memphis*, suscita a mesma admiração. Continuando, indicamos a *Soft Big Easy* (1989) de Ron Arad; *Juicy Salif* (1990) de Philippe Starck; *Chandelier 85 Lamps* (1993) de Rody Graumans; *Poltrona Vermelha* (1993) dos Irmãos Campanas; *Luminária Porca Miséria* (1994) de Ingo Maurer; *Garbino* (1997) de Karim Rashid; *Cadeira de rodas Go* (2016) de Benjamin Hubert.

Entre alguns objetos, o pragmatismo se manifesta de imediato, como é o caso da *Type Edison Lamp* (1879) de Thomas Alva Edison; *Aga Stove* (1922) de Gustf Dalén; *1006 Navy Chair* (1944) de US Navy Engineering Team, Emeco Design Team e Alcoa Design Team; *Topas Briefcase* (1950) de Richard Morszeck conhecidas como *Malas Rimowa*; *Ant Chair* (1952) e *Chair No. 3107* (1955) de Arne Jacobsen; *Tulip Chair* (1955) de Eero Saarinen;

<sup>15</sup> Quando ocorre de maneira espontânea resultando de estímulos abstratos e concretos.

<sup>16</sup> Quando é pautado em dados de mercado, que são obtidos em pesquisas de campo, para demandas específicas.

<sup>17</sup> Arte marcial japonesa moderna (*gendai budo*), desenvolvida a partir das técnicas tradicionais de combate com espadas dos samurais do Japão feudal, o *Kenjutsu*.

<sup>18</sup> É um fenômeno psicológico que envolve um estímulo vago e aleatório, geralmente uma imagem ou som, sendo percebido como algo distinto e com significado.

*Lounge Chair* (1956) de Charles Eames; *Superleggera* (1957) de Gio Ponti; *Eames Aluminium Chair* (1958) de Charles e Ray Eames; *Blow Chair* (1967) de Gionatan De Pas, Donato D'Urbino, Paolo Lomazzi e Carla Scolari; *Quaderna Table* (1970) do Superstudio; *Wiggle Chair* (1972) de Frank Gehry; *Ghost Chair* (1987) de Cini Boeri e Tomu Katayanagi; *Toledo Chair* (1988) de Jorge Pensi; *Taraxacum '88* (1988) de Achille Castiglioni; *Luminaria Titania* (1989) de Alberto Meda e Paolo Rizzatto; *Luminária Brera* (1992) de Achille Castiglioni; *Aeron Chair* (1994) de Donald Chadwick e William Stumpf; *Tamu Chair* (2019) de Patrick Jun.

As duas relações de produtos que foram demonstradas pela pesquisa finalizam com um projeto executado por uma impressora 3D. Todos eles são resultados de valores imanentes dos designers que os materializaram. São exemplos da poiésis que dispõem os profissionais de design e que os possibilitam permear todo o trajeto da história. Conforme o futuro se aproxima e se funde entre pré-imediato, momento presente e pós-imediato, a realidade que se constrói. Dessa maneira, ela é apreendida pelos nichos de mercado. As percepções dos designers vão sendo materializadas e se fazendo presente. Essa elaboração se autonutre, como aconteceu com duas cadeiras magníficas: a *Tripolina* (1855) de Joseph Beverly Fanby, que teve considerável influência na *Cadeira Butterfly* (1938) de Jorge Ferrari-Hardoy, Juan Kurchan e Antonio Bonet. As necessidades atendidas prosseguem se resignificando como aconteceu com o *Drinking Straw* (1888) de Marvin Stone. Utilizado por gerações, tornou-se o “inimigo público número um” em 2015, após a imagem de um ecologista retirando com um alicate o canudinho plástico da narina de uma tartaruga viralizar na web. É assim que o contemporâneo se materializa, reconstruindo o mundo no ritmo circadiano<sup>19</sup>.

### 3. Conclusão

A origem do design está inspirada e referenciada na natureza; associada à beleza que nos cerca. Com o avanço científico, a necessidade percebida durante a Exposição Universal de 1851, foi de que os produtos deveriam externar o momento em que foram confeccionados. Matéria-prima e tecnologia deveriam ser empregadas com maestria, viabilizando a comercialização e satisfação dos usuários. A formação de um profissional que conciliasse esses interesses foi o objetivo principal da Bauhaus. Na sua fundação os vários artistas contratados para lecionar, desenvolveram uma pedagogia própria e estabeleceram procedimentos metodológicos que nortearam o ensino do design para outros países. A liberdade de pensamento propiciou o início de uma teoria do design. Muitos projetos resultados desse momento são considerados atuais ainda hoje. A Escola de Ulm, teve uma importância similar. Porém ficou associada ao pragmatismo. Os procedimentos sistemáticos predominaram e tiveram forte influência no Brasil. Quem sabe não está aí, a razão de talentos inquestionáveis como os dos Irmãos Campanas, serem desconsiderados por tantos teóricos do design nacional? O design italiano, reconhecido e admirado em todo o planeta, possui um

<sup>19</sup> Ritmo circadiano ou ciclo circadiano (do latim *circa* cerca de + *diem* dia) designa o período de aproximadamente 24 horas sobre o qual se baseia o ciclo biológico de quase todos os seres vivos, sendo influenciado principalmente pela variação de luz, temperatura, marés e ventos entre o dia e a noite.



legado que está associado à sua origem: arte e arquitetura. A capacidade e liberdade que os profissionais e teóricos italianos possuem para cogitar sobre a natureza como um todo é registrada a cada instante na mídia especializada. Um exemplo que podemos seguir com a prudência devida. As possibilidades de interação, que a Web propicia são uma das alternativas possíveis a serem exploradas. Beleza, arte, design, proporção, sentir, e inúmeros outros objetos de interesse e indagação, farão sempre parte da maneira, própria, que cada um de nós possui para contribuir com reflexões sobre o design bioinspirado.

## Referências

- AGAMBEN, G. **O que é o contemporâneo? e outros ensaios**. Chapecó: UnoChapecó, 2009. 92p.
- ARRUDA, A. et al. **Bionica e design carmelo di bartolo e il centro ricerche ied: esperienze memorabili da 30 protagonisti**. São Paulo: Blucher, 2020. 380p.
- BASSI, A. **Design Contemporâneo**. Bologna: Società editrice il Mulino, 2017. 128p.
- BOMFIM, G. A. **Estética Aplicada ao Design**. Campina Grande: [s.n.], 1995. 98p.
- BOMFIM, G. Fundamentos de uma Teoria Transdisciplinar do Design: Morfologia dos Objetos de Uso e Sistemas de Comunicação. **Revista Estudos em Design**, v. 5, n. 2. Rio de Janeiro: aend-br, 1997. p. 27-41.
- CARMAGNOLA, F. Luoghi Della Qualità - **Estética e Tecnologia nel Postindustriale** – Milão: Domus Academy, 1991. 267p.
- CLARKE, A. C. **2001: uma odisseia no espaço**. 4.ed. São Paulo: Aleph, 2015, 330p.
- COINEAU, Y.; KRESLING, B. **Le invenzioni della natura e la bionica**, Torino: Edizioni Paoline, 1989. 99p.
- COUTO, M. **Um rio chamado tempo, uma casa chamada terra**. São Paulo: Companhia das Letras, 2003. 262p.
- COUTO, R. et al. **Gustavo Amarante Bonfim uma coletânea**. Rio de Janeiro: Ed Rio Book's, 2014. 126p.
- Disponível em:  
<https://heeyblog.wordpress.com/2012/12/12/materia-diferenca-entre-hip-hop-e-rap/> Acesso em: 30 de junho de 2019.
- Disponível em:  
<https://www.silvaniamares.com.br/historia-da-moda-onde-e-quando-surgiu-a-t-shirt/> Acesso em: 16 de junho de 2019.
- Disponível em:  
<https://noticias.r7.com/carros/fotos/colecao-de-antigos-encontrada-em-fazenda-na-franca-e-a-mais-valiosa-da-historia-r-100-milhoes-08022015#!foto/1>. Acesso em: 18 de junho de 2019.

Disponível em:

<https://lufthansacc.com/blog/expresso-do-oriente-o-trem-mais-romntico-do-mundo/>. Acesso em: 18 de junho de 2019.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário da língua Portuguesa**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986. 1838p.

FLUSSER, V. **O mundo codificado: por uma filosofia do design e da comunicação**. São Paulo: Ubu, 2017. 222p.

GIBSON, W. **Reconhecimento de Padrões**. São Paulo: Aleph, 2008. 409p.

GRAHAM-DIXON, A. **Arte: o guia visual definitivo**. São Paulo: Publifolha, 2011. 612p.

Disponível em:

<https://www.silvaniamares.com.br/historia-da-moda-onde-e-quando-surgiu-a-t-shirt/>

LIPOVETSKY, G.; SERROY, S. **A estetização do mundo: Viver na era do capitalismo artista**. São Paulo: Companhia das Letras, 2015. 467p.

PHAIDON PRESS (Autor). **Phaidon design classics - three volume set**. Londres: Phaidon Press Limited, 2006. 3.300p.

SCRUTON, R. Beleza. **São Paulo: É Realizações**, 2013. 231p.

SOARES, T.; ARRUDA, A. FUNDAMENTOS DA BIÔNICA E DA BIOMIMÉTICA E EXEMPLOS APLICADOS NO LABORATÓRIO DE BIODESIGN NA UFPE. In: ARRUDA et al. **Métodos e Processos em Biônica e Biomimética: A Revolução Tecnológica Pela Natureza**. São Paulo: Blucher, 2018. p. 7- 34.

SUDJIC, D. **A linguagem das coisas**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2010. 223p.

TRIGO, L. **A grande feira: uma reação ao vale-tudo na arte contemporânea**. Rio de Janeiro: Record, 2009. 239p.

WICK, R. **Pedagogia da Bauhaus**. São Paulo: Martins Fontes, 1989. 464p.

## Usos e propriedades do carvão de bambu

### *Uses and properties of bamboo charcoal*

Fabiano Ostapiv, Dr. Eng., Universidade Tecnológica Federal do Paraná- UTFPR.

fabianoostapiv@professores.utfpr.edu.br

#### Resumo

Neste trabalho foi feita uma breve revisão bibliográfica sobre os principais usos do carvão de bambu. Foram encontrados diversos usos sendo os principais: tratamento de água e efluentes, corretivo de solos, componente para substratos para plantas e mudas, adsorvedor de vapores e odores para melhoria da qualidade do ar dentro de edificações, retirar óleo em derramamentos ambientais, absorver e difundir ondas acústicas e eletromagnéticas, tratamento acústico de ambientes internos, combate emergencial contra envenenamento por ingestão, entre outros usos. No trabalho também foi discutido o processo de carbonização do bambu e mostrado um reator portátil usado, para produção de carvão em pequena escala. Foram analisadas algumas propriedades dos carvões de bambus das espécies: *Phyllostachys pubescens* (bambu mossô), *Bambusa tuldoides*, *Dendrocalamus asper* (bambu gigante) e *Bambusa vulgaris vittata* (bambu Brasil).

**Palavras-chave:** Carvão de bambu; utilização carvão; propriedades; pirólise do bambu.

#### Abstract

*In this work was made a brief review of the main uses of bamboo charcoal. Several uses were found, the main ones being: treating water and effluents, improving the structure and fertility of soil adsorbent of vapors and odors to improve air quality inside buildings, remove oil spilled at sea, absorbing and diffusing electromagnetic and acoustics waves, acoustic treatment of indoor environments, emergency treatment against poisoning by ingestion, among other uses. The work also was discussed the process of carbonization of bamboo and was shown a portable equipment for the production of charcoal on a small scale. Was analyzed some properties of charcoal from bamboos of the following species: *Phyllostachys pubescens* (mossô bamboo), *Bambusa tuldoides*, *Dendrocalamus asper* (giant bamboo) and *Bambusa vulgaris vittata* (Brazilian bamboo).*

**Keywords** Bamboo charcoal, charcoal uses, properties, bamboo pyrolysis

### 1. Introdução

O carvão vegetal é um produto muito importante na economia brasileira. Foi o combustível base para o desenvolvimento da indústria siderúrgica nacional. Historicamente o

Brasil é o maior produtor mundial de carvão vegetal, com 6 milhões de toneladas anuais, segundo EPE (2022) este recurso junto com a lenha, representa aproximadamente 8,7% da matriz energética nacional. No Brasil, 60% de todo o carvão vegetal produzido provém de reflorestamentos com espécies do gênero *Eucalyptus*, mas infelizmente muita matéria prima ainda é proveniente de desmatamentos ilegais de matas nativas.

Apesar de ainda pouco utilizado para fins energéticos no país, o bambu é uma ótima matéria prima para produção de biomassa e carvão podendo ajudar na diminuição da pressão existente sobre as florestas nativas brasileiras. Acompanhando a tendência mundial, reflorestamentos com bambus devem se tornar em breve uma alternativa viável, atrativa e em grande escala no Brasil.

O plantio de bambuzais para produção de biomassa com fins energéticos é um investimento florestal atrativo devido a uma série de fatores, tais como: a rusticidade e a resistência da planta, baixa exigência de solos férteis (o bambu é uma gramínea fixadora de nitrogênio no solo e que produz seu próprio adubo através de abundante serrapilheira), boa produtividade, tempo de replantio longo, colheita da biomassa com ciclo curto, possibilidade de manejo com corte raso, baixo custo de adubação, baixo custo com defensivos, poder calorífico similar ao do eucalipto de média densidade, possibilidade de plantios em consórcio com outras culturas e com a floresta nativa, entre outros fatores.

Como discutiram Ostapiv e Salamon (2020), o bambu é possivelmente o biomaterial estrutural que apresenta o mais baixo conteúdo energético produzido pela natureza e, portanto, um dos materiais mais sustentáveis existentes no planeta. Devido a esta eficiência energética e as suas características únicas, como sua macro estrutura tubular e mesoestrutura com gradientes funcionais FGM, os bambus apresentam grande potencial para uso como material de engenharia de base, mas também de ponta.

A distribuição em gradiente funcional dos feixes fibrovasculares no material lenhoso do bambu é a principal característica que explica por que o carvão de bambu tem propriedades únicas de adsorção e uma área superficial maior que o carvão produzido de árvores.

O carvão de bambu é obtido por meio da pirólise de colmos, galhos e tocos da região da base dos colmos, como mostrado na figura 1. Além disso, podem ser utilizados na produção resíduos de processamento dos colmos, tais como pós e cavacos, prensados ou não na forma de briquetes. Atualmente a produção de briquetes de carvão de bambu no Brasil é insignificante.

A produção de carvão de bambu é um elemento chave para o desenvolvimento e estabelecimento de toda a cadeia produtiva do bambu no Brasil, permitindo: agregar valor, reduzir desperdícios, eliminar resíduos, fazer aproveitamento energético, reciclar nutrientes rapidamente, produzir vários sub produtos úteis como fertilizantes naturais, etc.



Figura 1: Carvão de tocos e raízes de *Drepanostachyum falcatum*. Fonte: O autor

Devido ao aumento mundial da população, da industrialização e do consumo de bens e serviços, fatores como o consumo e a poluição do ar e da água tornaram-se um problema ambiental mundial crítico. Neste contexto o carvão de bambu é um material adequado para auxiliar na mitigação de impactos ambientais negativos, contribuindo com os objetivos do desenvolvimento sustentável ODS proposto pelas Nações Unidas, especialmente: na produção de água potável e saneamento, energia limpa e acessível, fome zero e agricultura sustentável, mas também pode auxiliar no crescimento econômico, erradicação da pobreza, inovação tecnológica, saúde e bem estar ao promovendo ações de reflorestamento com bambuzais, eficaz contra a mudança global do clima.

No atual cenário onde as crises se somam, o bambu mostra-se uma alternativa viável para reflorestamento energético, pois; as florestas mundiais nativas que eram utilizadas como fonte de matéria prima para a produção de carvão estão sendo rapidamente reduzidas e quase exauridas; a área de reflorestamento com bambuzais tem aumentado no mundo e vem crescendo também no Brasil; o ciclo de colheita do bambu é curto devido à sua vigorosa rebrota e rápido crescimento dos colmos; o carvão de bambu tem poder calorífico similar ao carvão de eucalipto; o carvão de bambu pode ser obtido facilmente e com baixo processamento mecânico em diferentes tamanhos e formas como ripas, lascas, peças cilíndricas, cavacos tipo chips e serragem; o carvão de bambu pode substituir com vantagens o uso do carvão vegetal produzido da madeira de árvores e o carvão de bambu pode ser produzido em pequena escala diretamente nas pequenas propriedades e comunidades rurais como mostraram Dwivedi *et al* (2014) e Ostapiv *et al* (2021).

### 1. A carbonização do bambu

O carvão de bambu é obtido mediante a ação de calor em ambiente com pouco oxigênio, no processo de carbonização é eliminada a maior parte dos componentes voláteis da madeira de bambu e ocorre uma concentração de carbono no carvão. Quanto maior a temperatura de carbonização, maior o teor de carbono fixo existente no carvão de bambu, como é mostrado no gráfico 1, de carbonização do bambu mossô.

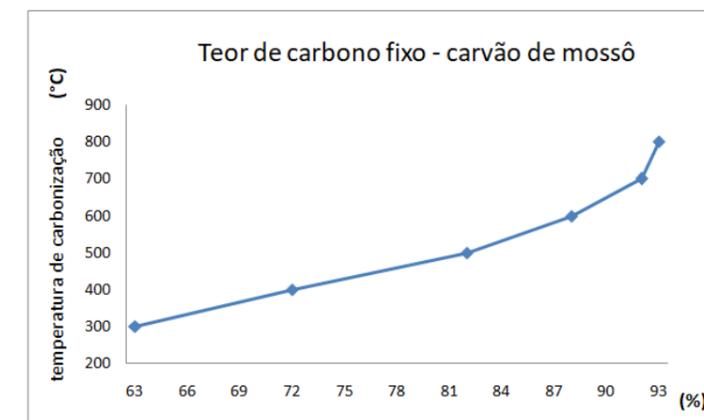


Gráfico 1: Variação do teor carbono fixo no carvão de bambu mossô com a temperatura de carbonização. Fonte: (Shenxue, 2004)

Assim como na carbonização da madeira, durante a pirólise de uma carga de bambu vários subprodutos voláteis são gerados. Nos processos mais simples estes voláteis são perdidos para a atmosfera na forma de fumaça e vapores, em sistemas mais elaborados muitos destes voláteis podem ser aproveitados, seja através da extração por condensação ou pela queima dos gases combustíveis no próprio processo, melhorando a eficiência da pirólise.

Os principais voláteis gerados durante a pirólise do bambu são: vapor d'água, monóxido e dióxido de carbono, metano, etileno, hidrogênio, vapores de metanol e extrato pirolenhoso, rico em alcatrão, fenóis e ácidos orgânicos. As propriedades e alguns usos do extrato pirolenhoso de bambu, como sua atividade antioxidante foram mostrados por Wang *et al*, (2012). Já os combustíveis gasosos gerados na pirólise representam aproximadamente 40% da quantidade total de energia térmica disponível na carga de bambu fresco. Caso fossem aproveitados no Brasil os subprodutos gerados na pirólise do carvão vegetal, através da melhoria da tecnologia de carbonização, poderiam ser produzidos anualmente milhões de toneladas de alcatrão, matéria prima utilizada para produção de fertilizantes e insumos para a agricultura.

De um modo geral, no processo de carbonização, o bambu perde a maior parte do seu hidrogênio molecular e o carvão passa a ser constituído principalmente por carbono, cristalino e amorfo, e um percentual pequeno de óxidos e sais minerais, formando um material muito estável, semelhante a uma cerâmica.

Shenxue (2004), divide a pirólise do bambu em quatro estágios principais, classificados segundo a temperatura do processo de carbonização e os subprodutos gerados no processo.

- Secagem da madeira de bambu:

A temperatura da carga e do reator é inferior a 120°C e a velocidade da pirólise é lenta e a reação é endotérmica. Neste estágio a madeira de bambu perde água na forma de vapor. Se a carga de bambu for retirada neste estágio será obtido bambu anidro.

- Pré-carbonização da madeira de bambu:

A temperatura da carga e do reator fica na faixa de 120°C a 260°C. Neste estágio ocorrem distintas reações de pirólise na carga de bambu. Os compostos químicos menos estáveis do material lenhoso, tais como a hemicelulose, começam a se decompor em monóxido e dióxido de carbono, a reação ainda é endotérmica. Se a carga de bambu for

retirada do reator neste estágio o “carvão” de bambu produzido será ideal para uso como combustível em lareiras, fornos e fogões, por conter mais energia calorífica.

- Carbonização:

A faixa de temperaturas varia de 260°C a 450°C e o material lenhoso do bambu é rapidamente decomposto em muitos subprodutos líquidos e gasosos. Os produtos líquidos contêm muito ácido acético, metanol e alcatrão. A produção de gases combustíveis como metano, etileno e hidrogênio aumentam enquanto o dióxido de carbono diminui gradualmente. Neste estágio o processo é exotérmico, produzindo muito calor.

- Calcinação ou estágio de refinamento do carvão:

A temperatura é superior a 450°C. O carvão de bambu continua emitindo substâncias voláteis, aumentando cada vez mais o teor de carbono fixo no carvão final. Neste estágio a produção de vapores condensáveis é pequena e o carvão produzido pode ser classificado como carvão verdadeiro, podendo ser utilizado entre outros usos como material adsorvedor.

## 2. Processo de carbonização do bambu em fornos portáteis

Carvão de bambu e carvão vegetal podem ser produzidos artesanalmente e com poucos recursos, no conceito de mínimo produto viável, em pequenas propriedades rurais, como mostraram Imbroisi (2015) e Ostapiv *et al* (2021).

Um destes equipamentos portáteis utilizados para produção de carvão de bambu, é um forno tipo retorta feito com tambores de aço reutilizados, mostrados no pedido de patente BR10-2022-002978-4. Nas figuras 2 e 3, são mostrados detalhes do equipamento.

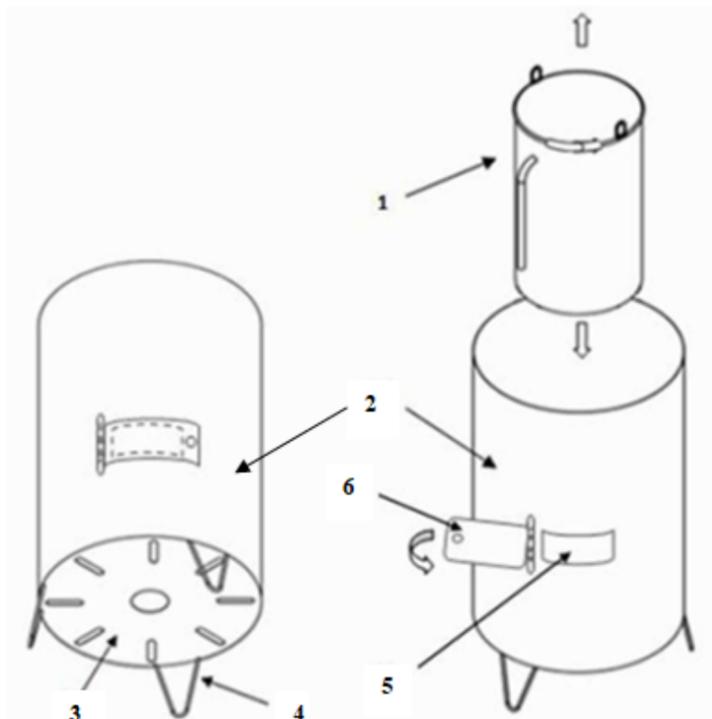


Figura 2: Desenho de conjunto. O reator (1) pode ser colocado ou retirado do tambor carcaça (2) que apresenta: grelha (3), pés (4), janela de inspeção (5) e portinhola para inspeção (6).

Fonte: BR10-2022-002978-4

Na figura 3 são mostrados detalhes do protótipo do reator. A figura 3a mostra o reator carregado com bambu fresco. Na figura 3b, o reator está sendo retirado do tambor carcaça com os pés e o fundo incandescentes. Na figura 3c, são mostradas as chamas direcionadas para o centro do reator, através dos queimadores tubulares. O reator é bastante versátil e pode, ser usado diretamente sobre uma fogueira, apresentando, no entanto, resultados inferiores.

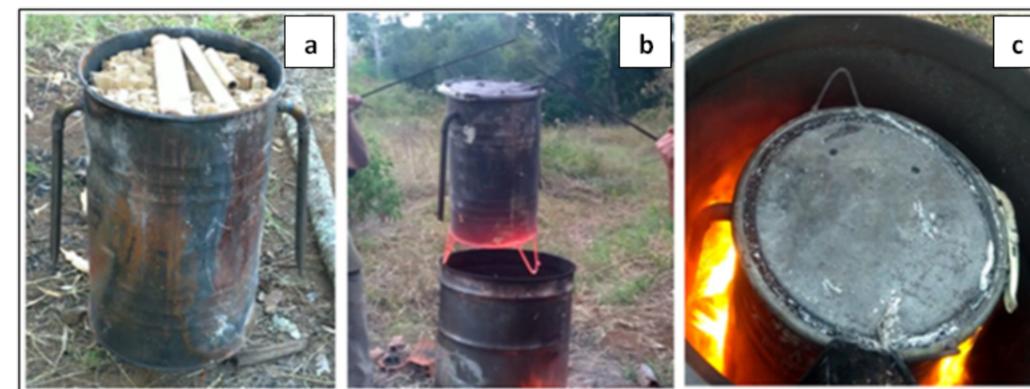


Figura 3: Tambor reator de 40 litros com queimadores tubulares. (a) aberto com carga fresca, (b) sendo retirado do tambor carcaça, (c) detalhe das chamas nos queimadores de gases. Fonte: Ostapiv *et al* (2021)

## 3. Principais propriedades do carvão de bambu

O processo de produção de carvão de bambu promove um rearranjo dos átomos de carbono, bem como um aumento na porosidade do material aumentando a área superficial do carvão e a capacidade de troca de cátions e a adsorção de nutrientes ou de substâncias nocivas, dependendo do uso a ser dado ao material.

Dwivedi *et al* (2014), mostraram que o carvão de bambu apresenta cerca de quatro vezes mais microcavidades que o carvão de madeira de árvores, e que a área superficial do carvão de bambu, produzido em alta temperatura, mas sem processo de ativação, pode chegar a 300 m<sup>2</sup>/g. Ostapiv *et al* (2022), mostraram que o carvão de bambu pode absorver e reter grandes quantidades de água em suas meso e microcavidades, podendo ser utilizado como regulador de umidade em solos e substratos.

As principais propriedades do carvão de bambu que o tornam um material importante, tanto para fins energéticos como para remediação ambiental e desenvolvimento de produtos inovadores, são:

- O carvão não é solúvel em água ou em outros solventes.
- É um material muito estável.
- É fonte de carbono e de cátions.
- É fonte de minerais como cálcio, magnésio, potássio, silício e sódio.
- Apresenta baixa densidade e tem pH básico, como mostrado na tabela 1.

Espécie de bambu	Densidade média da biomassa (kg/m <sup>3</sup> )	pH da biomassa	Densidade do carvão (kg/m <sup>3</sup> )	pH do carvão
<i>Bambusa vulgaris vitatta</i>	680 ± 40	5,5	250 a 460	8,7

<i>Bambusa tuldooides</i>	670 ± 50	5,5	260 a 450	8,8
<i>Dendrocalamus asper</i>	670 ± 40	5,7	270 a 480	9,2
<i>Phyllostachys pubescens</i>	710 ± 40	5,2	240 a 500	8,6

Tabela 1: Densidade e pH da biomassa e do carvão de diferentes espécies de bambu. Adaptado de: Brito *et al* (1987), Guarnetti (2013) e Silva (2016).

- O carvão de bambu tem poder calorífico similar ao do carvão produzido de eucalipto de média densidade. Na tabela 2 são mostrados valores do poder calorífico da madeira de bambu e do carvão de bambu que passa a ter uma densidade energética maior.

Espécie de bambu	Poder calorífico da biomassa (Kcal/Kg)	Poder calorífico do carvão (Kcal/Kg)
<i>Bambusa vulgaris vitatta</i>	4000 a 4700	6700 a 7300
<i>Bambusa tuldooides</i>	4000 a 4600	6500 a 6900
<i>Dendrocalamus asper</i>	3800 a 4500	6400 a 6800
<i>Phyllostachys pubescens</i>	4000 a 4600	6800 a 7800

Tabela 2: Poder calorífico médio da biomassa e do carvão produzido de diferentes espécies de bambu. Adaptado de: Brito *et al* (1987), Guarnetti (2013) e Silva (2016).

- Tem excelente capacidade de adsorção, devido a atração atômica de Van der Waals, a grande quantidade de carbono existente no material, a grande área superficial e também, devido a distribuição em gradiente funcional formando meso e microporos.
- O carvão de bambu é bom absorvedor e dissipador de ondas eletromagnéticas e ondas sonoras.
- Tem boa capacidade de emissão e reflexão de ondas na faixa do infravermelho.
- O carvão com alto teor de carbono fixo não é biodegradável, ou seja, não é decomposto por fungos e bactérias.
- Quando incorporado ao solo, o carvão de bambu pode incrementar a propagação de micorrizas no solo.
- O carvão pode ser processado mecanicamente de maneira simples e fácil.

Como o material lenhoso proveniente dos colmos do bambu apresenta gradiente funcional e anisotropia, o carvão de bambu também mantém estas características. Assim é possível encontrar valores diferentes de densidade e poder calorífico para o carvão proveniente da base ou da casca do colmo, em relação ao carvão proveniente da região do topo e do interior do colmo, para as mesmas condições de carbonização, uma vez que a temperatura de carbonização e o fluxo térmico influenciam diretamente nas propriedades finais do carvão produzido.

Como discutiram Isa *et al* (2016), o carvão de bambu é um absorvente alternativo potencialmente o mais barato e fácil de ser obtido entre os materiais à base de carbono, como os nanotubos de carbono, grafeno e óxido de grafeno.

#### 4. Principais aplicações do carvão de bambu

O carvão de bambu tem aplicações em diversas áreas tanto industriais como no dia a dia, os principais usos são mostrados e discutidos a seguir.

- Fonte de energia térmica.

No mundo, o carvão de bambu é largamente utilizado como fonte energia calorífica para aquecimento e cozimento de alimentos, tanto na indústria como no ambiente residencial. Similar ao trabalho de Brito *et al* (1987), Silva (2016) mostrou que o carvão produzido de bambus das espécies *B. vulgaris vitatta*, *B. tuldooides* e *D. asper* apresentam características energéticas similares ou superiores ao carvão produzido dos híbridos de *Eucalyptus grandis* e *urophylla*, nas mesmas condições de carbonização, indicando o potencial destas espécies de bambu para o uso como fonte de energia, apesar do seu elevado teor de cinzas.

- Tratamento de água e efluentes.

O carvão de bambu pode ser utilizado em filtros ou aplicado diretamente na água a ser tratada, como no caso de reservatórios de água. Os carvões de bambu são básicos e aumentam o pH das águas da chuva que geralmente são ácidas. O carvão de bambu pode ser utilizado também para tratar a água antes do uso culinário. No Japão e na China, é comum adicionar carvões de bambu diretamente em panelas, chaleiras e garrafas térmicas. Vários autores relatam que a adsorção de compostos orgânicos em carvão ativado é uma das tecnologias mais importantes utilizada para tratamento de água de abastecimento e no tratamento de efluentes industriais.

O uso indiscriminado de agroquímicos nos cultivos agrícolas em geral tem provocado a contaminação de solos, águas superficiais e subterrâneas. Para mitigar um pouco este problema tão crítico, pode ser utilizado o carvão de bambu. Asada *et al* (2002) e Dwivedi *et al* (2014) relataram que o carvão de bambu é um bom adsorvedor de benzeno, tolueno, compostos clorados e fluorados, substâncias comumente usadas em agrotóxicos. Além disso, pode auxiliar na purificação da água de outros contaminantes como hormônios, amônia, formaldeídos, arsênico e metais pesados. Martinez *et al* (2010), relataram sucesso na remoção dos herbicidas diuron e hexazinona de água por adsorção em carvão ativado.

Imbroisi (2015) e Ostapiv *et al* (2021), mostraram que é possível produzir carvão de bambu com baixo custo, diretamente nas pequenas propriedades rurais, usando reatores portáteis feitos com tambores de aço, próximo ao local onde o tratamento de água e efluentes se faz necessário, possibilitando acessibilidade e disponibilidade para este tipo de tratamento.

- Purificação de óleo de cozinha usado.

Suryandari e Kusuma (2020) mostraram que através do processo de adsorção, o carvão ativado de bambu javanês pode ser usado para reduzir: a turbidez, o odor, o conteúdo de água, a acidez e a quantidade de peróxidos em óleos de cozinha usados.

- Corretivo e melhoria de solo fértil e de substratos para plantas.

Mendonça (2007), diz que o carvão vegetal pode ser utilizado de forma eficiente na agricultura. Quando aplicado no solo em doses e granulometria adequada o carvão exerce excelente desempenho na produção de vegetais.

Como já discutido, o carvão de bambu apresenta um conjunto de propriedades que o caracterizam como material adequado para ser usado como corretivo de solo e na elaboração de substratos para plantas e mudas. Na figura 4 é mostrado o uso de carvão de bambu na composição de uma mistura para substrato de vasos, com solo argiloso, areia e húmus.

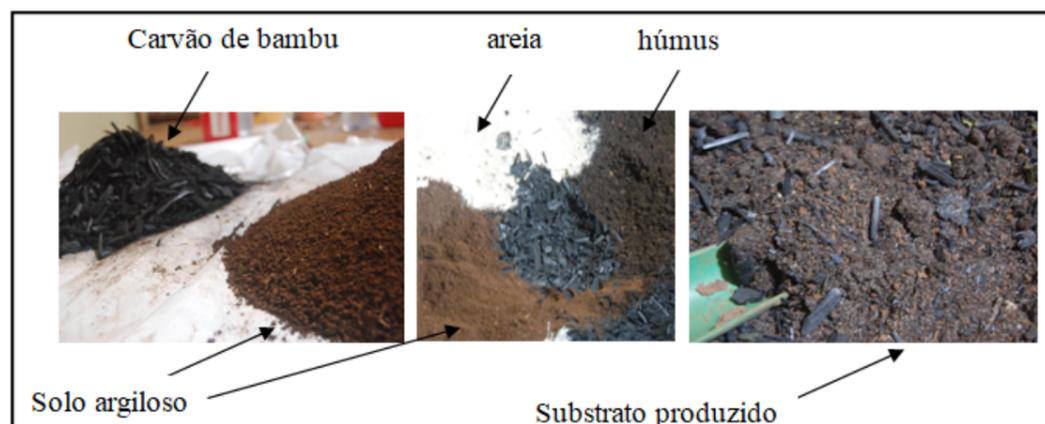


Figura 4: Elaboração de substrato para mudas com solo argiloso, areia, húmus e carvão de bambu. Fonte: O autor

O carvão de bambu pode ser aplicado diretamente no solo, seu uso possibilita melhorar a qualidade do solo/substrato através da modificação de suas propriedades físicas, químicas e biológicas, tais como: aumentar o pH e o carbono orgânico; melhorar a fixação biológica de nitrogênio; disponibilizar vários elementos como, boro, molibdênio, cálcio, potássio, fósforo; adsorver agrotóxicos residuais, diminuir as perdas de adubo por lixiviação; induzir o aumento da quantidade dos fungos micorrízicos no solo por permitir abrigo para a microbiota nos microporos e mesoporos existentes no carvão de bambu; melhorar a estrutura física do solo, aumentar a aeração e a disponibilidade de água no solo.

Joseph *et al* (2010) explicam que as interações entre o biocarvão e o solo dependem de fatores como: a composição química da matéria prima da qual é produzido o carvão; as condições do processo de pirólise; o sistema de aplicação do biocarvão; as condições edafoclimáticas do local onde o carvão vegetal será usado e a granulometria do material.

Teixeira *et al* (2017), estudando vários autores, diz que o uso do carvão de bambu pode melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, aumentando a retenção de água e da troca catiônica, a elevação do pH e a melhoria do habitat para micro-organismos benéficos. E que o carvão de bambu pode ser usado para remediar efeitos de contaminação com metais pesados e hidrocarbonetos no solo.

Finalmente, Trazzi (2014) explica que são muito limitadas as informações sobre a influência do tamanho das partículas e das quantidades de carvão de bambu que devem ser aplicadas ao solo para se obter as melhores respostas.

- Adsorção de cheiros.

O carvão de bambu pode ser utilizado para adsorver cheiros e gases tóxicos. Neste sentido, pode ser utilizado para controlar o mau cheiro como os produzidos em estações de tratamento de esgoto, biodigestores, composteiras e em alguns processos industriais. Também pode ser usado em palmilhas dentro de tênis e sapatos para controlar o odor desagradável do chulé. Outra aplicação comum, especialmente no Japão, é o uso de carvão de bambu dentro de geladeiras e expositores, visando reduzir o odor causado pelos alimentos armazenados.

- Controle de poluição do ar em interiores de edificações.

Asada *et al* (2002) mostraram que o carvão de bambu mossô pode ser utilizado para remover gases tóxicos e nocivos de ambientes internos de fábricas e edificações, prevenindo a “síndrome do edifício doente”. Os autores relataram que o carvão de bambu pode remover de ambientes fechados, com eficiência, vapores de formaldeído (usado em colas de pisos e

revestimentos), benzeno e tolueno (usado em tintas), amônia, metil benzopiról e aldeído nonenal (substâncias produzidas por decomposição de secreções humanas e de animais como suor e fezes). Neste estudo, o carvão produzido a 1000°C, teve melhor desempenho para remoção de formaldeído, benzeno e tolueno e a 500°C para remoção da amônia.

Duan *et al* (2023), mostraram a boa performance do carvão de bambu ativado por ácido bórico na adsorção de formaldeído do ambiente interno de edificações.

- Absorção de óleo e petróleo em derramamentos no mar.

Este é um campo onde o uso do carvão tem um bom potencial para desenvolvimento, o carvão de bambu apresenta vantagens em relação a outros materiais poliméricos utilizados para conter e, ou, retirar petróleo e derivados da superfície da água, durante acidentes ambientais como no caso de derramamento de óleo no mar, em praias ou mananciais. Comparando por exemplo com o uso de serragem de madeira, material comumente utilizado para absorver óleo derramado no piso de oficinas mecânicas, o carvão apresenta várias vantagens. Consegue absorver uma massa maior de óleo que a madeira, por apresentar uma área superficial maior. É um material mais estável que a madeira e, por fim, o processo de recuperação do óleo absorvido pelo carvão é mais fácil e eficiente, podendo ser extraído por aquecimento.

Outra característica importante do carvão de bambu para uso remediador em derramamento de petróleo no mar, é o fato do carvão apresentar baixa densidade, podendo ser lançado diretamente sobre a poça de óleo. Mesmo depois de absorver óleo, o carvão de bambu permanece flutuando, podendo então ser retirado mecanicamente.

- Preservante de alimentos.

O carvão de bambu tem algumas propriedades que o tornam um material que pode ser usado como preservante de alimentos frescos ou processados, como estabilidade, insolubilidade e absorção de umidade. Outra característica importante para este uso é o fato de o carvão de bambu conter ácido acético e álcool dietílico, substâncias que têm função antiséptica e esterilizadora.

- Absorvedor / difusor de ondas eletromagnéticas e acústicas.

Como na sua meso e micro estrutura o carvão de bambu apresenta muitas cavidades com diâmetros variados, e por apresentar uma grande área superficial com disponibilidade de íons negativos, o material tende a aprisionar e, portanto, ser um bom absorvedor de ondas eletromagnéticas e ondas acústicas, podendo ser utilizado como material absorvedor acústico para compor painéis, revestir paredes, como explicam Chen e Jiang (2007) e também para minimizar a reflexão de ondas eletromagnéticas, neste caso uma técnica usada é a dispersão de partículas de carvão numa matriz polimérica que é usada então para revestir superfícies, como discutiram Isa *et al* (2016). Ting *et al* (2008), usaram o carvão de bambu como material base, sobre o qual foram depositadas nanopartículas de ferrita ( $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ ) e nanopartículas de prata, relatando em ambos os casos melhorias nas propriedades de absorção de microondas e ondas infravermelhas.

- Uso em cosméticos e produtos para cuidados com a beleza.

O carvão de bambu pode ser largamente utilizado como aditivo em diferentes tipos de cosméticos como cremes, loções, xampus, sabonetes, como os mostrados na figura 10, detergentes, pasta dental, máscaras faciais, entre outros. Nestes casos, o carvão de bambu auxilia na absorção de sujeira, poeira, oleosidade e toxinas existentes na pele.

- Dessorção de aromas no ar.

O carvão de bambu também pode ser usado para fixar e depois difundir, durante um tempo maior, aromas e cheiros agradáveis para o ambiente, como no caso do uso de óleos essenciais na aromaterapia. Na figura 12, são mostrados difusores pessoais produzidos artesanalmente, para uso em aromaterapia. O recipiente é feito de *Phyllostachys nigra* e o refil é produzido com carvão de bambu mossô usado com a finalidade de adsorver rapidamente e desorver lentamente os óleos essenciais.

- Dessorção de nutrientes no solo.

O carvão de bambu pode ser usado como veículo para, inicialmente absorver nutrientes, e depois entregar os nutrientes para o solo e para as plantas de maneira mais lenta e prolongada. Por exemplo, o carvão de bambu pode ser utilizado para absorver o chorume produzido nos processos de compostagem de resíduos vegetais, para depois este carvão saturado com chorume ser incorporado ao solo. Esta técnica traz várias vantagens em relação ao uso direto de chorume no solo, pois além de reduzir a acidez do chorume, uma vez que o carvão de bambu tem pH básico, melhora a entrega dos nutrientes existentes no chorume para o solo, diminuindo as perdas de fertilizantes carregadas pelas águas das chuvas e aumentando a disponibilidade de nutrientes para as plantas.

- Controle de umidade em ambientes fechados.

Assim como as madeiras, o carvão pode absorver ou ceder água para o meio ambiente que o circunda. Essa característica permite que o carvão de bambu possa ser utilizado como controlador de umidade dentro de armários, gavetas, caixas, embalagens, geladeiras, travesseiros, entre outros, substituindo o uso da sílica gel.

- Absorção e desorção de água no solo ou em substratos para mudas.

No caso do uso do carvão no solo ou em substratos para plantas, esta característica de retenção de grande volume de água e controle da umidade é muito importante, permitindo que as mudas possam enfrentar melhor as condições de transporte e armazenamento, e sobrevivência no solo depois de plantadas. Assim quando o meio ambiente está seco o carvão contido no solo/substrato passa a fornecer água para as plantas, o que pode significar a diferença entre a vida e a morte da muda. Porém, como mostraram Teixeira *et al* (2017), o carvão de bambu apresenta diferentes capacidades de retenção de água disponível em função da temperatura de carbonização.

- Como carga para polímeros e materiais compósitos.

Zhipei e Dagang (2014), trabalhando com polietileno e ultra alta densidade conseguiram aumento significativo na resistência a tração do material agregando carvão de bambu em pó a matriz polimérica. Li *et al* (2014) também demonstraram melhorias significativas nas propriedades térmicas, de resistência a umidade, resistência mecânica a tração e flexão, nos compósitos de polímero e madeira, com a adição de carvão de bambu ao compósito.

- Para melhorar as propriedades termo fisiológicas de tecidos.

Gunasekaran *et al* (2020), adicionaram micropartículas de carvão a tecidos de algodão e de poliéster e conseguiram melhorias nas propriedades de umectação, absorção e permeabilidade ao vapor d'água destes tecidos, bem como uma ligeira melhoria na condutividade térmica e uma redução na permeabilidade ao ar, características que se mantiveram mesmo após os tecidos terem sido lavados vinte vezes.

## 5. Conclusões

Neste trabalho foi mostrado a importância do carvão de bambu, suas potencialidades como material, vários usos possíveis, bem como aspectos do processo de carbonização e uma forma de produção simples em pequena escala, com um reator feito com tambor de aço reusado.

A produção e valorização do carvão de bambu é fundamental para o enraizamento e fortalecimento da cadeia produtiva desta planta no Brasil, uma vez que a produção de carvão permite diminuir desperdícios produtivos e agregar valores na forma de diferentes produtos como por exemplo, os fertilizantes agrícolas.

Como mostrado, o carvão de bambu pode ser produzido com baixo custo nas comunidades e propriedades rurais, podendo depois ser comercializado ou usado para tratar efluentes, água e solo, nestes mesmos locais. Porém o carvão de bambu pode ser utilizado também em produtos de engenharia de ponta como filtros para ar ou absorvedores acústicos. Ou seja, a produção de carvão de bambu dinamiza a base da cadeia produtiva permitindo que esta se estabeleça mais rapidamente e também pode promover um desenvolvimento de produtos e processos de alta tecnologia.

## Referências

- ASADA, T.; ISHIHARA, S.; YAMANE, T.; TOBA, A.; YAMADA, A.; OIKAWA, K.; **Science of Bamboo Charcoal: Study on Carbonizing Temperature of Bamboo Charcoal and Removal Capability of Harmful Gases.** Journal of Health Science, 48(6) 473–479, dez. 2002.
- BRITO, J.O.; **Princípios de produção e utilização de carvão vegetal de madeira.** USP, Escola Superior De Agricultura “Luiz De Queiroz”, Departamento de Ciências Florestais, DOCUMENTOS FLORESTAIS, Piracicaba (9): 1–19, mai. 1990.
- BRITO, J.O.; TOMAZELLO, M., F.; SALGADO, A. M. B.; **Produção e caracterização do carvão vegetal de espécies e variedades de bambu.** Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais-IPEF, n.36, p.13-17, ago.1987.
- CHEN, Y.; JIANG, N.; **Carbonized and Activated Non-wovens as High-Performance Acoustic Materials.** Textile Research Journal – TRJ, v.77 (10), p.785–791, 2007. Doi: 10.1177/0040517507080691
- DUAN, C.; MENG, M.; HUANG, H.; WANG, H.; ZHANG, Q.; GAN, W.; DING, H.; ZHANG, J.; TANG, X.; PAN, C.; **Performance and characterization of bamboo-based activated carbon prepared by boric acid activation.** Materials Chemistry and Physics 295, 2023.  
<https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2022.127130>
- DWIVEDI, A.; JAIN, N.; PATEL, P.; SHARMA, P.; **The versatile bamboo charcoal In: International Conference on Multidisciplinary Research & Practice.** Vol 1. VII, ISSN 2321-2705 p.129-131. 2014.
- EPE - Empresa de Pesquisa Energética (Brasil). **Balanco Energético Nacional 2022: Ano base 2021** / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2022, 292p.



GUARNETTI, R., L.; **Cogeração de eletricidade utilizando bambu no Brasil: aspectos técnicos econômicos e ambientais.** 2013, 156f. Tese (Doutorado em Ciências). Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

GUNASEKARAN, G.; PRAKASH, C.; PERIYASAMY, S.; **Preparation, characterisation of bamboo charcoal particles and the effect of their application on thermo-physiological comfort properties of woven fabrics.** The Journal of the Textile Institute, vol. 111, n. 3, p.318–325, 2020.

<https://doi.org/10.1080/00405000.2019.1633844>

IMBROISI, B.; **Uso do bambu nativo acreano *Guadua Weberbaueri* Pilger para o desenvolvimento de um carvão funcional em um sistema de baixo custo.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Ciência, Inovação e Tecnologia para a Amazônia. Rio Branco, 2015, 116 f.

ISA, S.S.M.; RAMLI, M.M.; HAMBALI, N.A.M.A.; KASJOO, S.R.; ISA, M.M.; NOR N.I.M.; KHALID, N.; AHMAD, N.; **Adsorption Properties and Potential Applications of Bamboo Charcoal: A Review.** MATEC Web of Conferences 7 01097 (2016). Doi: 10.1051/mateconf/20167801097

JOSEPH, S.; CAMPS-ARBESTAIN, M.; LIN, Y.; MUNROE, P.; CHIA, C. H.; HOOK, J.; VAN ZWIETEN, L.; KIMBER, S.; COWIE, A.; SINGH, B. P.; LEHMANN, J.; FOIDL, N.; SMERNIK, R. J.; AMONETTE, J. E.; **An investigation into the reactions of biochar in soil.** Australian Journal of Soil Research, v. 48, p. 501–515, 2010.

KAURA, P.J.; PANTB, K.K; SATYAA, S.; NAIKA, S.N.; **Bamboo: The Material of Future.** International Journal Series in Multidisciplinary Research (IJSMR), v. 2, nº2, 2016, 17-24 ISSN: 2455–2461

LI, X.; LEI, B.; LIN, Z.; HUANG, L.; TAN, S.; CAI, X.; **The utilization of bamboo charcoal enhances wood plastic composites with excellent mechanical and thermal properties.** Materials and Design 53, p.419-424. 2014. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2013.07.028>

MARTINEZ, M. S.; PIZA, A.V.T.; DANTAS, A. B.; PASCHOALATO, C.F. P. R.; BERNARDO, L.; **Remoção dos herbicidas diuron e hexazinona de água por adsorção em carvão ativado.** Revista DAE, nº185, p.35-39, 2011. Doi: 10.4322/dae.2014.071

MENDONÇA, A., R.; **Crescimento de cenoura em solo com diferentes combinações de doses e granulometrias de carvão vegetal.** Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Jaboticabal, 2017, 39 p.

OSTAPIV, F.; SALAMON, C.; **O bambu como material para engenharia - Produtos, ensaios e modelamento.** In: A Engenharia Mecânica na UTFPR – v.2, Editora Casaletas, Porto Alegre, p. 61-76. 2020. ISBN: 978-65-86625-14-1,

OSTAPIV, F.; OSTAPIV, L.K; OSTAPIV, G., **Inovação frugal no desenvolvimento de fornos de baixa capacidade para produção de carvão de bambu.** In: A Engenharia Mecânica na UTFPR - v. 3, Editora Casaletas, Porto Alegre, p. 30 – 40, 2021. ISBN: 978-65-86625-33-2.

OSTAPIV, G.; OSTAPIV, F., **Equipamento portátil para produção contínua de carvão vegetal com forno e reator feitos com barras de aço, com aproveitamento dos gases combustíveis da carbonização numa câmara de combustão anular através de queimadores tubulares de fluxo radial com possibilidade de inspeção e manipulação do reator durante o processo.** BR10-2022-002978-4, Pedido de Patente, INPI depositada em 16/02/2022.

OSTAPIV, F.; OSTAPIV, G.; SALAMON, C.; **Comportamento de absorção de água em carvão de bambu de diferentes espécies.** In: Tecnologias e desafios na Engenharia - Vol. 1, Editora Casaletas, Porto Alegre, p. 100 - 109, 2022. ISBN: 978-65-86625-63-9

SHENXUE, J.; **Training Manual of Bamboo Charcoal for Producers and Consumers.** Bamboo Engineering Research Center, Nanjing Forestry University, China, 2004.

SILVA, M. F; **Propriedades energéticas da biomassa e do carvão vegetal de espécies de bambu e clones de eucalipto.** Dissertação (Mestrado em Agronomia: Produção Vegetal) - Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2016. 69 f.

SURYANDARI, E.T.; KUSUMA, H.H.; **The synthesis of javanese bamboo charcoal for purifying cooking oil.** Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2021. doi:10.1088/1742-6596/1796/1/012107

TEIXEIRA, W.G.; MARQUES, J.D.O.; STEINER, C.; FLANAGAN, R.; **Retenção de água em carvão de bambu e madeira produzidos a diferentes temperaturas.** In: Bambus no Brasil – Da biologia à tecnologia. Instituto Ciência Hoje, Rio de Janeiro, 2017, p. 368-381

TRAZZI, P. A.; **Uso do biocarvão na produção de mudas e no crescimento inicial de *Pinus taeda*.** Tese (doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. 117 f. Curitiba, 2014.

ZHIPEI Y.; DAGANG L.; **Highly filled bamboo charcoal powder reinforced ultra-high molecular weight polyethylene.** Materials Letters, v. 122, p.121-124, 2014. ISSN 0167-577X

TING, T. H.; WU, K. H.; HSU, J. S.; CHUANG, M. H.; YANG, C. C.; **Microwave absorption and infrared stealth characteristics of bamboo charcoal/silver composites prepared by chemical reduction method.** Journal of the Chinese Chemical Society, 55(4), p.724-731, 2008.

ZHANG, L. Z.; NIU, J. L.; **Mass transfer of volatile organic compounds from painting material in a standard field and laboratory emission cell.** International Journal of Heat and Mass Transfer, 46(13), p.2415-2423, 2003.

## Revisão Sistemática de Literatura (RSL): ferramentas para avaliação da sustentabilidade nas edificações (FASEs)

### *Systematic Literature Review (SLR): buildings sustainability assessment tools (BSATs)*

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng, UFSC/CTC/ PósARQ/ Brasil - ORCID - 0000-0002-3250-7813, lisiane.librelotto@ufsc.br

Verônica Bandini, estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- bolsista PIBIC, veban06@gmail.com

Eduarda Cardoso Da Luz, estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- bolsista PIBIC, eduardaluz10r@gmail.com

Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. Eng, UFSC/CCE/Brasil. ORCID - 0000-0002-6675-672X, pcferroli@gmail.com

#### Resumo

Este artigo apresenta como tema a sustentabilidade nas edificações. Teve como objetivo identificar ferramentas e métodos para avaliar a sustentabilidade das edificações (BSAT - buildings sustainability assessment tools) através de uma revisão exploratória e um revisão sistemática de literatura (RSL) realizada no portal de periódicos da CAPES e no Google Scholar. A partir da revisão exploratória, identificou-se os termos de busca para a RSL, os principais indicadores utilizados nos métodos que definem uma edificação e as condições estabelecidas nessas avaliações. Como resultado obteve-se 220 ferramentas para avaliação da sustentabilidade na edificação, a sistematização do conteúdo de 80 ferramentas (disponibilizadas na página do projeto USAT), as principais dimensões da avaliação, indicadores, autores e fontes de publicação.

**Palavras-chave:** Edificações; Tecnologia; Sustentabilidade; Avaliação.

#### Abstract

*This article presents sustainability in buildings as a theme. It aimed to identify tools and methods to assess the sustainability of buildings (BSAT - buildings sustainability assessment tools) through an exploratory review and a Systematic Literature Review (RSL) carried out on the CAPES journal portal and on google scholar. From an exploratory literature review, the search terms for RSL were identified, the main indicators used in the methods that define a building and the conditions established in these evaluations. As a result, 220 tools were obtained for assessing sustainability in buildings, the systematization of the content of 80 tools (available on the USAT project page), the main dimensions of the assessment, indicators and publication sources.*

**Keywords:** Buildings; Technology; Sustainability; Evaluation.

#### 1. Introdução

No campo do design, Manzini e Vezzoli (2008) afirmaram que a questão da sustentabilidade tem sido abordada parcialmente no projeto, focando basicamente o reprojeto ambiental e o projeto de novos produtos em substituição aos existentes com o intuito da melhoria, insuficiente para atingir os requisitos da sustentabilidade.

Propor o desenvolvimento do projeto para a sustentabilidade significa promover a capacidade do sistema produtivo de responder à procura social de bem-estar utilizando uma quantidade de recursos ambientais drasticamente inferior aos níveis praticados [...] onde o projeto para a sustentabilidade deve aprofundar suas propostas na constante avaliação comparada das implicações ambientais, nas diferentes soluções técnica, econômica e socialmente aceitáveis e deve considerar, ainda, durante a concepção de produtos e serviços, todas as condicionantes que os determinem por todo o seu ciclo de vida. (MAZZINI;VEZZOLI, 2008, p.23)

Santos (2010) ampliou a visão do design do produto e a conduziu para o ambiente construído:

[...] pode-se considerar que as ações de designers, arquitetos e engenheiros têm um papel relevante para aplicar os conceitos de sustentabilidade à produção do ambiente construído e integrar as suas múltiplas dimensões de forma a trazer benefícios ao meio ambiente, ao homem e ao desenvolvimento econômico e tecnológico. (SANTOS, 2010).

Santos (2010) reforçou a necessidade das questões ambientais estarem entrelaçadas à dimensão econômica e também à tecnológica. Isto significa qualidade em projeto, em construção, em ocupação ao mesmo tempo, a busca pela economia em recursos. Materiais regionais / locais e menos impactantes, racionalização, construtibilidade, facilidade de manutenção (manutenibilidade), flexibilidade, reciclabilidade, aliados aos ganhos econômicos que podem ser integrados nas habitações para propiciar sustento às famílias, são fatores que devem ser considerados no projeto voltado ao ambiente construído.

Nesse setor, na dimensão social, também englobada pela sustentabilidade, pesa o fato das diferenças culturais, renda, qualidade de vida e perfil familiar. No ciclo de vida estão inseridos o uso de materiais que possam ser obtidos através da comunidade, da cooperação e da economia circular.

Assim com o intuito de entender como a ciência compreende uma edificação sustentável que se insere nesse ambiente construído, de forma a possibilitar uma avaliação dos níveis de sustentabilidade atingidos, esse artigo traz os resultados de uma revisão de literatura, exploratória e sistemática, identificando: os modelos de avaliação da sustentabilidade existentes no contexto das edificações; autores e pesquisas que atuaram no tema e a sua finalidade; principais palavras-chaves de referência; origem e quantidade de publicações assim como os principais indicadores utilizados para descrever a sustentabilidade nas edificações.

Compor esse cenário foi importante para entender qual a melhor forma de avaliar a sustentabilidade da edificação (abordada nesse artigo), considerando o contexto urbano no qual ela está inserida (tema de outras publicações) no âmbito do projeto USAT para desenvolvimento de uma pesquisa mais ampla que trata da proposição de um aplicativo / ferramenta, cujo desenvolvimento pode ser acompanhado na página (USAT, 2023).

## 2. Fundamentação teórica

### 2.1 Conceito de sustentabilidade

A garantia da sustentabilidade envolve o equilíbrio entre três dimensões: econômica, social e ambiental. Deve-se buscar a satisfação dos interesses de todos os intervenientes do processo, os investidores, a comunidade local, os funcionários das empresas devem ter seu retorno em qualidade de vida e equidade social, e tudo isso, não deve prejudicar (ou pelo menos os impactos devem ser minimizados) o meio ambiente, do qual todos necessitam para sobreviver. (ELKINGTON, 1998; PAULI, 1996; DONAIRE, 1995)

Autores como Manzini e Vezzoli (2008), nos mostram que atingir a sustentabilidade requer novas formas de pensar os projetos com concepções inovadoras, onde apenas o incremento das soluções não é o suficiente. Entretanto, no âmbito das edificações as estratégias têm focado na eficiência dos recursos, como água, energia, materiais.

No que se refere à questão social, a responsabilidade ultrapassa a simples satisfação de uma necessidade e inclui a responsabilidade com a sociedade e com o público em geral. A responsabilidade social:

[...] implica um sentido de obrigação para com a sociedade. Esta responsabilidade assume diversas formas, entre as quais se incluem proteção ambiental, projetos filantrópicos e educacionais, planejamento da comunidade, equidade nas oportunidades de emprego, serviços sociais em geral, de conformidade com o interesse público (DONAIRE, 1996, p.20).

Percebe-se que a busca da sustentabilidade, englobando a preservação ambiental e a responsabilidade social, não deve deixar de lado as questões econômicas e envolve aspectos polêmicos e, por vezes, até mesmo contraditórios, que requerem uma mudança profunda na forma de agir das organizações e das pessoas que a formam. Envolve questões éticas, de contínuo aprendizado, na busca do desenvolvimento de cada um e da sociedade como um todo. Na arquitetura, a sustentabilidade surgiu com enfoque muito grande na questão ambiental, em essência na questão energética. Zambrano (2008), estabeleceu uma historicidade que vai da arquitetura solar (1970) a arquitetura sustentável (1990), conforme ilustra a figura 1. Essa arquitetura sustentável, muitas vezes, tem sido traduzida como um pacote, ou kit, onde se incluem os tetos jardins, o reuso da água da chuva, a geração fotovoltaica e a qualidade do ar, por exemplo.

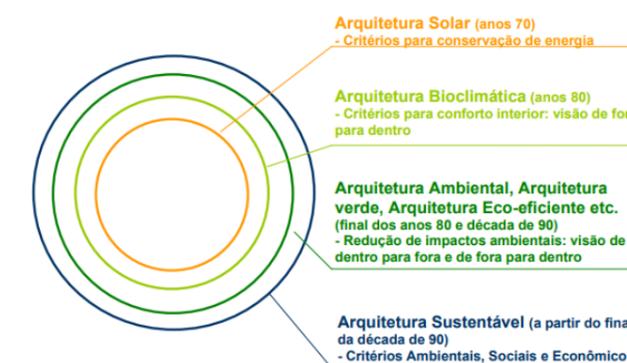


Figura 1: Evolução da abrangência das problemáticas. Fonte: Zambrano (2008).

### 2.2 Sustentabilidade nas edificações

As edificações consomem grande parte dos recursos naturais, não apenas na etapa de construção, mas também na manutenção, causando um grande impacto ambiental negativo. Neste contexto, é ainda mais importante que medidas sejam tomadas para auxiliar na redução do consumo desses recursos. De acordo com Goulart (p. 3, 2008), um projeto sustentável deveria “ ser ecologicamente correto, socialmente justo e economicamente viável, envolvendo com isto muitas variáveis, entre as quais o uso racional da energia se destaca como uma das principais premissas.”

Como ilustrado na figura 1, a arquitetura sustentável ganhou maior visibilidade a partir dos anos noventa, é neste cenário que alguns países da Europa, assim como os EUA e Canadá expuseram os primeiros selos e certificações ambientais. Com o surgimento e disseminação dessas ferramentas de avaliação de sustentabilidade em edificações, a percepção da sustentabilidade e o que esta engloba se expandiu. As ferramentas de avaliação da sustentabilidade nas edificações (*Sustainable Building Assessment Tools* - SBATs) apresentam uma lista de requisitos avaliados em construções, concentrando-se na avaliação de impactos mais evidentes a curto prazo na natureza, de aspecto quantitativo e tangível como o consumo de energia e a presença de substâncias tóxicas na materialidade da construção. O conceito englobou também fatores humanos, como a integração do edifício com a comunidade do entorno e a proximidade do prédio com pontos de transporte público ou outras facilidades que o bairro possa oferecer.

A importância de comprovar a sustentabilidade das edificações somente cresceu com o passar das décadas atrelada ao marketing e rotulagens verdes. Diante da percepção de que para garantir o futuro deve-se cuidar do meio ambiente no presente, diversos estados e nações criaram metas e regulamentos relacionados à sustentabilidade, como os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, que trazem adaptações e diretrizes para a arquitetura, de modo a torná-la mais sustentável. Logo, prédios que possuem certificações de sustentabilidade passaram a possuir maior valor de mercado, bem como os profissionais que incorporam a sustentabilidade em seus projetos.

Entretanto, essa visão da melhoria e do incremento dos sistemas que constituem a edificação, mesmo que considere o entorno na avaliação, desconsidera as possibilidades que a

edificação tem de contribuir para a melhoria do lugar onde está inserida e a existência de recursos finitos que requerem ou uma ruptura de conceitos ou a definição de prioridades nos pacotes de tecnologias incorporadas na edificação.

### 2.3 Métodos para revisões sistemáticas de literatura (RSL).

Para definir as prioridades há a necessidade da condução de uma avaliação integrada ao contexto urbano. Entretanto, as ferramentas de avaliação da sustentabilidade mais utilizadas possuem um *gap* nessa integração, mesmo que muitas considerem óticas ou momentos diferentes de avaliação. Entender essas ferramentas de avaliação da sustentabilidade na edificação e sua convergência em termos de indicadores e dimensões é a essência desta pesquisa, que foi executada por meio de revisão de literatura, em duas fases, de forma exploratória e sistemática.

De acordo com Fink (2003) uma Revisão Sistemática de Literatura (RSL) pode ser caracterizada com “um método sistemático, explícito, (abrangente) e reprodutível para identificar, avaliar e sintetizar o corpo existente de trabalhos completos e registrados produzidos por pesquisadores, estudiosos e profissionais”.

Com esse intuito Okoli (2019) elaborou um guia para a condução de revisões sistemáticas de literatura onde compara os métodos utilizados por 23 pesquisas, sintetizando os passos essenciais para sua realização. Os autores identificaram 8 passos essenciais para a realização das pesquisas com RSL, cujo método em grande maioria, as enquadra como pesquisa essencialmente qualitativa e alguns poucos, como de metanálise ou quantitativa.

Os passos essenciais para a realização da RSL, sintetizados por Okoli (2019) são: 1) identificar o objetivo; 2) planejar o protocolo de revisão e treinar a equipe; 3) aplicar uma seleção prática dos estudos revisados; 4) buscar a bibliografia; 5) extrair os dados; 6) avaliar a qualidade; 7) sintetizar os estudos; e, 8) escrever a revisão.

### 2.4 RSL em avaliação da sustentabilidade para edificações

Os autores López et. al. (2019), no que se refere a avaliação da sustentabilidade da edificação, apontam para muitas maneiras de classificar as ferramentas de avaliação da sustentabilidade e identificaram mais de 600 ferramentas de avaliação da sustentabilidade sendo que 101 delas foram utilizadas para criar uma classificação proposta pelos autores. Os autores destacam a classificação Athena que divide os métodos de avaliação da sustentabilidade em três níveis: (i) ferramentas para comparar produtos e fontes de informação; (ii) projeto de edifícios inteiros e ferramentas de apoio à tomada de decisões; e (iii) estruturas ou sistemas de avaliação para edifícios inteiros.

A Agência Internacional de Energia (IEA, Annex 31), outra forma de classificação abordada por López et. al. (2019), estabelece cinco categorias de enquadramento dos métodos: (i) *software* de modelagem energética; (ii) ferramentas de LCA (*Life Cycle Assessment*) ambiental para edifícios e estoques de edifícios; (iii) estruturas de avaliação ambiental e sistemas de classificação; (iv) diretrizes ambientais ou listas de verificação para projeto e gerenciamento de edifícios; e (v) declarações, catálogos, informações de referência, certificações e rótulos de produtos ambientais.

Com base nessas classificações López et. al (2019), propuseram três grupos de categorias, seguindo as etapas da Agência Pública de Gestão Ambiental do Governo Basco que são: Sistemas de Avaliação da Sustentabilidade da Construção; Padrões de Construção Sustentável e Ferramentas de Avaliação. No artigo os autores revisam, identificam, classificam e comparam os principais métodos de avaliação da sustentabilidade atuais (101 ferramentas), através de suas características, estrutura, âmbito de aplicação e abordagem. Do total, 36 métodos são analisados com maior amplitude pelos autores.

A pesquisa dos autores López et. al. (2019) ajudou a definir a busca exploratória por outros métodos de avaliação da sustentabilidade, assim como forneceu as diretrizes em termos de palavras-chaves e metodologia para a elaboração da RSL, somada a síntese de RSLs, realizada por Okoli (2019), apresentada neste artigo. Os autores cumpriram as etapas de: i) revisão quantitativa dos métodos de avaliação atuais e a sua classificação em grupos; (ii) análise comparativa entre grupos; (iii) análise comparativa entre os métodos incluídos em cada grupo; (iv) uma análise comparativa dos métodos tradicionais.

### 3. Procedimentos Metodológicos

Partindo-se da síntese sobre métodos para RSL realizada por Okoli (2019) e de uma revisão exploratória, onde se identificou algumas RSLs realizadas no tema das ferramentas e métodos para avaliação da sustentabilidade em edificações (i.g López et. al., 2019), estabeleceu-se o método desta pesquisa (quali-quantitativo), com as seguintes etapas:

**i) Revisão bibliográfica exploratória:** onde foram encontrados alguns autores que realizaram revisões sistemáticas no tema dos métodos e ferramentas para avaliação da sustentabilidade em edificações. Pela revisão bibliográfica exploratória, foi possível identificar diversos métodos de avaliação da sustentabilidade em edificações, assim como as categorias para sua classificação. Os métodos preliminarmente identificados foram sistematizados pela produção de catálogos / fichas seguindo o modelo proposto pelo Compêndio da Sustentabilidade (LOUETTE, 2007), para entendimento, análise e classificação.

O Compêndio para a Sustentabilidade buscou a sistematização do conhecimento acerca da sustentabilidade em diversos continentes. A publicação, de uma forma bastante direta e simples, trouxe um padrão de sistematização dos dados de ferramentas, normativas e métodos que abordam a sustentabilidade e suas formas de gestão, tendo como enfoque central as empresas e organizações.(LOUETTE, 2007). Esse material categoriza as ferramentas apresentando sempre os itens: O que é? Origem, Objetivo, Conteúdo, Passo-à-Passo, Resultados, Referência e Dicas de onde encontrar mais informações sobre os assuntos abordados.

Para a etapa do levantamento do estado da arte das avaliações, utilizou-se a sistematização das informações disponíveis das SBATs, em função da grande quantidade de ferramentas identificadas. A sistematização dos métodos de avaliação da sustentabilidade foi padronizada com o seguinte conteúdo: i. país de origem ; ii. o que é?; iii) origem; iv) objetivo; v) conteúdo com critérios e indicadores; vi) passo a passo; vii) resultados incluindo a classificação ATHENA; do Anexo 31 do projeto IEA e de López et. al., 2019.

Tal síntese pode ser útil tanto para a composição, quanto para a atualização do quadro de indicadores para o modelo ESA- *Building* (Librelotto et. al., 2017) que será usado como base da proposição do aplicativo na pesquisa maior disponível na página USAT (2023).

**ii) Definição do problema pesquisa e perguntas a serem respondidas pela RSL:** as perguntas de pesquisa estabelecidas foram: quais as ferramentas de avaliação da sustentabilidade existentes no contexto das edificações? Quais autores e pesquisas que atuaram no tema, e com que finalidade? Quais as principais palavras-chaves de referência; qual a origem e quantidade de publicações encontradas nas bases de dados selecionadas? Quais os principais indicadores utilizados para descrever e avaliar as edificações sustentáveis? De que forma essa avaliação se integra no contexto urbano?

**iii) Busca preliminar para definição de palavras-chaves:** a partir das palavras-chaves utilizadas por López (2019), no portal de periódico da CAPES e no google scholar, foi possível identificar as principais palavras-chave para a condução da RSL. As palavras-chaves foram: *Sustainable building; Level(s) Systems; Standards; Tools; Sustainable building assessment methods*. Como o estudo desses autores foi bastante exaustivo, buscou-se por RSLs complementares e por pesquisas que pudessem apontar para outros modelos ainda não identificados.

**iv) Aplicar uma seleção prática dos estudos revisados:** a pesquisa com as palavras-chaves do artigo de López et al. (2019), sem aspas, no google scholar, resultou em 126000 publicações. Utilizando os termos entre aspas ("*Sustainable building*"; "*Level(s)*"; *Systems; Standards; Tools; Sustainable building assessment methods*") e selecionando artigos de revisão, foram encontradas 6 publicações no tema (listadas no quadro 1). Todas as publicações são recentes, dos últimos 3 anos, a partir de 2020.

O mesmo procedimento foi repetido no portal de periódicos da CAPES. Para realizar a busca foi necessário apenas adequar as palavras-chaves para o formato de busca: Qualquer campo contém "*Sustainable building*" E Qualquer campo contém *assessment evaluation* E Qualquer campo contém *method (tool)* E *review*. Aplicou-se ainda os filtros, recursos online, revisados por pares, artigos e capítulos de livros. Foram obtidos 18 resultados.

Destes resultados excluiu-se as repetições de artigos que já apareceram na busca anterior e os artigos que tratavam de retrofit de edificação, iluminação e de *Life Cycle Assessment*, restando 10 artigos. Desses, leu-se os resumos e a síntese dos artigos considerados de interesse, com os assuntos tratados foi colocada no Quadro 2.

**v) Buscar a bibliografia:** a bibliografia foi coletada via acesso VPN institucional, no Portal de Periódico da Capes e no Google *Scholar*.

**vi) Extrair os dados:** as leituras buscaram coletar os dados necessários para responder as perguntas estabelecidas para a pesquisa. De um modo geral, buscou-se entender o objetivo, método e principais resultados da pesquisa, dando destaque às novas SBATs encontradas. Essas foram acrescentadas à lista já existente a partir da revisão exploratória.

**vii) Avaliar a fonte, tipo de veículo de divulgação, finalidade das pesquisas e conteúdo (qualidade);**

**viii) Sintetizar os estudos;**

**ix) Escrever a revisão:** nesta última etapa, a equipe aplicou o modelo de sistematização das informações (fichas) de forma a abranger as principais informações das SBATs. O modelo foi replicado para 80 ferramentas encontradas, e assim, conseguimos reunir os dados mais relevantes de cada SBAT em uma ficha para cada.

#### 4. Resultados

O quadro 1, apresenta as referências associadas aos autores encontrados na busca realizada no *google scholar* em janeiro de 2023.

**Quadro 1 - Resultados Google Scholar.**

JAMOUSSE (2022) <b>Objetivo:</b> analisar e avaliar o estado atual dos sistemas de certificação da sustentabilidade em edifícios. <b>Palavras-chave:</b> <i>buildings; sustainability; sustainable building; green building; assessment tools; construction; life cycle assessment</i>
FERRARI, Simone et al. (2021) <b>Objetivo:</b> comparar os métodos GBRS ( <i>Green Building Rating System</i> ) tradicionais como BREEAM, LEED, DGNB, CASBEE e WELL como o método Europeu Level(s) <b>Palavras-chave:</b> <i>Green buildings; Rating systems; Sustainability; European framework; Life cycle assessment</i>
JIMÉNEZ-PULIDO; JIMÉNEZ-RIVERO; GARCÍA-NAVARRO (2022) <b>Objetivo:</b> fazer uma revisão semi-sistemática para melhorar os instrumentos de avaliação atuais, assim garantindo a adequação às reais necessidades e atributos dos edifícios que já existem. <b>Palavras-chave:</b> <i>Semi-systematic literature review; Evaluation instruments; Sustainable built environment; Existing buildings; Assessment of building performance.</i>
NOROUZI (2020) <b>Objetivo:</b> desenvolveu um sistema especialista para avaliar o nível de desempenho de um edifício verde baseado nos indicadores do GBRS. <b>Palavras-chave:</b> <i>AHP; fuzzy inference system; fuzzy law; green building; ranking system</i>
LÓPEZ (2022) <b>Objetivo:</b> identificar e comparar métodos de resfriamento passivo que consigam melhorar a sustentabilidade e a ergonomia das escolas localizadas em um clima mediterrâneo. <b>Palavras-chave:</b> <i>Passive cooling strategies; Sustainability; Environmental ergonomics; Adaptation to climate change.</i>
LÓPEZ et al (2021) <b>Objetivo:</b> analisar as informações já existentes sobre a pesquisa CE ( <i>Circular Economy</i> ) aplicada à CDW ( <i>Construction and Demolition Waste</i> ). <b>Método:</b> analisar a RSL também quantitativa sobre a pesquisa científica. <b>Palavras-chave:</b> <i>Buildings; Closed loop; SciMAT; Sustainability; Economic aspect; CDW.</i>

O quadro 2, apresenta o resultado da busca no Portal de Periódicos da Capes realizada em março de 2023.

**Quadro 2- Resultados Portal de Periódicos Capes.**

<p>Kang e Sunkuk (2016)  <b>Objetivo</b> - Sugerir um ferramenta para avaliação da sustentabilidade em edificações (SBA - Sustainable Building Assessment), assim como o processo de desenvolvimento da mesma.  <b>Palavras-chave:</b> <i>Sustainable building; Assessment tools; Project decision makers; Socio-economic impact; Regional context; Cognitive problem-solving; Information system; Interdisciplinary approaches.</i></p>
<p>Häkkinen e Belloni (2011)  <b>Objetivo</b> - Apresenta uma RSL para determinar indicadores e barreiras para uma edificação sustentável.  <b>Método</b> - revisão de literatura, entrevistas e estudo de casos.  <b>Palavras-chave:</b> <i>barriers, construction industry, drivers, management, organizational change, professionalism, sustainable building process, sustainable building</i></p>
<p>Shafaghat et al. (2016)  <b>Objetivo</b> - Identificar o melhor método de entrada de dados para medir como seria a satisfação do usuário em edifícios energeticamente eficientes, durante a fase de projeto do mesmo.  <b>Método</b> - revisão de literatura, estudo de casos e determinação do melhor método para avaliação da satisfação do usuário durante a fase de projeto de edifícios energeticamente eficientes.  <b>Palavras-chave:</b> <i>energy efficient building; sustainable building; building assessment; user satisfaction; thermal comfort; adaptive behavior.</i></p>
<p>Seminara, Paola, Behrang Vand, Seyed Masoud Sajjadian, e Laura Tupenaite (2022)  <b>Objetivo</b> - Fornecer uma visão geral das ferramentas utilizadas no Reino Unido para avaliar as medidas de melhoramento do desempenho de edifícios.  <b>Método</b> - revisão de literatura e análise de ferramentas de avaliação de edifícios.  <b>Palavras-chave:</b> <i>building analysis; building performance; building assessment schemes; building monitoring.</i></p>
<p>Yu, Xu, and Yuehong Su. (2015)  <b>Objetivo</b> - Fornecer aos projetistas informações úteis para considerar a luz do dia no projeto de construção sustentável, apresentando uma revisão de métodos para avaliação da disponibilidade de luz diurna em ambientes fechados e métodos de estimativa para prever a economia de energia a partir da luz do dia.  <b>Palavras-chave:</b> <i>daylight availability assessment; lighting control; potential energy saving estimation.</i></p>
<p>Sinou e Stella (2006)  <b>Objetivo</b> - Apresentar uma revisão das ferramentas mais utilizadas para avaliação de desempenho de edifício e comparar as ferramentas em termos de características gerais e parâmetros ambientais. Além disso, fazer sugestões para futuras ferramentas de avaliação de construção sustentável do Mediterrâneo.  <b>Palavras-chave:</b> <i>buildings; function evaluation; information modeling.</i></p>
<p>Pons-Valladares and Nikolic (2020)  <b>Objetivo</b> - Apresentar um panorama crítico de todas as alternativas de avaliação de sustentabilidade desenvolvidas em estudos de pesquisa nas áreas de projeto arquitetônico, construção, reforma e restauração.  <b>Palavras-chave:</b> <i>building sustainability assessment systems (BSAS); green buildings; rating tools; life cycle assessment (LCA); multi-criteria decision making (MCDM); life cycle cost (LCC); building environment.</i></p>
<p>Stauski (2013)  <b>Objetivo</b> - Analisar como as metodologias para alcançar sustentabilidade em áreas urbanas e edifícios afetam as práticas de projeto arquitetônico.  <b>Palavras-chave:</b> <i>: architecture; green urbanism; quality assessment methodology; landscape architecture; sustainable buildings.</i></p>

Gupta e Gregg (2016)

**Objetivo** - Apresentar avaliação sistemática e empírica do desempenho energético e ambiental de um edifício projetado de forma sustentável, destinado a ser ferramenta de ensino e 'laboratório vivo' de sustentabilidade.  
**Palavras-chave:** *building performance evaluation; low carbon non-domestic; performance gap; BREEAM; institutional building; sustainable education.*

Os quadros acima mostram informações sobre estudos revisados nesta pesquisa, provindos do periódico da CAPES e do google scholar, que trouxeram resultados positivos para a listagem das ferramentas de avaliação de sustentabilidade em edifícios. Nesses estudos foram encontradas quais são as ferramentas de avaliação e por vezes, como acessá-las.

#### 4.1.Principais Métodos Identificados

Não foi possível encontrar os 600 métodos apontados para a avaliação da sustentabilidade – citados por López et al. (2019), por Ferrari (2021) e Vierra (2016) . cuja fonte foi rastreada até uma publicação de acesso restrito e não pode ser confirmada (*Building Green*). Do total, 191 ferramentas foram listadas e identificadas por meio da revisão exploratória, e mais 29 outras ferramentas, pela revisão sistemática, resultando em 220 ferramentas identificadas. Foram sistematizadas as informações de foram disponibilizadas na página *Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B* (USAT, 2023).

Muitas das SBATs como o LEED e BREEM possuem suas traduções e adaptações para diversos países. López et. al (2019) contaram cada variante do mesmo método como uma ferramenta diferente. Nessa pesquisa, considerou-se que há poucas variações entre os países quando estes utilizam o mesmo método, excetuando-se casos em que o país desenvolveu uma nova modalidade de certificação, como aconteceu para o LEED, no caso Brasileiro.

Outra questão que aflora das avaliações é que as SBATs propostas no Brasil, não aparecem nas revisões de literatura internacionais. Métodos como o Selo Casa Azul, MASP His, ou mesmo o MODELO ESA-B (Librelotto et. al. , 2017), Etiquetas como PROCEL, PROCEL Edifica, não foram sequer mencionados. Todavia, o desenvolvimento e a difusão desses métodos adequados à realidade específica de cada país é essencial para uma avaliação mais fidedigna. Da mesma forma, a introdução e disseminação exclusiva de métodos de ampla divulgação que desconsideram esses diferentes contextos, deve ser vista com restrição principalmente onde as mudanças em matriz energética, saneamento básico, tecnologias incorporadas em materiais e equipamentos apontam para realidades muito distintas.

#### 4.2. Análises dos Resultados

Dos resultados encontrados que respondem as perguntas de pesquisa, percebeu-se a Base Science Direct da Elsevier (9), como a principal difusora das pesquisas nesse tema. Contribuições relevantes também nas bases WoS (7), DOAJ (6), *Science Citation Index* (7), *Gale Academic OnFile* (5) e *Social Science Citation Index* (4). Foi possível identificar cerca de 220 das 600 ferramentas fornecidas inicialmente por López et. al. (2019). A lista completa das SBATs identificadas foram disponibilizadas na página do projeto de pesquisa, “*Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B*”.

Lazar e Chithra (2021) trazem uma análise bibliométrica bastante completa onde identificam os principais autores e pesquisas que atuaram no tema. De um modelo geral, as pesquisas buscam encontrar lacunas ou deficiências nas SBATs quanto à abrangência do conceito de sustentabilidade. Tais lacunas são apontadas nos aspectos sociais e econômicos que muitas vezes acabam por não integrar as avaliações (JAMOUSSE, 2022) e apontam para a necessidade da inclusão da visão de riscos e desastres, LCA (*Life Cycle Assessment*), que em geral possuem modelos específicos de avaliação, reciclagem, qualidade do ar interna, os efeitos de ilhas de calor, ruídos / barulhos e poluição.

As principais palavras-chaves de referência foram listadas nos quadros 1 e 2 e estão associadas à: avaliação, sustentabilidade, edificações e ferramentas. Os métodos AHP, MCDA e lógica Fuzzy também aparecem como integrantes da proposição de novas ferramentas. De um modo geral, há uma predominância de critérios de avaliação da edificação como: - local sustentável, qualidade interna do ar, gerenciamento, energia, água, perdas, transporte, materiais, poluição, inovação, necessidade econômicas e sociais e qualidade dos serviços. Os critérios mais recorrentes nas ferramentas são normalmente relacionados ao consumo de recursos e impacto físico do edifício no seu entorno e no usuário.

#### 4.3. Discussões

López et. al. (2019) avaliaram 101 métodos mais o método Level. Os métodos foram identificados e distribuídos em 3 grupos: sistemas, normas e ferramentas. Destes 101, os 36 métodos mais representativos foram comparados segundo 4 categorias: fase do ciclo de vida em que foram aplicados; aspectos de sustentabilidade avaliados; categorias consideradas; e o tipo e estado do projeto avaliado. Os resultados mostraram que cada um dos métodos separadamente não avalia todos os aspectos de um edifício sustentável. Muitos avaliam a energia e a qualidade do ambiente interior, enquanto poucos avaliam os aspectos sociais e econômicos. O número considerável de métodos considerados pela pesquisa e a profundidade da análise realizada é uma importante contribuição para o tema.

Jamoussi (2022) realizou uma RSL dos sistemas de certificação, e considerou o contexto da Arábia Saudita, para propor uma atualização da normativa local. Daqui que se percebe a necessidade de uma pesquisa semelhante para o desenvolvimento de uma normativa própria brasileira. A pesquisa identificou 14 temas principais para avaliar o edifício: *sustainable site, indoor environment quality, management, energy, water, waste, transportation, material, pollution, innovation, economic, social needs, culture and the quality of service* e apontou fragilidades dos métodos ao avaliar questões sociais e econômicas. De forma mais restrita, outros autores como Ferrari et al. (2021) e Stauski (2013) realizam comparativos mais restritos (dos principais métodos) ou com maior amplitude e identificam similaridades e divergências nas avaliações, entretanto os métodos mais usados conservam similaridades nos indicadores utilizados.

Foi possível perceber os métodos da AHP (Análise Hierárquica de Processos) como uma ferramenta de estruturação dos pesos entre os indicadores (NOROUZI, 2020; PONS-VALLADARES; NIKOLIC, 2020) atrelados as ferramentas Delphi e lógica Fuzzy para entender quais indicadores deveriam compor o sistema de avaliação.

Aspectos emergentes das avaliações da sustentabilidade são apontados na questão da construção passiva, zero energia, zero desperdício, emprego de materiais naturais, mudanças climáticas e economia circular.

Ressalta-se que alguns autores optam por utilizar entrevistas e estudos de casos para dar respaldo aos métodos das pesquisas. Como resultados, conseguem encontrar outros indicadores relevantes para a sua análise, e às vezes até estabelecer pesos para tais, além de definir quais os indicadores são mais importantes.

#### 4.4. Considerações Finais

Na RSL realizada por essa pesquisa foram encontrados 220 métodos para avaliação de edificações e artigos relacionados aos mesmos. Os artigos comparam os métodos, avaliam seus indicadores, mostram exemplos de aplicação das ferramentas e outros. Mas, apesar de grande parte do material encontrado trazer visões positivas sobre as ferramentas de avaliação da sustentabilidade, apontam para lacunas e aspectos a serem melhorados.

As ferramentas de avaliação da sustentabilidade em edificações encontradas nesta pesquisa demonstram, em suas bases de dados, exigências e parâmetros relacionados a seus países de origem e legislação local. Consequentemente, percebe-se que é difícil aplicar estes sistemas de classificação de edificações a outros países, o que induz a necessidade do desenvolvimento de sistemas de avaliação local. O principal aspecto a ressaltar, no que se refere às SBATs para edificações, é que o contexto do local de implementação (Bairro) é considerado, quando muito, como uma categoria de avaliação, que parece ser estanque e não influencia e ou sofre influência das características da edificação. Esse aspecto precisa ser revisto com urgência, através do desenvolvimento de modelos dinâmicos e abertos. Um empecilho para o estabelecimento de medidas para o local está na dificuldade de obtenção de dados em nível de bairro ou vizinhança.

Outra dificuldade apontada está no estabelecimento de pesos para os indicadores estabelecidos pelas avaliações, sendo que o uso de métodos como AHP parece ser um caminho apontado para a hierarquização.

O objetivo de quantificar quais as ferramentas disponíveis para avaliação das ferramentas de sustentabilidade do edifício foi alcançado. Por meio da RSL desenvolvida, foi possível criar uma lista das ferramentas que se encontra na página do projeto de pesquisa, “Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B” (USAT, 2023), contendo as informações, discutindo seus indicadores, resultados e eficiência.

#### Referências

- ELKINGTON, John. *Cannibals With Forks - The Triple Bottom Line of 21st Century Business*. New Society Publishers. Gabriola Islands BC: Canada, 1998.
- FERRARI, Simone et al. *New Level (s) framework: Assessing the affinity between the main international Green Building Rating Systems and the European scheme*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, p. 111924, 2021.
- FINK, A. *Conducting research literature reviews: From the Internet to paper* (2nd ed.). Thousand Oaks: Sage, 2005.



- GOULART, Solange. **Sustentabilidade nas edificações e no espaço urbano**. Apostila-Disciplina Desempenho Térmico de Edificações-ECV5161, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008. Disponível em: [https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161\\_Sustentabilidade\\_apostila\\_0\\_0.pdf](https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/ECV5161_Sustentabilidade_apostila_0_0.pdf). Acesso em: 28 fev. 2022.
- GUPTA, Rajat; GREGG, M. **Empirical Evaluation of the Energy and Environmental Performance of a Sustainably-designed but Under-utilised Institutional Building in the UK**. *Energy and Buildings* 128 (2016): 68-80
- HÄKKINEN, Tarja; BELLONI, Kaisa. **Barriers and drivers for sustainable building**. *Building Research & Information*, v. 39, n. 3, p. 239-255, 2011.
- IEA Annex 31. **Energy related environmental impact of buildings**. 2001. Disponível em: <https://www.iisbe.org/annex31/index.html>. Acesso em: março de 2023.
- JAMOSSI, Basseem; ABU-RIZAIZA, Asad; AL-HAIJ, Ali. **Sustainable Building Standards, Codes and Certification Systems: The Status Quo and Future Directions in Saudi Arabia**. *Sustainability*, v. 14, n. 16, p. 10314, 2022
- DO, Cristina; JIMÉNEZ-RIVERO, Ana; GARCÍA-NAVARRO, Justo. **Improved sustainability certification systems to respond to building renovation challenges based on a literature review**. *Journal of Building Engineering*, v. 45, p. 103575, 2022.
- KANG, Hyeyon, Yeunsook Lee, and Sunkuk Kim. **Sustainable Building Assessment Tool for Project Decision Makers and Its Development Process**. *Environmental Impact Assessment Review* 58 (2016): 34-47.
- LAZAR, N.; Chithra, K. **Comprehensive bibliometric mapping of publication trends in the development of Building Sustainability Assessment Systems**. *Environ. Dev. Sustain.* 2021, 23, 4899–4923.
- LIBRELOTTO, L. I.; Ferrolí, P. C. M.; Sanon, S.; Matanna, L. **Avaliação da Sustentabilidade do edifício na Escala Urbana**. In: Anais ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis: UFSC/Virtuhab, 2017. v. 1. p. 163-177. In: <<https://drive.google.com/file/d/1VYHbcPzDb8ZOfcvT1SGxyGdBUDtSRWHs/view>>
- LÓPEZ, Carmen Díaz; CARPIO, M., MORALES, M., & ZAMORANO, M.. **A comparative analysis of sustainable building assessment methods**. *Sustainable Cities and Society*, v. 49, p. 101611, 2019.
- LÓPEZ, Carmen et al. **Passive cooling strategies to optimise sustainability and environmental ergonomics in Mediterranean schools based on a critical review**. *Building and Environment*, p. 109297, 2022.
- LÓPEZ, Carmen et al. **Analysis of the scientific evolution of the circular economy applied to construction and demolition waste**. *Sustainability*, v. 13, n. 16, p. 9416, 2021.
- NOROUZI, Nima. **The more Sustainable buildings, the more Sustainable societies: An Overview on Building Sustainable Evaluation in the World**. *Energy Studies Review*, v. 24, n. 1, 2020.
- OKOLI, Chitu. **Guia para realizar uma revisão sistemática da literatura**. Tradução de David Wesley Amado Duarte; Revisão técnica e introdução de João Mattar. eaD em Foco, 2019;9 (1): e748. DOI: <https://doi.org/10.18264/eadf.v9i1.748>.
- Pons-Valladares, Oriol, and Jelena Nikolic. **Sustainable Design, Construction, Refurbishment and Restoration of Architecture: A Review**. *Sustainability (Basel, Switzerland)* 12, no. 22 (2020): 9741.

- SEMINARA, Paola, Behrang Vand, Seyed Masoud Sajjadian, and Laura Tupenaite. **Assessing and Monitoring of Building Performance by Diverse Methods**. *Sustainability (Basel, Switzerland)* 14, no. 3 (2022): 1242.
- SHAFAGHAT, Arezou, Ali Keyvanfar, Muhd Zaimi Abd. Majid, Hasanuddin Bin Lamit, Mohd Hamdan Ahmad, Mohamed Salim Ferwati, and Sib Krishna Ghoshal. "Methods for Adaptive Behaviors Satisfaction Assessment with Energy Efficient Building Design." *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 57. 250-59. 2016.
- SINO, Maria, and Stella Kyvelou. "Present and Future of Building Performance Assessment Tools." *Management of Environmental Quality* 17, no. 5 (2006): 570-86.
- STAUSKI, Gintaras. **Green Architecture Paradigm: From Urban Utopia to Modern Methods of Quality Assessment/zaliosios Architekturos Paradigma: Nuo Urbanistiines Utopijos Iki Siuolaikiniu Tvarumo Vertinimo Metodiky.** *Science Future of Lithuania* 5, no. 3 (2013): 181.
- USAT. **Urban Sustainability Assessment Tool/ESA-B**. Grupo de Pesquisa VirtuHab. Disponível em: <<https://usat.paginas.ufsc.br/>>. 2023.
- VIERRA, Stephanie. **Green building standards and certification systems**. *National Institute of Building Sciences*, Washington, DC, 2016.
- VEZZOLI, C.; MANZINI, E. **Design for Environmental Sustainability**. Londres: Springer, 2008.
- YU, Xu, and Yuehong Su. **Daylight Availability Assessment and Its Potential Energy Saving Estimation –A Literature Review**. *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 52 (2015): 494-503.

Nossos agradecimentos à FAPESC e CASAN pelo apoio financeiro à pesquisa Aplicativo USAT (Urban Sustainability Assessment Tool) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building.



## Design Centrado no Ser Humano para a Inovação Social

### *Human-Centered Design for Social Innovation*

**Natália Sarzi Ledur.**

nataliasarziledur@gmail.com

**Carolina Iuva de Mello.**

carolinaiuva@gmail.com

#### Resumo

A partir dos problemas causados pela excessiva produção e consumo de bens industriais, buscou-se abordar a importância de novas iniciativas que freiem esse paradigma, bem como evidenciar a importância do design e do profissional designer como influenciadores ativos na transformação de uma sociedade que visa um modelo de vida mais sustentável. Assim, este trabalho versa sobre a relação entre design e inovação social, apresentando o design centrado no ser humano como uma possível abordagem metodológica a ser seguida pelos designers em contextos de inovação social, na mesma medida em que ressalta a relevância desse tema na prática do design. Espera-se que, a partir deste artigo, estudantes e profissionais do design se sintam instigados a estudar, entender e realizar cada vez mais projetos que provoquem a participação ativa da sociedade nos processos projetuais que estão diretamente envolvidos.

**Palavras-chave:** Design; Inovação Social; Design Centrado no Ser Humano.

#### Abstract

*As a consequence of the problems caused by the excess production and consumption of industrial products, we seek to approach the importance of new initiatives that disrupt this paradigm, as well as highlight the importance of design and the professional designer as active influencers in the transformation of a society that aims to a more sustainable way of life. This work attends the relationship between design and social innovation, presenting human-centered design as a possible methodological approach to be followed by designers in social innovation contexts, to the same extent that it reinforces the learnings of this theme in the practice of Project. It is expected, based on this work, design students and professionals will feel encouraged to study, understand, make projects that provoke the active participation of society in the design processes that they are directly involved in.*

**Keywords:** Design; Social Innovation; Human Centered Design

#### 1. Introdução

O design enquanto profissão surgiu entre o século XVIII e o final do século XIX com o intuito de organizar a desordem do mundo industrial (CARDOSO, 2012). Com a implementação do processo de industrialização, o ser humano se afastou dos métodos artesanais de produção e se tornou dependente dos produtos manufaturados, aproximando-se cada vez mais do que hoje conhecemos como a sociedade do consumo (BELCHIOR, 2014), na qual a qualidade de vida e o bem estar social estão diretamente ligados ao poder de consumir cada vez mais produtos e serviços.

A ideia original do bem estar social, formada pela sociedade industrial, prometia a democratização ao acesso a produtos, o acréscimo do tempo livre e a chance de escolha pessoal, aumentando assim a liberdade individual e a qualidade de vida da população. Contudo, essa vinculação de bem estar com a oferta e aquisição de novos artefatos físicos é intrinsecamente insustentável, uma vez que o planeta não possui capacidade material para suportar os altos consumos impostos pela sociedade, o que poderia vir a ocasionar um possível colapso ambiental (MANZINI, 2008). Além disso, outra consequência possível é a de uma catástrofe social, já que grande parte da população não conseguiria chegar ao modelo de bem estar sugerido, ficando com a constante sensação de exclusão e infelicidade.

Durante muito tempo, essa ideia de bem estar vinculada ao crescimento industrial foi aceita e suas consequências foram ignoradas. Isso ocorreu visto que o contexto cultural, econômico, ambiental e social eram outros e os conceitos de limites pareciam ter sido distorcidos. A percepção de que o meio ambiente demonstrava constantes alertas de desastres, crescentes problemas econômicos e de desigualdades sociais, obrigou a sociedade a perceber que o atual modelo de crescimento desenfreado não seria mais assegurado (VEZZOLI, et al, 2018).

Nesse contexto, a inovação social surge no intuito de solucionar os problemas sociais contemporâneos por meio de novas ideias que visam o bem estar dos indivíduos e comunidades (dissociado do consumo de bens) por meio de ações e mudanças intrinsecamente mais sustentáveis. É fundamental, especialmente na contemporaneidade, que o designer entenda as diversas etapas do processo projetual e as direções que suas soluções podem ter para antever suas consequências no meio que está inserido (ambiente e sociedade).

O design para a inovação social prevê as contribuições do design especializado, durante o processo de inovação social, voltadas ao trabalho de *codesign*, que visa mudanças sociais. Dentre as atribuições postas ao designer, está a atuação como um facilitador, sendo seu papel fomentar o diálogo entre os envolvidos no projeto, receber *feedbacks* e, por consequência, propor novas propostas para as conversas em equipe. Manzini (2017) salienta que os especialistas em design se encontram em uma posição de agentes efetivos da mudança.

Nesse sentido, o presente artigo tem por objetivo ressaltar a relevância da inovação social orientada para a prática do design e compreender a metodologia projetual do design centrado no ser humano em contextos de inovação social. Visto que há necessidade de se pensar em novas possibilidades de atuação para os profissionais do design, que estejam mais em sintonia com os problemas contemporâneos de sustentabilidade e em contextos de viabilização e

promoção de inovações sociais. Entende-se que há um vasto universo para ser explorado nessa temática, sendo que o presente trabalho não possui a pretensão de esgotar o tema.

## 2. Design para a Inovação Social e Sustentabilidade

Para Couto e Oliveira (1999), o design passa por um permanente processo de construção e reconstrução, buscando sempre a ampliação de seus limites. O design engloba diversas questões que vão desde a forma e significação do artefato, seleção de processos e materiais, relação do usuário com o objeto, procurando manter ciência aos problemas ambientais, as necessidades de mercado e o papel profissional à responsabilidade social que ocupa.

A história do design está diretamente ligada ao progresso das revoluções industriais. Tais transformações modificaram a sociedade, a economia, a política e o meio ambiente em escala global, gerando grande evolução na tecnologia, no desenvolvimento industrial, garantindo a consolidação do sistema capitalista e da sociedade do consumo. Contudo, tais evoluções na indústria também geraram impactos negativos ao meio ambiente e a sociedade. O uso excessivo de matéria prima e a constante poluição ao ambiente indicavam a iminência de uma crise ambiental provocada pela aceleração industrial descontrolada.

Até os anos 1960, pouco era questionado, de forma aprofundada, sobre os efeitos dessa sociedade industrializada à natureza, o paradigma de desenvolvimento era alimentado pelas revoluções do século anterior, onde o meio ambiente era visto como fonte de recurso e renda (OLIVEIRA; LEONETI; CEZARINO, 2019). O conceito de ‘desenvolvimento sustentável’ foi apresentado em 1987 durante um debate da Comissão Mundial para o Ambiente e o Desenvolvimento em um documento chamado ‘Nosso futuro comum’ (*Our Common Future*), no qual o desenvolvimento sustentável forneceria todas as necessidades da geração atual sem comprometer a habilidade das futuras gerações de terem suas próprias necessidades atendidas (ONU, 1987).

Manzini (2008), porém, alerta para uma evidente aproximação dos limites do planeta, onde as transformações realizadas pelo ser humano não estão relacionadas somente com as questões ambientais, como já foi abordado no passado, mas de modo a ser feita uma análise de todo o sistema cultural/produtivo da sociedade industrial. Conseqüentemente, surge o questionamento do significado de ‘bem-estar’ e de qual maneira seria possível o desenvolvimento sem comprometer as futuras gerações, uma vez que a construção social desse bem-estar, dentro da sociedade industrial, está diretamente ligada a ideia de consumo cada vez maior de produtos e serviços.

Ao longo do tempo, teóricos apresentaram diferentes perspectivas quanto ao conceito de desenvolvimento sustentável. De acordo com Silva (2008, p. 17), até a década de 1980 os estudos estavam direcionados a compreensão “como os recursos são utilizados (ambiental), como se transformaram (econômico) e como os ganhos são distribuídos (social)”. Já Sachs (2002) foi um dos principais cientistas a contribuir com o assunto, apontando oito dimensões de estratégias (cultural, social, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional, política internacional) para análise do desenvolvimento sustentável.

Compreendendo a extensão do desenvolvimento sustentável, subdividi-la em diferentes dimensões auxilia no direcionamento das estratégias de operacionalização e seu monitoramento (VEZZOLI et al., 2018). Elkington (1994) descreve a sustentabilidade como equilíbrio entre três pilares (*triple-bottom line*): ambiental, social e econômico (Figura 1), onde as empresas devem contribuir com a sustentabilidade no intuito de possibilitar a transição para um desenvolvimento sustentável. Assim, a sustentabilidade é vista como processo, e o desenvolvimento sustentável, como o objetivo.

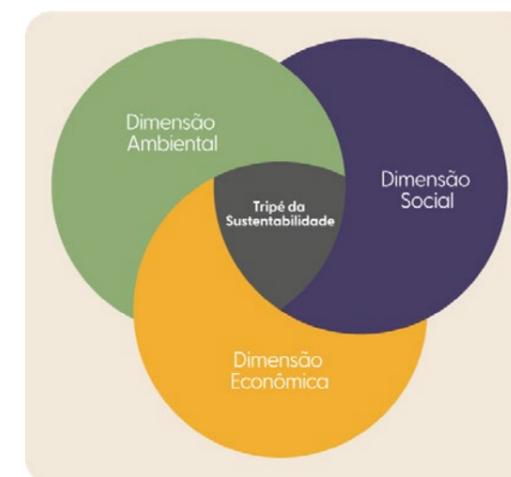


Figura 01 - Tripé da Sustentabilidade. Fonte: adaptada de Knuson (2016)

De acordo com Vezzoli (*et al*, 2008), a equidade social só é alcançada quando as oportunidades são iguais para todos. Para isso, pode ser necessário tratar de forma desigual os menos favorecidos, oferecendo soluções diferenciadas para que tenham condições equiparadas com o restante das pessoas. Dessa forma, evidencia-se que para o desenvolvimento ocorrer de forma sustentável as três dimensões precisam ser exercidas de forma proporcional, uma vez que há influência direta uma sobre a outra. Porém, neste artigo o foco se dará nas questões sociais, mais especificamente na inovação social.

O termo inovação é usado com diferentes significados nas diversas áreas do conhecimento, tanto no seu desenvolvimento quanto na prática. Segundo Silva e Bignetti (2012), o conceito tem evoluído de forma acelerada, ultrapassando as formas tradicionais de uso, da inovação tecnológica para a organizacional e de negócios, de processos fechados para inovações abertas, da inovação que deseja resultados para a inovação social. Langenbach (2008) define inovação social como elaboração de novas ideias que buscam prover as necessidades, que ainda não foram satisfeitas, de forma a melhorar a qualidade de vida dos indivíduos envolvidos, salientando que as experiências inovadoras se manifestam às margens da sociedade predominante.

Percebe-se que a variedade dos conceitos que se concebe sobre a inovação social está relacionada à procura de beneficiar os seres humanos antes de tudo, além de possibilitar a percepção do alcance interdisciplinar que o termo possui. Dentro das áreas de Ciências Sociais

e Ciências Sociais Aplicadas, o termo inovação social tem sido muito utilizado para descrever significativas mudanças em relação à contemplação das necessidades humanas que não são amparadas pelos sistemas privados ou públicos vigentes (SILVA; BIGNETTI, 2012).

A inovação social é capaz de transformar comportamentos, propor novos princípios e promover mudanças de comportamento promissoras, principalmente em escala local. Mudanças essas possibilitadas pelas pessoas que compartilham interesses em comum, e são capazes de incentivá-las. Manzini (2008) se refere a esse conjunto de pessoas como comunidades criativas, mesmo aquelas que não estão no mesmo espaço geográfico, mas que se associam por determinado interesse.

Tais comunidades fazem uso da criatividade para inventar, aprimorar e gerenciar soluções inovadoras para novos modos de vida (FREIRE; OLIVEIRA, 2017). Outra característica apontada por Manzini (2008) é que a origem dessas demandas surge a partir dos problemas da vida cotidiana contemporânea, salientando a importância da participação ativa de quem vive o problema no processo de criar soluções por meio da inovação social.

Dentre os agentes sociais que atuam no âmbito da inovação encontram-se os designers, capazes de construir conexões entre as condições internas (locais) com as condições externas, gerando experiências que mostrem novos conhecimentos e diferentes possibilidades inovadoras (MANZINI, 2008). Ocupando um papel fundamental e estratégico, o designer atua como catalisadores de processos, uma vez que possuem as habilidades profissionais e experiência de imaginar e influenciar comportamentos, aprimorando o presente e transformando o futuro, em busca de um novo cenário social (FREIRE; OLIVEIRA, 2017).

Segundo Margolin e Margolin (2004), o designer tem a competência e habilidade de dar forma a produtos materiais ou imateriais, podendo solucionar problemas humanos em larga escala e contribuir para a sustentabilidade e o bem-estar social. Essa troca entre design e comunidade pode ser abordada por meio de um design participativo, considerando que todos possuem capacidade e contribuições a serem feitas nos processos de design por meio das ferramentas estabelecidas. Os membros das comunidades são incentivados a participar ativamente do processo de criação, tornando-se assim *codesigners*. Segundo Manzini (2017), as atividades de *codesign* se dão a partir de um processo dinâmico onde os participantes resgatam suas habilidades particulares e a própria capacidade de fazer design. Dessa forma, o designer precisa entender o contexto no qual irá atuar e gerir.

Portanto, o design participativo proporciona uma ação horizontal aos envolvidos no processo, onde o designer contribui com seus conhecimentos técnicos e une-se com a comunidade, que proporciona saberes populares, cultura, matéria-prima e mão-de-obra. Com a união de conhecimentos, o encontro das melhores soluções para os problemas estabelecidos, torna-se mais provável. Sendo assim, faz-se necessário questionar o papel do designer em um contexto de abordagem participativa. Visto que, como especialistas, os designers possuem a habilidade de auxiliar não designers durante as ações projetuais, contudo não são os únicos detentores do conhecimento.

### 3. Design centrado no ser humano: uma abordagem metodológica participativa

O interesse por meios participativos de fazer design está constantemente crescendo, trazendo ganhos mútuos para quem produz e para os futuros usuários. A forma de produzir colaborativamente ganha espaço tendo em vista a possibilidade de se obter produtos, serviços ou artefatos mais convenientes para os consumidores finais. Para o design, esses caminhos de colaboração são meios mais eficientes para se encontrar e resolver os reais problemas que as pessoas possuem. E é por meio dessas abordagens que problemas mais graves e emergentes podem ser resolvidos de formas mais radicais.

A inovação social e o design se tornam aliados importantíssimos na hora de resolver radicalmente problemas complexos. Projetos que atuam na inovação social podem ser abordados a partir do design colaborativo, visto que os mesmos propõe para as pessoas servidas pelo design como centro do processo criativo, não apenas como participantes, mas como agentes ativos da construção criativa. Na verdade, por meio dessas abordagens, os usuários se tornam detentores do conhecimento e, justamente por isso, vem deles as respostas do projeto.

Existem diversos métodos e metodologias em design que possibilitam essa construção de projetos colaborativamente, como design participativo, design *thinking*, *codesign*, design centrado no usuário e design centrado no ser humano. Essa última foi escolhida para ser estudada em profundidade por se entender que a inovação social requer a participação ativa das pessoas para quem se projeta. Assim, o design centrado no ser humano se torna uma alternativa com grande potencial, pois se baseia em técnicas que comunicam, interagem, estimulam o envolvimento das pessoas e abrange todo o espectro de atividades relacionadas à inovação.

Segundo Giacomini (2012), o design centrado no ser humano (DCH) possui suas raízes na ergonomia, ciência da computação e inteligência artificial, e é baseado em técnicas que interagem e buscam o envolvimento das pessoas com o propósito de entender seus desejos, experiências e necessidades. De acordo com Rouse (1991), o DCH possui uma filosofia baseada no papel do humano em sistemas complexos e os objetivos do design são articulados conforme o papel do humano. Ainda segundo o autor, o DCH possui três objetivos:

- Busca por uma identificação, desenvolvimento e cultivo das habilidades dos indivíduos, aumentando assim as habilidades humanas;
- Auxílio na superação e identificação das limitações humanas, criando formas apropriadas de compensar essas ‘falhas’;
- Promover a aceitação do usuário, de modo a considerar as preferências e preocupações dos usuários durante o processo de design.

Dentre os três objetivos, conforme apontado anteriormente, há quatro pontos a serem observados com atenção: formulação do problema de forma correta; projeção de uma solução coerente; projeção de uma solução com alta eficiência; e a garantia de satisfação do usuário.

A empresa IDEO é mundialmente conhecida por adotar, em um contexto de design *thinking*, a abordagem DCH com seus clientes e pelo desenvolvimento de uma metodologia própria. Tim Brown (2008, p. 01), co-fundador da empresa, define o DCH como sendo “uma

metodologia que imbuí a todo o espectro de atividades relacionadas à inovação com valores fundamentais do design centrado no ser humano”.

Ainda conforme Brown (2008), o DCH mostra que a inovação, negócios e tecnologia devem estar relacionados às necessidades, comportamentos e preferências humanas. Além do mais, a empresa não define um único caminho para a solução dos problemas apresentados, mas sim várias ferramentas para criação de métodos que melhor se encaixam em diferentes cenários. Dessa forma, é por meio da observação que o DCH pode capturar *insights* e produzir inovação, traduzindo o que os usuários desejam (BROWN, 2008).

A fim de aprofundar a pesquisa e o conhecimento sobre o tema, foram analisadas duas abordagens metodológicas voltadas ao DCH: a da empresa IDEO (2015) e a da *Stanford D.School* (2018). Essas abordagens foram escolhidas por possuírem caráter prático, participativo e direcionado à ideia de propagação do processo de design, tendo o potencial de serem aplicadas em contextos de inovação social.

Para a empresa IDEO, por meio do manual *The Field Guide to Human - Centered Design* (2015), o design centrado no ser humano proporciona a oportunidade de projetar com as comunidades, entender profundamente as pessoas, criar ideias e soluções inovadoras com base em necessidades reais de pessoas reais. Apesar de o processo do DCH não ser perfeitamente linear, cada projeto, dada as suas peculiaridades, passará por três fases principais: **(i) Inspiração; (ii) Ideação; (iii) Implementação.**

**i. Inspiração:** Nessa fase entende-se da melhor forma as pessoas, a partir da observação de suas vidas, ouvir sobre suas esperanças e desejos;

**ii. Ideação:** Na segunda fase ocorre o compartilhamento de tudo que foi apreendido com a equipe, o entendimento dos dados obtidos na fase anterior e identificação das oportunidades. Neste momento, muitas ideias são geradas, algumas das quais serão mantidas e outras que descartadas;

**iii. Implementação:** É durante a implementação que as ideias criam vida, são introduzidas ao mercado, ocorrem as parcerias de negócios e os modelos de negócios são propostos e refinados. Sendo a última fase do processo transforma as ideias em produtos.

O objetivo principal dessa metodologia é compreender profundamente para quem se projeta, suas necessidades, limitações, comportamentos e contextos, gerar diversas alternativas e por fim testar até encontrar uma ou mais soluções ideias.

A *Hasso Plattner Institute of Design*, comumente conhecida como *Stanford d.school*, é um instituto de design *thinking* localizado na Universidade de Stanford. A metodologia de projeto sugerida pela *d.school* (2018), apresentada no guia *Bootcamp Bootleg*, é composta por 5 etapas: **(i) Empatia; (ii) Definição; (iii) Ideação; (iv) Prototipação; (v) Teste.** Essas etapas descrevem várias técnicas/ferramentas específicas, onde são guiadas pelas sete mentalidades que regem os modelos.

**i. Empatia:** Essa fase é a base do processo centrado no ser humano. Neste momento ocorre a imersão na vida dos usuários, que serão observados e entrevistados, ocorrendo assim um profundo entendimento das aspirações, falas e valores que eles possuem;

**ii. Definição:** A segunda etapa exige dos envolvidos no projeto as habilidades de interpretação de dados e informações, que foram obtidas na fase anterior. O foco neste momento está nos possíveis *insights* e ideias que surgem das informações através do ponto de vista do designer;

**iii. Ideação:** Esse é o momento processual em que o designer irá gerar uma grande quantidade de alternativas. Neste momento ocorre a transição entre identificação do problema para exploração das soluções encontradas;

**iv. Prototipação:** Nessa fase as ideias são tiradas do imaginário e colocadas no mundo físico. Normalmente um protótipo é usado para testar a funcionalidade de um produto, porém nesse caso ele pode ser desde uma parede de post-its, um objeto, uma interface até um storyboard;

**v. Teste:** É na última etapa proposta que ocorre o recebimento de muitos feedbacks das soluções e refinamento das mesmas, para melhorá-las e continuar aprendendo com os usuários.

Segundo a *Stanford d.school*, o guia *Bootcamp Bootleg* deve ser usado na prática, experimentado e não apenas lido, dando assim um caráter prático à metodologia. Em conformidade com Chaves (2019), a apresentação das abordagens não teve como objetivo a comparação no intuito de definir uma proposta modelo ou ideal, mas sim, de fundamentar teoricamente os direcionamentos a serem adotados em projetos e definir um posicionamento de difusão do DCH na atualidade, sem a intenção de excluir as demais metodologias que trabalham com abordagens centradas no humano.

Posto isso, as metodologias da IDEO e *d.school* possuem suas origens no design *thinking*, empenhando-se na resolução de problemas, desenvolvimento de novos produtos, serviços e soluções por meio das pessoas. Ambas contribuem com conteúdo e atuação de um contato inicial em relação à abordagem, assessorando de forma prática como a atenção com o ser humano em projetos pode ser estimulada e usada (CHAVES, 2019). O modelo da IDEO está inserido em um contexto mais social e de inovação, sendo uma das abordagens mais utilizadas na propagação do design *thinking*. Já o modelo apresentado pela *Stanford d.school* também promove a utilização do design *thinking*, porém está relacionado com as áreas mais voltadas aos negócios.

Métodos e técnicas desempenham um papel fundamental na forma como os designers constroem conhecimento e confiança, uma vez que amparam os profissionais de design em momentos precisos. O diálogo é uma parte importante dos métodos e técnicas, visto que facilita a comunicação entre designers e comunidades, grupos, equipe, stakeholders e usuários que irão fazer uso do que está sendo projetado (MARTIN E HANINGTON, 2012).

As técnicas e ferramentas apresentadas por ambas abordagens possuem um grande potencial de propagação, sendo necessário reforçar a importância do domínio das mesmas por parte dos designers, sejam profissionais formados ou em formação. Chaves (2019) contribui com essa perspectiva afirmando que é preciso inserir cada vez mais esses conhecimentos nos contextos acadêmicos. Colaborando, assim, para formação e experimento de diferentes métodos no ensino e prática das metodologias projetuais.

#### 4. Considerações Finais

O atual estilo de vida, produção e consumo não se sustentará por muitos anos. Por isso, deve-se buscar maneiras de descontinuar esse modelo de vida. Apesar de ser um progresso lento, algumas ações que nos direcionam para uma sociedade intrinsecamente mais sustentável já estão acontecendo, como as iniciativas voltadas à inovação social. Como já discutido anteriormente, a inovação social busca sanar necessidades de pessoas, grupos ou comunidades por meio de soluções mais efetivas, eficientes e sustentáveis, dedicando-se a atingir a sociedade com um todo e não apenas indivíduos.

A inovação social se torna uma alternativa muito promissora na hora de solucionar problemas complexos e radicais, visto que busca trazer as pessoas para quem se está projetando ao centro dos processos de criação. Em contrapartida, não há uma abordagem ou método claro na literatura para os profissionais ou estudantes de design que estão começando a entender este vasto universo do design para inovação social.

Os designers, como responsáveis pela criação de produtos, sistemas e interações, têm uma grande influência nesse processo de transformação na sociedade. Essa importância dada aos designers vai além de embelezar ou facilitar o uso dos produtos, eles possuem poder e dever de conscientizar a população para construir uma sociedade mais sustentável. Nesses contextos, os designers ocupam um papel fundamental e estratégico, sendo capazes de construir conexões entre as pessoas das comunidades (condições locais) com os agentes externos. É por meio de suas habilidades profissionais que os designers usam a criatividade como ferramenta de apoio para outros atores fazerem parte do processo e, assim, desencadeiam ações, ou seja, fazem as coisas acontecerem.

No universo das metodologias, mais precisamente das abordagens e métodos voltados à projeção, existem diversas perspectivas que permitem a construção de projetos colaborativamente. Dentre elas, o design centrado no ser humano possui grande potencial, pois se baseia em técnicas que comunicam, interagem e estimulam o envolvimento de todos, abrangendo as atividades relacionadas ao design para inovação social. Entendendo que os métodos ou abordagens auxiliam no desenvolvimento do projeto e no processo criativo dos designers, é de suma relevância trazer essas abordagens como alternativa que possam ser utilizadas em contextos de inovação social. Assim, o design centrado no ser humano pode ser aplicado de forma promissora nesses projetos.

A partir de uma série de fases e ferramentas, as abordagens de DCH buscam solucionar problemas e necessidades das pessoas por meio do envolvimento ativo das mesmas durante o processo projetual. Ou seja, a inovação social e as abordagens centradas no ser humano possuem objetivos muito semelhantes e próximos, servindo como opção metodológica para os agentes como designers, arquitetos, engenheiros, publicitários ou profissionais que estão atuando no projeto.

O presente artigo buscou evidenciar a importância da inovação social para o desenvolvimento de uma sociedade mais sustentável. Da mesma forma, ressaltou o papel dos profissionais de design nesse processo e de que maneira eles podem influenciar ativamente as comunidades. Pretende-se, com este estudo, contribuir para um adensamento teórico acerca do design voltado à inovação social e, ao mesmo tempo, incentivar estudantes e profissionais

a realizar cada vez mais projetos que provoquem a participação ativa da sociedade nos processos projetuais.

#### Referências

- BELCHIOR, C. **Reciclando Sentidos**. 1. ed. Minas Gerais: Ed. do Autor, 2014. 141 p.
- BROWN, T. **Design Thinking**. Harvard Business Review. Junho, p.01-10, 2008.
- CARDOSO, R; **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosac Naify, 2012.
- CHAVES, I. G. **O design centrado no humano conectado e colaborativo**. 2019. Tese (Doutorado em Design e Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2019.
- COUTO, R. M. S.; OLIVEIRA, A. J. (Org.). **Formas do Design: por uma metodologia interdisciplinar**. Rio de Janeiro: 2AB: PUC-Rio, 1999. 196 p. (Série Design).
- ELKINGTON, J. Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. **California Management Review**, v.36, n.2, p.90-100, 1994.
- FIELD GUIDE TO HUMAN-CENTERED DESIGN. 2015. Disponível em: <<https://www.designkit.org/resources/1>>. Acesso em: 15 de jul 2022.
- FREIRE, K. M; OLIVEIRA, C. M. M; Soluções habilitantes para formação de comunidades criativas: um caminho possível do design para inovação social. p. 109 -132. **Design e Inovação Social**, São Paulo, v. 2 , 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.5151/9788580392647-06>. Acesso em: 20 de ago. 2020.
- INSTITUTE OF DESIGN AT STANFORD. **Design Thinking Bootleg**. Disponível em: <https://dschool.stanford.edu/resources/the-bootcamp-bootleg>. Acesso em: 15 jul. 2022.
- LANGENBACH, M. **Além do apenas funcional. Inovação social e design de serviços na realidade brasileira**. 2008. 123 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008.
- MANZINI, E; **Design para a inovação social e sustentabilidade**. Rio de Janeiro: E-papers Serviços Editoriais Ltda, 2008.
- MANZINI, E. Tradução: Luiza Araújo. **Design quando todos fazem design: uma introdução ao design para inovação social**. São Leopoldo, RS: Ed. UNISINOS, 2017.
- MARGOLIN, V.; MARGOLIN, S. Um “modelo social” de design: questões de prática e pesquisa. **Revista Design em Foco**, 2004
- MARTIN, B.; HANINGTON, B. **Universal methods of design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions**. Beverly, MA: Rockport Publishers, 2012. 208 p.
- OLIVEIRA, S.V.W.B. D.; LEONETI, A.; CEZARINO, L. O. **Sustentabilidade: princípios e estratégias**. Barueri, SP – Brasil: Editora Manole, 2019. Disponível em:



<https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788520462447/>. Acesso em: 11 de agosto de 2021

ONU - Organização das Nações Unidas. **Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future**. Geneve, December 31th, 1987. Disponível em: <<http://www.un-documents.net/our-common-future.pdf>. > Acesso em: 20 mar 2021.

ROUSE, W. B. **Design for success: A human-centered approach to designing successful products and systems**. New York: Wiley-Interscience, 1991. 304p.

SILVA, C. L. (Org.). **Desenvolvimento sustentável: um modelo analítico, integrado e adaptativo**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.

SILVA, S. B.; BIGNETTI, Luiz Paulo. **A Inovação Social e a Dinâmica de Inovação Aberta na Rede Brasileira de Living Labs**. XXXVI Encontro da ANPAD, 2012.

VEZZOLI, C. et al. **Sistema produto+serviço sustentável: fundamentos**; traduzido por: Aguinaldo Dos Santos. Curitiba, PR: Insight, 2018. 178 p.

## **Materiotecas, Sustentabilidade e Usabilidade – explorando suas inter-relações**

### ***Material Library, Sustainability and Usability – exploring their interrelationships***

**Rosângela Míriam Lemos Oliveira Mendonça, PhD, Escola de Design da UEMG**

rosangela.mendonca@uemg.br

**Breno Pessoa dos Santos, Mestre, Escola de Design da UEMG**

breno.santos@uemg.br

**Roberto Monteiro de Barros Filho, Mestre, Escola de Design da UEMG**

roberto.monteiro@uemg.br

**Felipe Bertu Valverde, Discente de Design de Produto, Escola de Design da UEMG**

felipe.0193754@discente.uemg.br

**Cláudia Cristina F. Simões, Discente de Design de Ambientes, Escola de Design da UEMG**

claudia.0198107@discente.uemg.br

Número da sessão temática da submissão – [14]

#### **Resumo**

Tendo em vista a importância das materiotecas para projetos de Design, Arquitetura e Engenharia, este artigo tem como objetivo explorar características e configurações para que elas sejam recurso para atuação eficiente, a começar do contexto acadêmico. Nos aprofundamos aqui nos conceitos de sustentabilidade relacionados, e abordamos particularmente aspectos de usabilidade. O desenvolvimento contou com a investigação e experimentação de materiotecas existentes e sua avaliação tomando como referência as heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen, também apoiado por pesquisas bibliográficas, e entrevistas. Essa experiência permitiu identificar características, requisitos e estratégias para a composição de uma materioteca que seja robusta, sustentável em seu contexto e no seu conteúdo, com a formação de uma rede de atores, importantes para se alcançar este objetivo.

**Palavras-chave:** Materioteca; Design; Sustentabilidade.

#### **Abstract**

*Bearing in mind the importance of material libraries for Design, Architecture and Engineering projects, this article explores aims to explore characteristics and configurations so that they can be a resource for efficient performance, starting from the academic context. Here, we delved deeper into related sustainability concepts and, particularly, we addressed usability aspects. The development relied on the investigation and experimentation of existing material libraries and their evaluation taking Jakob Nielsen's usability heuristics as a reference, also supported by bibliographic research and interviews. This experience allowed identifying characteristics, requirements and strategies for*



*the composition of a material library that is robust, sustainable in its context and contents, with the constitution of a network of actors, important to achieve this objective.*

**Keywords:** *Material library; Design; Sustainability.*

## 1 Introdução

Materiotecas são acervos de recursos (como amostras, imagens, dados, textos) relacionados a materiais usados para se fazer um objeto, das mais diversas escalas. São várias as profissões que demandam o uso de materiais para a sua atuação. Analisamos aqui suas características e configurações com o objetivo de identificar aquelas mais importantes para que as materiotecas sejam de fato recurso para atuação eficiente especialmente no contexto acadêmico em áreas que envolvem a prática projetual como a Arquitetura, o Urbanismo, a Engenharia e o Design, incluindo seus enfoques específicos do Design Gráfico, de Produto, de Ambientes e da Moda. O empenho nessa identificação se justifica por essas áreas projetivas terem os materiais como vocação e recurso intrínseco – o conhecimento e uso competente dos materiais é determinante para que o resultado do seu trabalho alcance os objetivos desejados da melhor forma possível.

As universidades, como um importante ambiente de formação profissional, devem possuir, portanto, os recursos para prover a proficiência no uso dos materiais. Além do aspecto do ensino, a pesquisa, também parte da missão das universidades, é um contexto para aprofundamento no domínio dos materiais, com a criação de novos recursos e o desenvolvimento de novos usos e materiais. Finalmente, todo conhecimento desenvolvido internamente deve, em última instância, ser compartilhado com a sociedade, em atividades de extensão nos diversos formatos possíveis – de atuações em projetos de transformação social, com a melhoria da qualidade de vida dos menos favorecidos; a cursos de capacitação, atualização e aperfeiçoamento; a consultorias. Assim, em todos os âmbitos da missão universitária, o papel das materiotecas é fundamental para a atuação competente, com foco na melhoria contínua da qualidade.

Tratamos aqui o termo “qualidade” como o atendimento aos requisitos que foram definidos, tanto aplicados ao processo, quanto para os resultados de uma atividade. Para, efetivamente, se alcançar a sustentabilidade, é necessário que seja tratada como um modo de pensar inerente a todos; isto é, considerar que o equilíbrio dos aspectos econômicos, ambientais e sociais precisa ser padrão a qualquer prática. Assim, ao abordarmos o tema das materiotecas é necessário também abordar a sustentabilidade como um seu requisito.

Definimos sustentabilidade como: um sistema cujas atividades são duradouras, pois seus recursos (humanos ou materiais) não são mal utilizados, explorados, gerando desperdício e exaurimento. Assim, sustentabilidade se refere ao equilíbrio necessário a essa longevidade.

Em função das suas origens, quando falamos de sustentabilidade a questão ambiental é a que vem em mente e, em seguida, a questão econômica, em geral atrelada à ambiental. A origem biológica se refere à resiliência dos ecossistemas se recuperarem das agressões humanas ou naturais. A segunda origem é a economia com a noção que não é possível a manutenção do ritmo de expansão dos padrões de produção e consumo, tendo em vista a finitude dos recursos naturais (NASCIMENTO, 2012).

Já nesses dois aspectos vemos às vezes abordagens parciais. A sustentabilidade ambiental, não trata apenas a natureza, o ambiente natural. O ambiente construído, as vias de circulação urbanas ou não, as intervenções e criações humanas também precisam ser sustentáveis, provendo a preservação da saúde, segurança e bem estar para seus usuários, porque, de outro modo, sem acessibilidade, a continuidade por tempo indefinido não será possível. Outro aspecto equivocado é dizer que o ser humano precisa defender a natureza. Essa é uma

abordagem excessivamente antropocêntrica e presunçosa. O respeito à natureza e à vida é importante para a manutenção do próprio ser humano. Somos mínimos frente à imensidão da natureza. Ela é forte e evoca elementos para o seu equilíbrio que podem ser ameaça à vida humana, mas que em maior ou menor prazo a conduzirão à estabilidade.

Para lidarmos com a busca do equilíbrio do ponto de vista do ser humano, os indivíduos e suas relações precisam ser incluídos nesse sistema. É preciso abordar, pelo menos, a sustentabilidade social, entendida como ações para a qualidade de vida das pessoas. Nascimento (2012) defende, ainda a necessidade de tratarmos também da sustentabilidade política e cultural. Em relação à política ele afirma que:

Na tentativa de invisibilizar a esfera da política, centrando as mudanças sociais no mundo da tecnologia, esquece-se de que as mudanças passam necessariamente por instâncias econômicas e espaços políticos. [...] A distribuição de riquezas e a igualdade de oportunidades não serão construídas sem embates políticos e pressões sobre os governantes.

É verdade que o contexto onde vivemos é determinante das possibilidades que nos são apresentadas e das escolhas que fazemos. E esse contexto é enormemente conduzido por decisões políticas, especialmente no seu sentido formal. Cabe aos governantes e ao grupo administrador tomar as iniciativas e fazer as escolhas que, a rigor, estariam considerando a sociedade como um todo, as necessidades das pessoas e o bem comum. Ainda, se entendemos a política mais no sentido de princípios e convicções, e menos no sentido de administração e governo podemos entendê-la como parte da sociedade, incluindo-a na sustentabilidade social, como um elemento inerente a cada cidadão.

Já em relação à cultura Nascimento (2012) argumenta que

[...] não será possível haver mudança no padrão de consumo e no estilo de vida se não ocorrer uma mudança de valores e comportamentos; uma sublimação do valor ter mais para o valor ter melhor; se a noção de felicidade não se deslocar do consumir para o usufruir; se não se verificar a transferência da instantaneidade da moda para a durabilidade do produto; se não tivermos pressões para a adoção e valorização, por exemplo, do transporte público e, se possível, para o melhor transporte, o não transporte.

Entendemos que a cultura é parte essencial dos seres humanos, consistindo nos valores que são cultivados ao longo da vida, que é um elemento de agregação para composição de grupos sociais. É a cultura do indivíduo, sua forma de pensar e agir, que o leva a tomar decisões e realizar ações, a se unir a um grupo por seus objetivos em comum, a ter iniciativas de parceria, colaboração, empatia. Nesse aspecto, ressaltando a importância do papel de cada um na direção que caminha a sociedade, apesar de ser um elemento social, consideramos que é importante ressaltar a sustentabilidade cultural.

Assim, sustentabilidade é um termo que possui diversos sentidos, com uma variedade de enfoques possíveis. Mas é essencial se tratar ao menos o tripé dos aspectos ambiental, econômico e social, de forma indissociável. Muitas vezes utilizamos o termo “sustentabilidade integral” para referenciar e reforçar essa indivisibilidade. Aqui, ao usarmos “sustentabilidade”, estaremos também nos referindo a esta abordagem holística.

## 2 Contexto dos trabalhos

O contexto deste artigo está relacionado ao objetivo de proporcionar à comunidade acadêmica e demais partes interessadas o aprofundamento do conhecimento sobre os materiais e suas propriedades sensoriais, físicas, mecânicas e respectivas aplicações.

Ao explorar casos afins, identifica-se uma variedade de configurações possíveis, internas e externas à materioteca, cada uma com potenciais e limitações. Do ponto de vista externo, por exemplo, sua configuração pode lidar com recursos físicos e digitais, de forma centralizada ou distribuída. Do ponto de vista interno, tanto para os recursos físicos quanto os digitais, existe uma variedade de classificações e organizações possíveis. Também os atores são diversos, com diferentes necessidades e aplicações.

Assim, o projeto envolve conhecer e, eventualmente, experimentar e analisar algumas dessas configurações, tendo como foco principal o uso na graduação, pós-graduação e desenvolvimento de projetos inovadores no contexto acadêmico. Isso sem esquecer a importância dos relacionamentos e que, projetos de sucesso devem ser inerentemente sustentáveis e articular a academia, o governo, a sociedade e as empresas.

## 3 Procedimentos Metodológicos

O ponto de partida foi uma análise interna à nossa instituição, a partir da necessidade de se estruturar uma materioteca no novo espaço que a nossa escola está ocupando. Já de início foi percebida a limitação de espaço físico bem como um acervo existente, gerenciado pelos seus vários centros de pesquisa e extensão. Surge então o requisito de como lidar com esse contexto.

A partir de pesquisa bibliográfica e investigação, utilizando a internet e contatos possíveis a partir das informações obtidas, além de relacionamentos com instituições parceiras, como o *Politecnico di Torino*, foram identificados casos de implementação de materiotecas.

As restrições da nossa instituição criaram a necessidade de investigação, em maior profundidade, sobre as materiotecas virtuais. Ao se identificar algumas instâncias, suas características foram exploradas, utilizando pesquisas bibliográficas e na internet, assim como contatos por email e reuniões com os gestores envolvidos.

A experiência de uso daquelas materiotecas que possibilitam o acesso livre, também foi explorado pela equipe, utilizando recursos de análise do âmbito das práticas do Design, como as heurísticas de usabilidade de Jakob Nielsen (NIELSEN, 1990), utilizadas como referência para sua avaliação, como será detalhado a seguir.

## 4 Materiotecas e Sustentabilidade

Entendemos que sustentabilidade se aplica a dois âmbitos das materiotecas – um relacionado ao seu conteúdo e outro relacionado a elas como atividade e recurso, considerando sua criação e manutenção. O primeiro consiste nos materiais que a compõem, suas aplicações, características técnicas e análises apresentadas, que devem considerar seus impactos econômicos, sociais e ambientais, por todo o seu ciclo de vida. O segundo, considerando-as como recurso que precisa ser duradouro, utilizando recursos materiais e humanos da melhor forma, na sua criação e durante todas as atividades necessárias para a sua manutenção.

A combinação de cada aspecto da sustentabilidade integral com o âmbito de aplicação – conteúdo disponível ou materioteca como recurso – gera temas para longos desenvolvimentos. Neste artigo, vamos focar em uma dessas combinações: a sustentabilidade social e as materiotecas como recurso.

### 4.1 Aspectos da sustentabilidade social no contexto das materiotecas

Considerando a sustentabilidade social como qualidade de vida de todos os cidadãos, tratamos a promoção da inclusão, acessibilidade, valorização das pessoas, respeito, empatia, harmonia. Lidamos com conexões e formação de redes, e o objetivo de sempre agir para o bem-estar das pessoas, considerando as especificidades existentes.

Analisando as possibilidades de configuração das materiotecas, elas podem ser compostas por materiais físicos e/ou digitais. Os acervos físicos são importantes por proporcionarem aos seus usuários a percepção de características sensoriais e cognitivas impossíveis de serem acessadas de forma virtual (a exemplo das propriedades táteis – como textura, flexibilidade, caimento, frescor – e odoríferas). Por outro lado, existe a dificuldades de gestão do acervo de materiotecas físicas, mantendo-as organizadas e atualizadas, tanto pela gestão quanto pelo aumento da demanda de área com o crescimento do acervo. Assim como em uma biblioteca é necessário que haja uma política de formação e desenvolvimento do acervo da materioteca, considerando aquisição, seleção, avaliação, permuta, doação, remanejamento e descarte. Para organização dos elementos físicos, é preciso definir uma lógica para a disposição e agrupamento dos materiais, normalmente feito organizando-os “por categoria físico-química, por códigos internos (sem relação com as categorias físico químicas), por fabricante ou por ordem de recebimento (DANTAS; BERTOLDI, 2016, p. 63).

A Materioteca Sustentável da UFSC, utiliza os grupos: Madeiras naturais, transformadas e para revestimentos; Papeis (comum), cartões e papelão; Metais ferrosos (aços e ferros fundidos); Metais não-ferrosos (ligas); Materiais sinterizados – Metalurgia do pó; Polímeros-plásticos (commodities, de engenharia, de alta performance); Polímeros – blendas; Polímeros – adesivos; Cimentos, concretos e agregados; Cerâmicas (comuns) e Vidros; Materiais naturais (bambu, gemas, pedras, couro, lã, e outros); Fibras naturais (rami, sisal, juta, côco, etc.) e fibras artificiais; Borrachas naturais e sintéticas; Óleos e graxas; Tintas e vernizes; Materiais de nano tecnologia; Compósitos avançados. Além da classificação geral, grupo, subgrupo e tipos, tem a indicação dos principais usos e, para alguns materiais, uma ficha do material detalhando o seu ciclo de vida, recurso importante para o fomento a escolha de materiais que agreguem sustentabilidade ao projeto (LIBRELOTTO; FERROLI, 2016; UFSC, 2022).

Outros sistemas, como o Materialize, buscando as especificidades dos projetos criativos (como o Design e a Arquitetura), apresentam informações técnicas e sensoriais, mas ainda se baseando nos sistemas de classificação e catalogação das bibliotecas “de modo a se utilizar um único código tanto para a inserção no sistema digital quanto no acervo físico” (DANTAS; BERTOLDI, 2016, p. 64). A codificação criada, chamada “Sistema de Catalogação de Amostras de Materiais por Configuração (SCAMC)”, considera seis campos: 1) configuração dos materiais para uso em design e arquitetura: Acabamentos e Tratamentos Superficiais Aplicados, Amorfos, Longo Rígido, Longo Flexível, Particulados, Plano Rígido, Plano Flexível, Tridimensional Homogêneo, Tridimensional Complexo; 2) classificação do material em 10 categorias (Metais, Cerâmicas, Materiais Naturais, Compósitos, Polímeros, Materiais Estratificados, Têxteis, Materiais Reciclados, Materiais funcionais/ inteligentes, Tintas e Vernizes) e subcategorias; 3) o fabricante do material; 4) código de especificação da amostra – código alfanumérico com até seis dígitos para diferenciar as amostras com informações que permitam distingui-las; 5) o ano de obtenção da amostra, 6) especificidade da amostra, como tamanho, espessura, cor, complementando informações do campo quatro (DANTAS; BERTOLDI, 2016). Essa materioteca tem o suporte de um sistema informatizado, cuja

“indexação permite a busca por *tags*, indicando os principais termos pelos quais a amostra pode ser procurada, [bem como] classificação, nome do fabricante, características físicas, produtivas, estéticas e sensoriais” (DANTAS; BERTOLDI, 2016, p. 74).

Em relação às amostras, materiotecas físicas envolvem ainda aspectos diferenciados como o tamanho da amostra e estratégia de exposição, em função, por exemplo, de sua forma de aplicação, bem como do espaço físico ocupado. Assim, materiotecas possuem desafios também semelhantes a espaços expositivos como galerias e museus.

Tratada de forma ampla, a “acessibilidade é condição de possibilidade para a transposição dos entraves que representam as barreiras” (UFC, 2022) para a efetiva inclusão social, isto é, a participação de todos sem qualquer tipo de distinção entre os indivíduos “nos vários âmbitos da vida social [...], incluindo aquelas de natureza atitudinal, física, tecnológica, informacional, comunicacional, linguística e pedagógica, dentre outras.” (UFC, 2022).

A materioteca física, por um lado, permite o uso dos diversos sentidos para a percepção do material e, recursos para pessoas com deficiência visual, por exemplo, devem ser utilizados atuando em favor da inclusão. A organização do ambiente e mobiliário da materioteca deve considerar também a acessibilidade, planejando espaços para permitir o acesso de pessoas com dificuldade de locomoção e movimentação, por exemplo.

Por outro lado, as materiotecas virtuais, compostas por elementos digitais, trazem como vantagens o fato de um determinado item poder ser utilizado por diversos usuários, a partir de diferentes localidades, ao mesmo tempo, ampliando suas possibilidades de uso. Assim como os terminais ampliaram o acesso a mainframes físicos nos primórdios da internet, materiais representados digitalmente democratizam o acesso a recursos no ambiente acadêmico.

Mas também do ponto da tecnologia associada à informatização, existem as questões da exclusão digital. Em trabalho que analisa o contexto de biblioteca, semelhante ao contexto de uma materioteca, a

[...] tecnologia existente [...] torna-se uma grande barreira da informação, pois o simples fato de desconhecimento do usuário em como acessar, manusear e realizar outros procedimentos pelo e no computador impede a construção de sua autonomia em seu processo de busca pela informação. (PINHEIRO, 2014. p.170)

Além deste aspecto da dificuldade de uso de sistemas informatizados por questões de prática e conhecimento, existe também a dificuldade por indisponibilidade de recursos por questões financeiras, uma vez que depende a solução depende de equipamentos (hardware) e programas (software), sistemas e infraestruturas, como a própria internet, adequados para consultas que nem sempre são economicamente acessíveis (IBGE EDUCA, 2019).

Apesar desses fatores serem atenuados em instituições acadêmicas, contexto principal da nossa abordagem, o fato da inclusão e acessibilidade precisa ser considerado ao se elaborar uma solução de disponibilização desses dados e informações, em especial em se tratando de instituições públicas, que devem atender a pessoas de todas as camadas sociais.

Ao tratamos o bem-estar das pessoas no desenvolvimento de suas atividades lidamos com aspectos ergonômicos. A ergonomia atua na adequação do trabalho ao ser humano, antes (como planejamento e projeto), durante (acompanhamento e controle) e depois (avaliação) da execução da atividade produtiva. Ocupa-se dos aspectos: 1) físicos, analisando o ser humano e a execução da atividade, incluindo os recursos e o ambiente onde ocorre - lida, portanto, com a anatomia, antropometria, fisiologia, biomecânica, postura, manuseio dos materiais,

movimentos repetitivos, distúrbios musculoesqueléticos, postos de trabalho, segurança e saúde; 2) cognitivos, tratando os “processos mentais, como percepção, memória, raciocínio e resposta motora” – cuidando da carga mental, tomada de decisões, interações com os equipamentos, treinamento; 3) organizacionais, otimizando as estruturas organizacionais, políticas e processos – tratando as comunicações, relações com o grupo enquanto estratégia de execução de projeto e cultura organizacional, condições de atuação presenciais ou remotas, gestão da qualidade (IIDA, 2005).

Os esforços dos trabalhos em ergonomia incluem melhorar as características dos sistemas em termos de operabilidade, manutenibilidade, usabilidade, conforto, segurança e saúde visando aumentar a eficiência da relação entre pessoas e sistemas e reduzir as probabilidades de acidentes, danos e erros. E vai ainda além ao buscar experiências de satisfação, conforto, prazer. (MENDONÇA; ALMEIDA JR., 2007).

O contexto digital ativa, de modo especial, o conceito e valores da usabilidade que, por sua vez é associada às heurísticas (ou regras de ouro definidas por especialistas da área) para o design de interface do usuário. São amplamente conhecidos e aceitos os 10 princípios gerais de Jakob Nielsen para design de interação. Exemplificando a relação, descreveremos a experiência de uso de uma materioteca digital e sua análise utilizando como referência tais heurísticas.

## 4.2 Avaliação e aspectos de usabilidade de uma materioteca digital

Usabilidade é definida na ISO 9241 como a capacidade que um sistema interativo oferece a seu usuário, em um determinado contexto de operação, para a realização de tarefas, de maneira eficaz (capaz de executar tarefa de forma precisa e completa), eficiente (com economia de recursos para conseguir a eficácia) e agradável (com satisfação em função do conforto e à aceitação do trabalho dentro do sistema).

No escopo do uso de materiais no ambiente projetivo, a efetividade pode ser considerada quando buscamos identificar se um material serve aos propósitos práticos ou funcionais determinados, enquanto a eficiência tem relação com critérios qualitativos capazes de ir além do simples comprimento da função, proporcionando ganhos de desempenho. A satisfação, a ser tratada no contexto específico, depende dos objetivos dos variados atores, considerando que as necessidades vão de aspectos visuais e sensoriais a requisitos técnicos e funcionais.

Na pesquisa por experiências de construção e manutenção de materiotecas, foi identificado o *Barcelona Materials Centre*. Este centro é uma instituição que mantém um repositório de materiais que conta com acervos físicos presentes na Espanha e vários outros centros afiliados no Chile, Colômbia, México e Portugal. O centro desenvolve atividades de pesquisa e consultoria, realizando transferência tecnológica entre diferentes setores. O Materfad é onde este grupo atua como “observatório do futuro, conduzindo pesquisa tecnológica e monitoramento focado em inovação, sustentabilidade e criatividade através de materiais.” (MATERFAD, 2022 trad. nossa). Um de seus recursos é uma base de dados de materiais, de acesso gratuito, com dados de milhares de itens.

A análise preliminar do Materfad (usada aqui como a base de dados do *Barcelona Materials Centre*, que se constitui em uma materioteca virtual de acesso gratuito) mostra que aspectos próprios do universo digital se refletem nas possibilidades de utilização dos acervos de materiais virtuais. Sua plataforma virtual foi analisada a partir de diferentes perspectivas, com o intuito de promover uma visão mais completa da materioteca virtual.

### 4.2.1 Análise do Materfad

Inicialmente a materioteca virtual do Materfad foi analisada sob a ótica do usuário que utiliza a plataforma como uma ferramenta de pesquisa e seleção de materiais. Foram então levantadas as questões pertinentes para esse cenário, como: categorização dos materiais; ferramentas de pesquisa; completude e confiabilidade das informações; suporte de idiomas. A seguir, os principais pontos identificados.

Os materiais são categorizados por “famílias” sendo elas: Metais e liga metálicas; Naturais; Cerâmicos e vidros; Polímeros; Híbridos e/ou Processados. No entanto, a divisão das subcategorias dentro das famílias nem sempre seguiu uma lógica ortodoxa, separando, por exemplo, as subcategorias de metais por arbitração de densidade (metais; metais leves – definidos como “Os metais e ligas com densidade inferior a 4,5 g/cm<sup>3</sup>, como alumínio, titânio ou magnésio, são considerados leves) e pureza (comercialmente puro – definido como aquele que contém pelo menos 99,9% de um único elemento, correspondendo os 0,1% restantes a impurezas)”. A família “Híbridos e/ ou Processados” englobam materiais de uma mescla de composições que poderiam compor outras famílias.

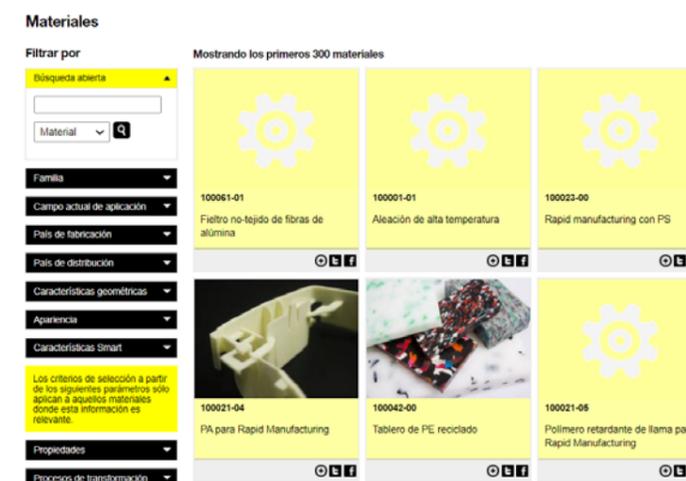


Figura 2: Parte da tela de consulta do Materfad (MATERFAD, 2023).

Além das famílias e suas subcategorias, utilizam outros filtros: campo atual de aplicação, país de fabricação, país de distribuição, características geométricas, aparência, características smart (chamados de materiais inteligentes ou responsivos, que são “materiais que detectam e reagem a condições ou estímulos ambientais (por exemplo, sinais mecânicos, químicos, elétricos ou magnéticos)” (SCIENCE DIRECT, 2012)), propriedades, processos de transformação, características ambientais, estratégias de ecodesign, normativas e eco-etiquetas. Todos os termos dos filtros são explicados em um glossário, mas não os nomes dos filtros.

Nas buscas, foi identificada a falta de diferenciação entre materiais e produtos, ou seja, ao se realizar uma pesquisa por um material, dentre os resultados apareceram vários produtos que fazem uso do material pesquisado e não há como realizar uma busca de um ou de outro separadamente.

Ao selecionar um material, o site abre uma página com sua descrição, onde estão presentes os tópicos: aparência; características geométricas; técnicas de produção e propriedades. As

informações presentes na descrição variam substancialmente de material para material, dependendo do que foi adicionado durante o seu cadastro — inclusive, alguns materiais apresentam e outros não apresentam imagens (Figura 2). Notou-se também que cada propriedade apresenta uma tabela com valores típicos para diferentes categorias de materiais. Além disso, para certas características, geralmente qualitativas, o site faz o uso de um “valor intuitivo”, uma escala comparativa de 1 a 5, mesmo em se tratando de grandezas que possuem unidade de medida cientificamente definida, o que em muitos casos é subjetivo e impreciso.

Outro ponto relevante está relacionado ao idioma de apresentação dos dados e informações. A ausência de suporte para outras línguas na plataforma, estando disponível somente a opção padrão em espanhol, é uma barreira para o uso por universidades brasileiras como materioteca virtual, já que o vocabulário técnico é muito específico e pouco conhecido por não nativos.

Analisando o Materfad sob a perspectiva da conta para cadastro de materiais, identificamos pontos relacionados aos requisitos de cadastro, revisão e edição de materiais. Para essa função o sistema requer um cadastro de usuário específico. Está disponível um manual de instruções para o cadastro, com informações relevantes e sucintas e que cumpre bem o propósito de guiar o usuário durante o processo; porém ele está disponível somente em espanhol.

A entrada de dados sobre o material a ser cadastrado é feito por um formulário previamente estruturado com campos de preenchimento obrigatórios assim como facultativos. Os campos são divididos em três categorias: a) propriedades e características, b) fabricante e c) distribuidor, sendo somente o último completamente facultativo. Na categoria de propriedades e características é obrigatório preencher informações sobre dados do material (nome e descrição), a família do material, no mínimo uma propriedade (mecânica, física, térmica, elétrica, óptica ou reológica), no mínimo uma característica ambiental (nota qualitativa de 1 a 5 para características como resistência a ácidos, resistência a raios UV etc.), e no mínimo um processo de fabricação. Notou-se também que a entrada do nome, a descrição e o campo atual de aplicação do material pode ser feita também em inglês. Percebeu-se que existe um campo livre para entrada de dados, o que parece ser interessante, já que as propriedades e características disponíveis por padrão para preenchimento, apesar de serem muitas, não são exaustivas e podem não abranger todas as questões relevantes para todos os materiais cadastrados.

O formulário de cadastro em si apresenta uma boa clareza quanto às informações que devem ser preenchidas em cada campo e também quanto à observação de dados obrigatórios faltantes quando há uma tentativa de cadastro sem a inserção de aspectos requeridos. Um ponto negativo presente foi a incapacidade de salvar o formulário de cadastro incompleto para sua eventual finalização em outro momento. No entanto, é possível fazer a edição de materiais cadastrados, sendo necessário incluir somente os dados obrigatórios de uma só vez. Mas ao avançar para a próxima categoria de cadastro (fabricantes ou distribuidores), não é possível retornar à categoria anterior, sendo preciso que o usuário finalize o cadastro antes de editar as suas informações.

Ao finalizar o preenchimento do formulário de cadastro, ele é enviado para validação, porém, para esse processo, não há previsão de prazo, nem qualquer tipo de progresso de “status” no processo de validação.

É possível acrescentar imagens do material, o que consideramos indispensável para uma materioteca virtual. Entretanto percebeu-se que não existe um campo para informar a fonte da imagem, a não ser que a imagem seja editada para incluir nela o texto com a informação de fonte/ autor, caracterizando-se como uma fragilidade relacionada aos direitos autorais.

Outro ponto importante percebido no cadastro é a impossibilidade de se adicionar períodos maiores que meses para determinar o tempo de degradação dos materiais. Identificamos também que algumas propriedades quantitativas, como a dureza, são medidas em uma escala qualitativa de 1 a 5, o que pode ser uma maneira ineficiente de transmitir tais informações, já que essas grandezas possuem escalas cientificamente aceitas que poderiam ser usadas a fim de evitar o caráter subjetivo.

Por fim, foi feita a análise de usabilidade e navegabilidade da plataforma, com o intuito de analisar a experiência de seu uso. Buscando avaliar aspectos de usabilidade, foram consideradas os 10 princípios propostos por Jakob Nielsen, idealizados a partir da análise de 249 problemas de usabilidade (NIELSEN, 1990; NIELSEN, 1994; HOLLINGSHEAD; NOVICK, 2007). Os critérios são denominados heurísticas pelo fato de serem aspectos de avaliação amplos e baseados em uma visão simplificada de problemas complexos, em oposição a recomendações de usabilidade específicas. Mantendo-se relevantes por mais de 20 anos dentro do design de interfaces, os 10 critérios propostos por Nielsen podem se aplicar a diferentes aspectos da materioteca avaliada.

A análise foi feita pela experimentação do uso do sistema pelos membros da equipe, sob o ponto de vista de cada uma das 10 heurísticas de usabilidade de Nielsen, com o intuito de uma avaliação preliminar, dentro da visão técnica do nosso grupo de pesquisa. Após as experiências individuais, o grupo se reuniu, discutiu e compilou os resultados da análise. Além de algumas questões já mencionadas anteriormente, um dos pontos relevantes identificados pela equipe foi, por exemplo, em relação à “Compatibilidade entre o sistema e o mundo real”. O uso de imagens se aproxima de amostras físicas, mas ainda faltam aspectos capazes de se aproximar das dimensões cognitivas da percepção dos acervos físicos, como tridimensionalidade e texturas. Algumas tecnologias podem aprimorar esta percepção, como interfaces hápticas e realidade virtual. Outro ponto é que, com a obrigatoriedade de informar um “fabricante” para novos cadastros, certos materiais, como os naturais, acabam tendo metadados cadastrados de forma inapropriada. Ao invés de “fabricantes” poderiam ser associados a esses produtos “produtores”, “beneficiadores”, “fornecedores”, “distribuidores”.

Todas as análises foram feitas tendo em mente a possível aplicação da plataforma como uma materioteca para um ambiente universitário de cursos de Design, isto é, como ferramenta didática de suporte acadêmico e de pesquisa. As pesquisas foram conduzidas utilizando dois perfis de usuários – profissionais experientes e jovens em formação.

## 5 Aplicações e/ou Resultados

As análises anteriores, detalhando aspectos da sustentabilidade, necessidades específicas do ponto de vista do Design, levantaram uma série de possibilidades e requisitos para a constituição de uma materioteca que atenda a este contexto acadêmico.

Apesar da abrangência limitada de especialidade do grupo de analistas, pudemos explorar o potencial dos critérios heurísticos sugeridos por Nielsen e, a partir da aplicação em um caso específico, o Materfad, indicar características desejáveis uma materioteca virtual. A



ampliação de perfis e casos de aplicação tem o potencial de produzir uma avaliação mais completa para a qualidade pretendida ao sistema.

## 6 Análises dos Resultados ou Discussões

Com este trabalho levantamos uma série de elementos a serem considerados na definição dos requisitos e configurações de uma materioteca acadêmica como os aspectos físico/ virtual. Vimos que prescindir de qualquer uma das partes significa não ter acesso a parte dos dados e informações importantes para se fazer as escolhas mais adequadas a um projeto. Em maior ou menor grau, as configurações das materiotecas atuais têm elementos físicos e digitais. A constante inovação no âmbito dos materiais demanda um sistema flexível que permita a inclusão, exclusão e substituição de elementos, bem como abranja formas variadas de agrupamentos e comparações em função do objetivo do projeto. Os recursos digitais têm o potencial de oferecer essa flexibilidade.

Ressaltamos também aspectos de sustentabilidade interna (que lida com seu conteúdo enquanto dados e informações disponíveis) e externa (que trata a materioteca como recurso). Questões ergonômicas, como a usabilidade, são aspectos da sua sustentabilidade social, na medida em que favorecem o bem-estar humano. É altamente desejável ter uma materioteca abrangente, inclusiva e acessível, que permita a formação de especialistas que dominem todos os aspectos da sua prática, e tenham consciência do seu papel para uma sociedade sustentável.

Experimentamos a pluralidade dos elementos envolvidos e a variedade de iniciativas existentes. Aqui tocamos nas opções de configuração centralizada/ distribuída. Apesar do domínio do controle que a configuração centralizada permite, nos parece promissora a configuração distribuída, uma vez que a formação de redes é um recurso para tratar a complexidade. Assim, esta é uma iniciativa que teria muito a ganhar com a parceria de instituições que tenham interesses afins para a produção de uma materioteca sólida, com dados qualitativos e quantitativos, capaz de atender os requisitos ideais de forma abrangente.

Disponibilizar um repositório que permita o acesso à diversidade de dados e tipos de mídias, físicas e digitais, úteis desde o *briefing* até a implementação do projeto favorece a formação de profissionais bem qualificados e sua instrumentalização para o desenvolvimento de projetos, produtos e serviços sustentáveis e de alta qualidade.

## 7 Considerações Finais

A partir desses estudos, estamos desenvolvendo estratégias para o desenvolvimento de parcerias sólidas para a evolução desse projeto que, espera-se, culmine na construção de uma materioteca que seja um instrumento constante para projetos de estudos, pesquisa e extensão. Dentre elas está o diálogo com instituições com objetivos afins, como a própria Materfad e instituições acadêmicas brasileiras, que terão no ENSUS seu primeiro encontro.

Também do ponto de vista interno, estamos desenvolvendo ações para estimular a comunidade da nossa instituição na percepção da importância do tema e estimular a curiosidade sobre ele, com exposições de tópicos específicos relacionados a materiais na biblioteca, onde amostras, livros são exibidos bem como textos elaborando a relação entre eles, relações essas nem sempre óbvias. Para isso estamos trabalhando com o convite a colegas da instituição para preparar essas pequenas intervenções, com algumas já agendadas, que indicam o potencial dessa iniciativa. Essas relações podem se desdobrar em workshops e

palestras, envolvendo relacionamentos externos, já em planejamento. Finalmente devemos lembrar que iniciativas de sucesso devem coordenar os diversos interessados: a academia, o governo, a sociedade e as empresas.

## Agradecimentos

A equipe agradece o apoio recebido pelo Programa Institucional de Apoio à Pesquisa (PAPq) da UEMG para realização do projeto “Materioteca como recurso sustentável da Escola de Design/UEMG”, fonte deste artigo.



## Referências

- DANTAS, D.; BERTOLDI, C. A. Sistema de catalogação e indexação de amostras de materiais orientado a projetos de design para uso em materiotecas. **DATJournal**, v. 1, n. 2, p. 62–75, 2016.
- HOLLINGSHEAD, T. NOVICK, D. G. **Usability inspection methods after 15 years of research and practice**. SIGDOC 2007, pp. 249-255.
- IGBE EDUCA. **Uso de Internet, televisão e celular no Brasil**. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/criancas/brasil/2697-ie-ibge-educ/jovens/materias-especiais/20787-uso-de-internet-televisao-e-celular-no-brasil.html>. Acesso em: 28/06/2022
- IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2ª ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2005.
- LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M. Sistema de classificação e seleção dos materiais: leitura integrada de amostras físicas e catálogos virtuais em materioteca com ênfase na aplicação da ferramenta FEM e análise da sustentabilidade. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**, v. 3, n. 2, p. 119–133, 2016.
- MATERFAD. **Materfad Barcelona**. Disponível em: <http://es.materfad.com/que-es-materfad/1/materfad-barcelona>. Acesso em: 3 fev. 2022.
- MATERFAD. **Materiales**. Disponível em: <http://es.materfad.com/materiales>. Acesso em: 8 mar. 2023.
- MENDONÇA, R. M. L. O.; ALMEIDA JR., G. **Para uma ergonomia abrangente no mercado moveleiro**. 4º Congresso Internacional de Pesquisa em Design. **Anais...**Rio de Janeiro: 2007. Disponível em: <http://www.anpedesign.org.br/congresso/>
- NASCIMENTO, E. P. DO. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**, v. 26, n. 74, p. 51–64, 2012.
- NIELSEN, J. Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), **Usability Inspection Methods**, John Wiley & Sons, New York, NY, 1994.
- NIELSEN, J.; MOLICH, R. **Heuristic evaluation of user interfaces**. Proc. ACM CHI'90 Conf. Seattle, WA, 1-5 April, 1990, pp 249-256.
- PINHEIRO, A.C. **A exclusão digital e sua interferência no processo de desenvolvimento em competência informacional dos usuários da biblioteca do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial de Minas Gerais (SENAI/MG) do município de Matozinhos**. **Encontros Bibli: revista eletrônica de biblioteconomia e ciência da informação**, v. 19, n.41, p. 157-174, set./dez., 2014.
- SCIENCE DIRECT. **Smart Material**. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/chemistry/smart-material>. Acesso em: 3 fev. 2023.
- UFC. **Conceito de Acessibilidade: Conceito**. Disponível em <https://www.ufc.br/acessibilidade/conceito-de-acessibilidade>. Acesso em 20/06/2022.
- UFSC. **Materioteca Sustentável**. Disponível em: <https://materioteca.paginas.ufsc.br/>. Acesso em: 10 out. 2022.

## Alexander Von Humboldt: o planeta como um conjunto natural movido por forças internas

### *Alexander Von Humboldt: the planet as a natural set moved by internal forces*

PAZMINO, Ana Veronica, Dra, UFSC

anaverpw@gmail.com

## Resumo

Este artigo, é uma reflexão a partir da resenha do livro “*La invención de la Naturaleza: El nuevo mundo de Alexander Von Humboldt*” de Andrea Wulf. O texto mostra que Humboldt foi o primeiro cientista a desenvolver uma visão nova do mundo e que sua publicação “*El ensayo sobre la geografía de las plantas*” foi o primeiro livro ecologista. Em 1800 foi o primeiro cientista que mencionou a mudança climática provocada pelo ser humano e que isso poderia ter consequências imprevisíveis para as gerações futuras. Sua importante influência nos maiores pensadores, artistas e cientistas da época como: Thomas Jefferson, Charles Darwin, Henry David Thoreau, Johann Wolfgang von Goethe entre outros, mostra a necessidade de conhecer o percurso do cientista no século XIX e refletir sobre a falta de interesse, conhecimento e ações firmes de sustentabilidade nos séculos XX e XXI em que a mídia mostra ano a ano a ação da natureza por meio de chuvas, deslizamentos de terra provocando “destruição”. Como resultado, o artigo aponta os erros na percepção da sociedade dos efeitos do ser humano no meio ambiente.

**Palavras-chave:** Humboldt; Sustentabilidade; Natureza

## Abstract

This article is a reflection based on the review of the book “*La invention de la Naturaleza: El nuevo mundo de Alexander Von Humboldt*” by Andrea Wulf. The text shows that Humboldt was the first scientist to develop a new vision of the world and that his publication “*El ensayo sobre la geografía de las plantas*” was the first ecologist book. In 1800 he was the first scientist to mention human-caused climate change and that it could have unforeseeable consequences for future generations. His important influence on the greatest thinkers, artists and scientists of the time, such as: Thomas Jefferson, Charles Darwin, Henry David Thoreau, Johann Wolfgang von Goethe, among others, shows the need to know the path of the scientist in the 19th century and reflect on the lack of interest, knowledge and firm sustainability actions in the 20th and 21st centuries in which the media shows year after year the action of nature through rains, landslides causing “destruction”. As a result, the article points out the errors in society's perception of the effects of human beings on the environment.

**Keywords:** Humboldt; Sustainability; Nature

## 1. Introdução

As chuvas fortes no litoral norte de São Paulo começaram na noite de sábado (18/02/2023). Por volta das 21h27, o Cemaden emitiu um alerta de risco muito alto de deslizamento de terra em São Sebastião, que em 2021 aprovou limite maior de construção em áreas de risco.

A ação da natureza ocorre por meio de chuvas e deslizamentos numa localidade localizada entre a Serra do Mar e o oceano Atlântico. Segundo Cunha (2008)

O território municipal abrange cerca de 100 quilômetros de costa, limitando-se com Bertiooga para o sul e Caraguatatuba ao norte. Os limites para o interior do continente são as cristas da Serra do Mar, contando dessa forma o município com grande porção (cerca de 70% de sua área total ou 280 km<sup>2</sup>) do Parque Estadual que protege os remanescentes da Mata Atlântica. A planície costeira se forma nos espaços entre os avanços da serra até o mar, ocorrendo ainda várias ilhas costeiras.

Diferentes conflitos ambientais passaram a eclodir nessa realidade, associados às várias formas de poluição do mar, desmatamentos e descaracterização de bens históricos (Cunha, 1996). Um dos elementos centrais desse quadro de conflitos tem sido justamente a contraposição entre a valorização dos terrenos próximos às praias para utilização em conjuntos de residências de veraneio para público de alto poder aquisitivo, e a falta de soluções adequadas para assentamento dos contingentes populares, cuja migração se mantém alta, levando o crescimento da população à casa de 6% ao ano (PMSS, 1999 apud Cunha, 2008).

A partir do asfaltamento da estrada Rio-Santos, bairros de nova feição passaram a existir ao longo de São Sebastião. Os antigos proprietários dos terrenos, os caiçaras, foram desalojados de forma nem sempre pacífica e via de regra trocando seus bens por valores subestimados, já que não tinham uma economia para familiarizar com os valores praticados no mercado, ou na qual sequer estivessem habituados a lidar com dinheiro. Os bairros caiçaras foram descaracterizados enquanto estrutura urbana e a economia da pesca em boa parte deslocada pela atividade imobiliária, com os antigos moradores passando a ocupar as partes de suas propriedades localizadas no pé da serra (Siqueira, 1984 e Noffs, 1988 apud Cunha, 2008).

Nos anos 80, a divisão do município em loteamentos e condomínios de luxo foi de forma geral marcada por ausência de cuidados ambientais, ocorrendo desmatamentos indiscriminados e aterramentos de espaços ecologicamente frágeis. A poluição por esgotos tornou-se também uma marca registrada dessa realidade, pois o uso de sistemas como fossas sépticas foi muitas vezes subdimensionado para cortar custos ou por não se considerar devidamente características locais como a pouca profundidade do lençol freático, o que ocasiona rápida saturação dos terrenos na época das chuvas de verão.

O climatologista Carlos Nobre em entrevista ao Uol News em 22/02/23 menciona

[...] as chuvas mais intensas acontecem no verão devido à maior evaporação da água dos oceanos, da água dos solos que estão mais quentes e a atmosfera tem muito mais vapor de água que é o combustível da tempestade. Devido ao aquecimento global, é veranizar o planeta torná-lo mais quente. Fisicamente é com a temperatura mais alta de 1,15°C no ambiente e 0,8°C mais quente nos oceanos que estão evaporando mais água. A ciência sabe que quando a temperatura do mar passa de 26,5° evapora muito. No caribe o mar com 27° gera furacões. Com o aquecimento global, a frequência de eventos extremos não vai diminuir, elas só vão aumentar. Chuvas, ondas de calor, secas, ressacas, só vão aumentar. Se se alcançar a proposta do acordo de Paris de não ultrapassar 1,5°C a temperatura, reduzir as emissões em 50% até 2030, zerar as emissões líquidas até meados do século. O clima mudou e não tem volta. (UOL, 2023)

Problemas ambientais como os mencionados acima reforçam o grave impacto do ser humano na natureza. Alexander Von Humboldt em 1800 na sua viagem à América do Sul quando chegou ao lago Valencia na Venezuela se depara com que as águas estavam sumindo em grande velocidade. Segundo os moradores vinte anos atrás o que eram ilhas se tornaram terras. O lago tinha um ecossistema próprio: sem saída para o mar e alimentado por alguns rios, o nível de água era regulado pela evaporação. Humboldt comparou a evaporação média anual dos rios e lagos do mundo, desde o sul da França até as índias ocidentais. E chegou à conclusão que o desmatamento dos bosques circundantes e o desvio de água para uso na agricultura tinha feito descer os níveis de água. À medida que a agricultura floresceu no vale, os agricultores tinham esvaziado e desviado os rios que alimentam o lago. Ao desmatar as árvores a vegetação rasteira (musgo, arbustos e raízes) desapareceram de forma que o solo que estava protegido tinha ficado sem poder reter a água. As árvores protegem o solo e, portanto, diminuem a evaporação da umidade. Nesse lago, Humboldt em 1800 desenvolveu a teoria da mudança climática provocada pelo ser humano.

Por ser o pioneiro cientista a registrar em diversos livros a ação da humanidade em todo o planeta advertiu que poderia repercutir nas gerações futuras. Sem saber, Humboldt é o pai do movimento ecológico.

## 2. Resenha do livro: *La invención de la naturaleza*

A resenha do livro se deve a ser uma obra que mostra a primeira pesquisa científica que mostra a ação do ser humano no meio ambiente, muito antes de autores como Rachel Carson (1962) com “Primavera Silenciosa” e Donella Meadows et al (1972) com “Limites do crescimento”. Humboldt conhecido e respeitado no século XIX não é mencionado nem citado nos séculos XX e XXI. Na obra os 50 + importantes livros em sustentabilidade de Wayne Visser (2012) não há nenhuma menção de Humboldt mesmo que o livros de sustentabilidade dos últimos 50 anos.

A relevância deste artigo, está em mostrar a trajetória de Humboldt como o primeiro cientista preocupado com o impacto do ser humano no meio ambiente.

### 2.1 Título e capítulos

O livro *“La invención de la naturaleza: El nuevo mundo de Alexander Von Humboldt”* da autora Andrea Wulf (2016), 578p, tem 23 capítulos. Onde narra a vida e obra de Humboldt.

O primeiro capítulo *“Começos”* trata do início da vida do cientista, que nasceu em 1769 em uma família de classe aristocrata prussiana. Frequentava círculos intelectuais em Berlim e teve uma educação com incentivo à dependência e à tolerância. O interesse por diversas áreas desenvolveu um método de pesquisa empírica e novas teorias sobre os organismos vivos como plantas e animais em relação aos processos vitais.

No segundo capítulo *“Imaginação e natureza”* em 1794 com 25 anos, Humboldt vai para Jena, uma cidade que tinha uma das maiores universidades de língua alemã e atraía pensadores progressistas e onde Humboldt conhece Johann Wolfgang von Goethe o grande poeta alemão que considerava que um organismo vivo estava formado por partes que só funcionavam em conjunto. Humboldt aplica na natureza geral e interpreta o mundo natural como um conjunto unido e animado por forças interativas. Também defende o empirismo, onde somente é possível conhecer o mundo através da experiência e que nada havia na mente

que não chegaria por meio dos sentidos. Para Goethe a natureza deve experimentar-se através do sentimento e quem descreve-se o mundo apenas por uma classificação de plantas ou animais e pedras, “nunca conseguiria aproximar-se”. A partir desse olhar para a natureza Humboldt aplica nas suas viagens de investigação.

O capítulo 3 “*Em busca de um destino*” Humboldt planeja viajar para aprender tudo sobre geologia, botânica, zoologia e astronomia. Compra equipamentos para analisar e medir a altura das montanhas, analisar a temperatura da água e do ar para descobrir como as forças na natureza estão entrelaçadas. Em 1799 empreende uma viagem à América do Sul junto com um jovem cientista Aimé Bonpland que se interessava por plantas.

No capítulo 4 “*América do Sul*” Descreve a viagem que inicia na Venezuela na cidade de Cumaná em que Humboldt e Bonpland encontram uma linda paisagem de palmeiras, flores, aves, peixes, caranguejos de cores azuis e amarelos. Flamengos, borboletas, macacos que tinham muitos elementos para catalogar. Ouvindo rumores da existência de um canal Cassiquiare que conectaria duas bacias fluviais Orinoco e Amazonas. Ninguém tinha registrado a existência do canal/rio Cassiquiare, na época não se tinha o conhecimento de que os rios estavam todos conectados. Na viagem no vale se deparam com o Lago Valencia que tinha garças, flamingos e patos selvagens. Para Humboldt pareceu um lugar lindo, porém os habitantes contaram a ele que os níveis das águas tinham baixado em 20 anos. Medindo a analisando percebeu que o desmatamento de bosques próximos e o desvio de águas para irrigar plantações tinham feito descer os níveis da água. Foi nesse lago que Humboldt desenvolveu a ideia da mudança climática provocada pelo homem. A pesca de pérolas descontroladas tinha esgotado os bancos de ostras. Tudo era uma reação ecológica em cadeia. Para ele a natureza tinha uma relação de interação e reciprocidade. Devemos lembrar que o conceito de Antropoceno para designar uma nova época geológica caracterizada pelo impacto do homem na Terra, só foi definido em 1995.

Kolbert (2015, pg. 199) destaca a relação direta do homem com o ecossistema e a relação de dependência entre ambos:

[...] permanecemos dependentes dos sistemas biológicos e geoquímicos da Terra. Ao perturbarmos esses sistemas – derrubando florestas tropicais, alterando a composição da atmosfera, acidificando os oceanos -, estamos colocando em risco nossa própria sobrevivência. [...] O antropólogo Richard Leakey já advertiu que o “homo sapiens” pode ser não apenas o agente da sexta extinção, mas corre o risco de ser uma de suas vítimas. Um cartaz no Salão da Biodiversidade cita uma frase do ecologista de Stanford Paul Ehrlich: ao pressionar outras espécies para a extinção, a humanidade está serrando o galho sobre o qual está sentada. (KOLBERT 2015, pg. 199)

O capítulo 5 “*As planícies e o Orinoco*” Na selva do rio Orinoco encontraram crocodilos, manadas de capivaras, jaguar, flamingos e garças. Ruídos de macacos, rugidos mostravam a Humboldt que a selva estava cheia de vida. Para ele “o homem não tinha perturbado o curso da natureza”. Era a ausência do homem que permitia aos animais prosperarem sem problemas, apenas limitados por eles mesmos, pelas ações de uns sobre os outros.

Observasse com assombro, quantas coisas estão relacionadas com a existência de uma única planta. Os frutos da palmeira de moriche atraem os pássaros, as folhas protegem do vento e a terra

que tinha voado e tinha acumulado detrás dos troncos retém mais umidade nesses pontos que em qualquer outro lugar, criando refúgio para insetos e minhocas. WULF (2016) Tradução nossa

Humboldt tinha encontrado a espécie chave que é uma espécie essencial para um sistema de um organismo vivo. Esse conceito só foi criado duzentos anos depois.

O capítulo 6 “*Pelos Andes*” Humboldt e Bonpland decidem conhecer a cordilheira dos Andes, atravessaram montanhas e avistaram condores e lhamas. Em 1802 chega em Quito que se encontra a 2850 metros de altitude, querendo subir aos vulcões em uma viagem sem equipamento adequado de sapatos e roupas. Em cada montanha fazia medições de temperatura, umidade, coletava flores e plantas.

No capítulo 7 “*Chimborazo*” Humboldt queria subir ao vulcão que era um dos maiores do mundo, embora o Chimborazo não é a montanha mais alta do mundo é que a que tem seu cume mais distante da terra. A descrição da subida, com a precariedade do equipamento mostra a vontade do cientista de analisar a vegetação e a neve. Ele comparava as plantas alpinas com as montanhas da Suíça, tudo estava relacionado. Para Humboldt a vida estava sobre as pedras, as plantas, os animais e os seres humanos. A atmosfera continha os germes da vida futura: pólen, ovos de insetos, sementes. A vida estava em todas as partes e os poderes orgânicos trabalhavam sem parar. A natureza era uma força global com zonas climáticas correspondentes em todos os continentes. Na viagem também tomou consciência da destruição por ação do homem, quando viu que a casca da cinchona contém quinina, que é usada para tratar a malária, mas quando a casca era removida, as árvores morriam. Árvores maiores e velhas eram escassas. Entendeu que a natureza sendo uma rede de vida não podia ser estudada apenas como um botânico, ou geólogo ou um zoólogo. Era preciso informação do todo e de todas as partes. Já que era importante comparar as regiões mais diversas do planeta.

O capítulo 8 “*Política e Natureza*” em 1804 a viagem continua em direção aos Estados Unidos e visita o presidente Jefferson. Entendendo que terras secas deixavam populações com fome devem ser tratadas como política de estado. Ele tinha visto na Venezuela populações que deixavam de plantar milho e outras plantas comestíveis para plantar o índigo que produzia uma tinta azul e deixava o solo desgastado. Em Cuba bosques tinham sido substituídos por plantações de cana de açúcar. As monoculturas não criavam uma sociedade feliz. Humboldt foi o primeiro a relacionar o colonialismo com a destruição do meio ambiente. Para ele o bem-estar geral não podia medir se “de acordo com o valor de suas exportações”. Tudo, desde o musgo, o inseto mais humilde até os elefantes ou as grandes árvores tinham sua função e juntos formam a totalidade.

Após a II Guerra Mundial, o crescimento econômico dos países passou a ser medido em 1948 pelo PIB – Produto Interno Bruto, um indicador que, contabiliza o que foi produzido internamente em termos de bens e serviços – sem distinção entre o que é benéfico ou não para a sociedade e/ou o meio ambiente – e serve de instrumento de comparação macroeconômica entre as nações. Humboldt em 1804 já tinha mencionado que o bem não poderia ser medido com o valor das exportações.

Capítulo 9 “*Europa*” Em agosto de 1804 Humboldt volta a Europa e é recebido em Paris como um herói, tinha feito uma viagem de mais de 5 anos e voltava com baús cheios de cadernos, desenhos, anotações astronômicas, geológicas e biológicas. Levava amostras de plantas e animais que eram novos para os botânicos. Humboldt queria compartilhar suas

descobertas para cientistas de toda Europa porque acreditava que era o caminho para fazer novos descobrimentos e mais importantes.

No capítulo 10 “Berlim” Havia poucos cientistas diferente de Paris. Com o material da sua viagem em 1806 publica um livro “*Ensayo sobre la geografía de las plantas*” em alemão e francês. No livro expunha o mundo vegetal em um contexto mais amplo e via a natureza como uma relação holística entre os diversos fenômenos. É considerado o primeiro livro ecologista do mundo. Humboldt apresentava relações entre plantas, clima e geografia. As plantas estavam agrupadas em zonas e regiões e não em unidades taxonômicas. Proporcionou à ciência ocidental uma nova lente para visualizar o mundo natural. No livro apresentava tabelas, estatísticas e dados. Humboldt unia o mundo físico, biológico e cultural e mostrava uma imagem de modelos globais. Segundo ele, quando os seres humanos cruzavam continentes e oceanos, levavam plantas e animais e assim haviam mudado a face da terra. O livro revelou uma rede da vida natural antes invisível. Os cientistas deviam considerar a flora, a fauna e os estratos rochosos desde uma perspectiva global. Escreveu também o livro “*cuadros de la naturaleza*” que foi publicado em onze línguas. Com estes livros influenciou diversos cientistas e poetas como: Júlio Verne; Henry Thoreau; Charles Darwin. A figura 1 mostra os dois livros.

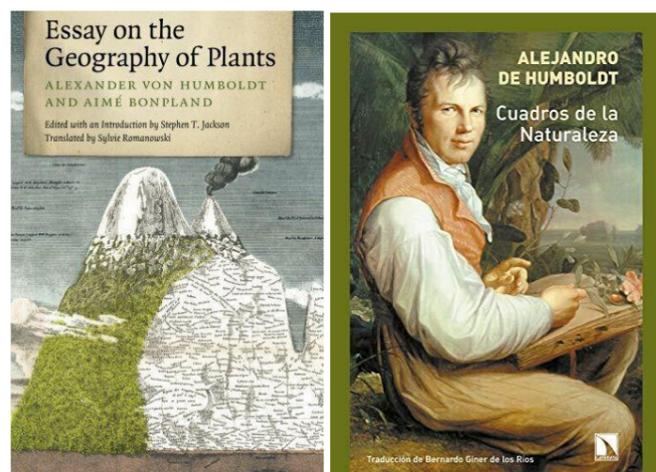


Figura 1: “*Ensayo sobre la geografía de las plantas*” de *Cuadros de la Naturaleza*. Fonte: amazon.com

Capítulo 11 “Paris” em 1810 publica o livro “*Vistas de las cordilleras y monumentos de los pueblos indígenas de América*” era uma celebração à América Latina. Em Paris Humboldt se reunia com cientistas de áreas diversas para intercambiar informações e ideias, também deve-se considerar que Paris tinha a força intelectual da época e a ciência fazia parte da política.

No capítulo 12 “*Revoluções e natureza*” descreve a relação de Humboldt e Simon Bolívar e as ideias de preservação da natureza, os impactos na sociedade e no meio ambiente do colonialismo.

O capítulo 13 “Londres” Em visita a cidade, Humboldt visita o astrônomo William Herschel que pelas suas pesquisas considerava o universo em evolução, não baseado exclusivamente em dados matemáticos, mas em observações. A Humboldt incomodava a

divisão da ciência em enfoques cada vez mais especializados. Para ele a natureza era um organismo vivo, animado por forças dinâmicas e que devia ser observada por diversos olhares.

No capítulo 14 “*Girando sem parar*” em 1818 aos quarenta e nove anos planejava sua viagem à Índia e escrevia livros da sua viagem à América do Sul, empregava cartógrafos, artistas, botânicos para ilustrar os livros. Humboldt havia criado as isotermas que são as linhas que aparecem nos mapas e que conectam diferentes pontos geográficos que têm as mesmas temperaturas que ele incluiu no livro *On the isothermal lines and the distribution of heat on the earth* em 1817. As linhas permitem visualizar a temperatura global. Estas linhas são as utilizadas pelos pesquisadores para estudar a distribuição do calor. A visualização gráfica de Humboldt foi inovadora e simples. Atualmente os cientistas seguem utilizando para compreender e representar a mudança climática e o aquecimento global. Hoje duzentos depois os infográficos fazem isso, simplificam a informação.

Capítulo 15 “*Voltar para Berlim*” em 1827 Humboldt com cinquenta e sete anos oferece sessenta palestras gratuitas na universidade as quais eram assistidas por centos de pessoas de diversas classes sociais uma ação de democratização da ciência, os ouvintes eram desde eruditos até pedreiro e mulheres que na época não tinham autorização para estudar.

Interessante perceber a visão social da ciência, hoje o conhecimento é restrito em congressos que são pagos e não inclusivos. Apenas os pares têm acesso a artigos e material com novos conhecimentos.

No capítulo 16 “*Rússia*”, devido a problemas políticos que não permitiram a Humboldt visitar a Índia que era colônia da Inglaterra, ele decide ir à Rússia para visitar as minas a serviço do Czar. Se depara com a exploração de ouro e pedras preciosas, o que ele criticava era a exploração dos recursos naturais e a destruição dos bosques. Conheceu o mar cáspio que tem flutuações do nível da água é que se tornou um campo de estudo de mudanças climáticas já que existem muitos motivos, mas a mudança dos níveis da água do mar cáspio que depende das condições atmosféricas do atlântico norte e das forças tectônicas. São conexões globais que agem de forma complexa.

Também percebeu a ação do homem pela pecuária, os granjeiros drenavam lagos e pântanos para convertê-los em campos e pastos. O resultado foi uma dessecação considerável das terras húmidas. Escreveu que três aspectos pelos quais a espécie humana estava afetando o clima eram: o desmatamento, a irrigação descontrolada, as grandes massas de vapor e gás produzidas nos centros industriais. Ninguém antes dele tinha analisado a relação entre a humanidade e a natureza. Os livros que publicou com essas ideias foram: “*Fragmes de géologie et de climatologie asiatiques*” (1831) e “*Asie centrale, recherches sur les chaînes de montagnes et la climatologie comparée*” (1843). Essa foi a última expedição de Humboldt e suas opiniões sobre a natureza começaram a difundir se entre pensadores de Europa e América.

No capítulo 17 “*Evolução e Natureza*” descreve a influência de Humboldt que estava com sessenta e dois anos no jovem Charles Darwin de vinte e dois anos, este tinha lido todos os livros de Humboldt e o tinha como um ídolo. No livro “*Cuadernos de la naturaleza*”, mais de vinte anos antes, Humboldt tinha escrito sobre “a transformação gradual das espécies”. Tudo estava em movimento, se o planeta mudava, se a terra e o mar se moviam, se a temperatura

subia e descia, então todos os organismos “deviam haver estado submetidos a diferentes alterações”. Se o meio ambiente influi no desenvolvimento dos organismos, os cientistas deviam investigar com mais detalhe os climas e os habitats.

Outro livro que influenciou Darwin foi “*Personal Narrative*” de 1814 onde Humboldt narra a viagem à América do Sul e expõe comparações de plantas em diferentes continentes e diferentes climas, resultando em plantas próximas mesmo separadas por oceanos e continentes. Porém não estava claro o motivo de ter essas analogias entre continentes e climas similares nem sempre as plantas ou animais eram similares. A luta pela sobrevivência já tinha sido relatada por Humboldt ao ver a quantidade de ovos das tartarugas para que algumas sobrevivessem. As sementes, ovos e os filhotes se produziam em grandes quantidades, porém chegavam a vida adulta apenas poucos. A ideia da evolução tinha sido plantada por Humboldt.

As feras da selva refugiam-se nos arbustos e os pássaros escondem-se debaixo da folhagem das árvores ou nas fendas das rochas. Mas no meio deste aparente silêncio, quando prestamos atenção aos sons mais fracos transportados pelo ar, ouvimos uma vibração surda e um som de inseto que preenche, podemos usar a expressão, todos os estratos inferiores do ar. Não há nada mais apropriado para fazer o homem sentir a dimensão e o poder da vida orgânica. Miríades de insetos rastejam no chão e esvoaçam em torno das plantas ressequidas pela queima do sol. Um barulho confuso vem de cada arbusto, dos troncos das árvores em decomposição, das fissuras, da rocha e da terra perfurada pelos lagartos, centopeia e anfíbios. São tantas as vozes que elas proclamam que toda a natureza respira; e que sob mil formas diferentes, a vida se espalha pela terra rachada e poeirenta, assim como faz no interior das águas e no ar que circula ao nosso redor. (HUMBOLDT 1814 *apud* WULF, 2016)

A frase de Humboldt mostra a sensibilidade e o olhar de admiração para a natureza. A frase foi inspiração para o último parágrafo no livro de Charles Darwin “A origem das espécies” publicado em 1859.

No capítulo 18 “*O cosmos de Humboldt*” com sessenta e cinco anos Humboldt começa a escrever o livro “*Cosmos, el ensayo de una descripción física del mundo*” *Kosmos* significa em grego “beleza e ordem” e Humboldt queria expressar assim o céu e a terra. O cientista era humilde e ia à universidade para aprender. Em 1845 publicou o primeiro volume de *Cosmos*, 20.000 exemplares vendidos em dois meses. Neste livro Humboldt fala do espaço exterior até a terra. Foi o primeiro a compreender o clima como um sistema de correlações complexas entre a atmosfera, os oceanos e as massas continentais. No livro trata da relação entre o ar e os ventos, as correntes marinhas, a elevação e densidade da vegetação na terra. Ele falava de uma rede de vida orgânica.

Temos que lembrar que o conceito similar de ver a terra como um organismo vivo foi publicado em 1979 por James Lovelock no livro “*Gaia*” em que se sustenta que a terra é um sistema fisiológico porque ele tem o objetivo de regular o clima e a química para mantê-lo em um nível confortável a vida. A diferença entre Lovelock e Humboldt é que o primeiro não é pessimista em relação a ação do homem já que a terra teria a capacidade de regular o clima. Humboldt era um crítico da ação do homem e a mostrar como a terra estava sendo impactada e em processo de destruição.

No capítulo 19 “*Poesia, Ciência e Natureza*” trata do poeta Henry David Thoreau que foi um grande admirador de Humboldt. O poeta começou a estudar a natureza com detalhes que os cientistas seguem usando seu método para estudar o impacto da mudança climática,

comparando datas da primeira floração das flores silvestres ou das datas em que árvores ficam sem folhas. Thoreau desenvolveu a percepção dos ciclos e as relações da natureza. Quando compreendeu que as borboletas, flores e as aves aparecem na primavera. Os anos são um ciclo e começou a compilar listas de estações com datas de surgimento das folhas e floração.

O capítulo 20 “*O maior homem desde o dilúvio*” descreve os últimos dias de Humboldt que tinha mais de oitenta anos, muito produtivo e publicando o segundo volume do livro “*Cosmos*” recebendo muitas cartas de cientistas do mundo todo já que na época, era o cientista mais famoso não apenas da Europa. Faleceu em 1859, porém suas ideias e livros foram lidos e influenciaram artistas e cientistas do mundo nos próximos anos.

No capítulo 21 “*Homem e Natureza*” aborda a influência de Humboldt nos Estados Unidos e especificamente em George Perkins Marsh que reúne material para um livro que explicaria como a humanidade estava destruindo o meio ambiente. Marsh via um mundo construído pela humanidade é marcado por milhares de anos de atividade agrícola. Terras peladas que mostram a presença do homem. Em 1851 na viagem pelo rio Nilo, viu os sistemas de irrigação converterem o deserto em campos férteis, porém havia falta de plantas silvestres porque as terras estavam submetidas a plantios. Da mesma forma que tinha lido nos livros de Humboldt, percebe que a agricultura constante estava deixando um planeta improdutivo e desgastado.

O meio ambiente começava a sofrer nos Estados Unidos. Os resíduos industriais contaminam os rios e os bosques sumiram quando a madeira era usada para combustível. Publica o livro *Man and Nature* em 1864 onde conta uma história de destruição, avareza e ganância, de extinção e exploração do solo e inundações torrenciais. No livro dá exemplos de ações como a do uso de pele que prejudicaram as populações de castores no Canadá, ou de agricultores que matavam aves para proteger as plantações e depois tinham que lidar com enxames de insetos que antes serviam de alimento aos pássaros. O impacto de arquitetos e urbanistas em Chicago que foi construída ao mesmo nível do lago Michigan. A solução de elevar o solo e construir sistema de drenagem. Lagos e rios onde antes havia peixes agora não tinham vida. Marsh foi o primeiro a explicar a pesca excessiva que é parte da culpa, porém também havia a contaminação da indústria e fábricas. Substâncias químicas envenenaram os peixes. Sua preocupação com o meio ambiente ficava afogado na cacofonia do progresso.

Outro americano a seguir as ideias de Humboldt foi James Madison em 1818 repetiu as declarações de Humboldt sobre o desmatamento e destacou as consequências catastróficas do cultivo do tabaco em grande escala nas terras antes férteis do estado, suas advertências passaram inadvertidas.

Em 1851 Henry Thoreau reclamou da conservação dos bosques e em 1859 concluiu que cada cidade deveria ter um bosque de vários centos de hectares inalienável para sempre. Ter reservas nacionais. Para Marsh o dano provocado por duas ou três gerações era tão catastrófico como a erupção de um vulcão ou um terremoto. As influências de do livro de March serviram para políticas de proteção nos Estados Unidos. John Muir o pai dos parques nacionais, Gifford Pinchot o primeiro responsável pelo serviço florestal dos estados Unidos, foi criada a lei de plantação de árvores em 1873 e a lei de reservas florestais de 1891. O livro de Marsh provocou mudanças na Austrália, Nova Zelândia, Japão e inspirou uma nova geração de ativistas.

O capítulo 22 “*Arte, ecologia e natureza*” mostrar a influência das ideias de Humboldt. Em 1866 Ernst Haeckel publicou o livro “*Generelle morphologie der organismen*”. Mostrando a evolução e morfologia da estrutura e forma dos organismos.

O livro não apenas respaldou a nova teoria das espécies senão deu pela primeira vez o nome a disciplina de Humboldt: *oecologie*, “ecologia” formada da palavra grega *oikos* “lar” e aplicada ao mundo natural. Todos os organismos do mundo estavam relacionados como uma família que ocupa uma moradia e como uma família podiam ajudar se mutuamente ou entrar em conflito. A natureza orgânica e inorgânica formava “um sistema de forças ativas”. A ecologia para Haeckel era “a ciência das relações de um organismo com seu entorno”.

Como Humboldt, Haeckel pensava que os trópicos eram o melhor lugar para entender os princípios básicos da ecologia. Uma árvore na selva ilustrava de maneira surpreendente as relações dos animais e as plantas entre si e com seu entorno: com orquídeas epífitas que se agarraram com suas raízes aos galhos da árvore, insetos que eram polinizadores, o conjunto era a prova de um ecossistema diversificado.

Outra publicação de Haeckel “*formas artísticas en la naturaleza*”, em 1899 e 1904 tinham suas ilustrações, já que para ele a arte era uma ferramenta para transmitir conhecimentos científicos. Os desenhos influenciaram o estilo artístico *Art nouveau*. As ilustrações, na sua maioria, revelaram a beleza de organismos minúsculos que só podiam ser vistos através do microscópio. Artesãos, arquitetos e artistas usavam suas belas ilustrações nos seus projetos. Poder-se-ia dizer que era o começo da biônica ou o uso da analogia superficial de sistemas naturais na arquitetura e em produtos.

A introdução dos motivos naturais nos interiores das obras arquitetônicas foi um passo que aproximou o orgânico a um mundo cada vez mais mecanizado. O artista francês Émile Gallé, o espanhol Antoni Gaudí e o americano Louis Sullivan usavam o livro de Haeckel para suas criações. O arquiteto René Binet usou as imagens das criaturas marinhas microscópicas de Haeckel como inspiração para a porta de metal da Feira universal em Paris em 1900. Binet publicou um livro “*Esboços decorativos*” que mostrava como passar as ilustrações de Haeckel para o design de interiores. Corais, medusas e algas entraram nas casas.

No capítulo 23 “*Preservação e Natureza*”, mostra a influência das ideias de Humboldt nos Estados Unidos para o ativismo na preservação do meio ambiente. John Muir é um apaixonado por botânica e pela vida no ambiente natural. Segue os passos de Humboldt para observar e coletar plantas e animais na serra Nevada no Vale Yosemite. Publica o livro “*My first summer in the sierra*” em 1910 em que descreve a natureza como uma unidade de inter-relação, em que há uma série de cordas invisíveis. Da mesma forma que Humboldt, Muir acreditava que a natureza para ser compreendida deve ser analisada por diversas ciências, botânica, geografia e geologia. Já que um olhar apenas pela botânica era muito limitado.

Muir escreveu para um público não científico a descrição da natureza por meio de texturas, cores, sons e cheiros. O ativismo nele, vai surgindo à medida que vê a agricultura e a irrigação destruírem o prado silvestre e tornaram o Vale Yosemite em uma zona de plantação de hortifrúti. Percebe também, que o país estava mudando, a cada ano os Estados Unidos estavam transformando 60.000 km<sup>2</sup> de terras virgens em áreas de cultivo.

Por iniciativa de Muir em 1890 é criado o parque Nacional de Yosemite com uma extensão de 8.000 km<sup>2</sup> no estado da Califórnia, sob o controle do governo federal. Era o segundo

parque nacional protegido dos Estados Unidos, já que em 1872 tinha sido criado o parque Nacional de Yellowstone em Wyoming.

Muir estava convencido de que o governo federal era o único para fiscalizar e fazer com que a sociedade respeitasse a proteção. Essa área estava sendo usada para hotéis. Percebendo a necessidade de maior proteção do meio ambiente em 1892 criou a “*sierra club*”, uma associação de preservação do meio ambiente que atualmente é a maior associação ecológica dos Estados Unidos.

Humboldt havia compreendido o perigo que sofria a natureza, no capítulo 22 foi mostrado que Marsh tinha mostrado provas dos impactos do ser humano e Muir foi quem introduziu as preocupações ambientais na política e na população.

Muir assim como Humboldt defendiam a “preservação” do meio ambiente, proteger a natureza contra a ação humana. Diferente da visão de “conservação” que visava a proteção e regulamentação dos recursos para um uso sustentável.

Para Muir (*apud* Wulf 2016) “nada que tenha valor monetário está a salvo por muito que se tente proteger” essa frase de Muir mostra as batalhas do ativismo ecológico contra o progresso.

Wulf (2016) menciona no epílogo que Humboldt tem sido esquecido na língua inglesa e que um dos motivos foi sua visão integral da ciência que estava fora do que se constituía no campo científico no século XIX em que na academia as disciplinas científicas se consolidaram em campos especializados e separados. E que foram perdidos os métodos interdisciplinares de Humboldt e seu conceito da natureza como força global.

Para Wulf (2016) agora que a ciência tenta compreender e prever as consequências globais da mudança climática, a visão interdisciplinar de Humboldt para estudar a natureza é muito relevante.

### 3. Considerações Finais

O artigo apresentou uma resenha do livro “*La invención de la naturaleza: El nuevo mundo de Alexander Von Humboldt*” da autora Andrea Wulf (2016). Trata-se de uma descrição dos 23 capítulos que contam a trajetória do maior cientista do século XIX e com influência nos cientistas do século XX, também por se tratar do primeiro cientista a demonstrar com dados o impacto ambiental do ser humano no meio ambiente, o artigo pretendeu dar a conhecer as ideias pioneiras de *Alexander Von Humboldt* e em mostrar seu olhar ímpar do meio ambiente que o fez por meio da pesquisa interdisciplinar enxergar o que atualmente se sabe, que estamos na era do antropoceno e que o planeta é uma rede complexa. Temos que lembrar que o conceito

Antropoceno foi um termo formulado por Paul Crutzen, Prêmio Nobel de Química de 1995. O prefixo grego “antropo” significa humano; e o sufixo “ceno” denota as eras geológicas. Este é, portanto, o momento em que nos encontramos hoje: a Época dos Humanos. Aquela em que o *Homo sapiens* constata que a civilização se tornou uma força de alcance planetário e de duração e abrangência geológicas. (AMANHÃ, 2023)

Foi no Holoceno que a civilização floresceu e a espécie humana se tornou uma força onipresente no território global. A população mundial era de cerca de 5 milhões de habitantes no início do período Holoceno, há cerca de 12 mil anos. o ser humano expandiu as atividades



agrícolas e a domesticação dos animais, construiu cidades e montou uma máquina de produção e consumo de bens e serviços jamais vista nos 4,5 bilhões de anos da Terra. (FIOCRUZ, 2023)

O Antropoceno é uma era sincrônica à modernidade urbano-industrial. A Revolução Industrial e Energética que teve início na Europa no último quartel do século XVIII deu início ao uso generalizado de combustíveis fósseis e à produção em massa de mercadorias e meios de subsistência, possibilitando uma expansão exponencial das atividades antrópicas. (FIOCRUZ, 2023)

Humboldt foi um grande pesquisador que por meio da experiência em suas viagens conseguiu entender que a natureza tem uma vida complexa e interdependente.

O texto mostra que diversas teorias do século XX tem sua base nas ideias de Humboldt e que seus livros traduzidos a diversas línguas conseguiram influenciar os movimentos ambientalistas na Europa e nos Estados Unidos.

Os problemas ambientais no Brasil demonstram quão atrasado está o país em entender os impactos do ser humano no ambiente. Houve, pelo visto no artigo, diversas publicações e avisos de perda da biodiversidade a nível mundial desde 1800. O progresso tem feito com que Humboldt tenha sido esquecido e pouco mencionado como o pioneiro da preocupação ambiental. Sua bibliografia deve fazer parte de disciplinas de ecologia, meio ambiente e no campo do projeto deve ser incentivada em cursos de arquitetura e design de produto

#### Referências

AMANHÃ, Museu do. **Antropoceno**. 2023. Disponível em: <https://museudoamanha.org.br/pt-br/antropoceno>. Acesso em: 04 fev. 2023.

CUNHA, Icaro Aronovich da. **O Ecoturismo e os conflitos na ocupação do território em São Sebastião**. 2008. Disponível em: <https://repositorio.furg.br/handle/1/5633>. Acesso em: 02 fev. 2023.

FIOCRUZ. **Antropoceno**: a era do colapso ambiental. a Era do colapso ambiental. 2023. Disponível em: <https://cee.fiocruz.br/?q=node/1106>. Acesso em: 04 fev. 2023.

KOLBERT, Elizabeth. **A sexta extinção**: Uma história não natural. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2015.

UOL. **Eventos climáticos extremos serão mais frequentes e intensos**: Carlos Nobre. 2023. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2023/02/22/nobre-nao-ha-desculpa-politica-90-dos-eventos-extremossaoprevisiveis.htm>. Acesso em: 22 mar. 2023.

WISSER, Wayne. **Os 50+ importantes livros em sustentabilidade**. São Paulo: Petrópolis, 2012.

WULF, Andrea. **La invención de la naturaleza**: el nuevo mundo de Alexander von Humboldt. Barcelona: Penguin Random House, 2016. 578 p.

## Educação ambiental com ênfase nas mudanças climáticas: desenvolvimento do jogo Roleta Climática

### *Environmental education with an emphasis on climate change: development of the Climate Roulette game*

**FERREIRA, Ian Victor Silva, graduando design de Produto. UFSC**

[iansilvar@outlook.com](mailto:iansilvar@outlook.com)

**CORRÊA, Rosália. Graduanda design de Produto. UFSC**

[rosalia.correa2010@hotmail.com](mailto:rosalia.correa2010@hotmail.com)

**PAZMINO, Ana Veronica, Dra, UFSC**

[anaverpw@gmail.com](mailto:anaverpw@gmail.com)

#### Resumo

Mudanças climáticas são um processo natural do planeta. Entretanto, ações humanas como consumismo, desmatamento, produção excessiva de resíduos e a emissão desenfreada de gases poluentes impactam esse processo gerando danos catastróficos. Tendo em vista esse cenário alarmante, o presente artigo aborda o processo de projeto de um jogo físico educativo com ênfase nas mudanças climáticas e seus impactos no âmbito social. É um método intuitivo de fomentar o conhecimento e sensibilizar a população infanto-juvenil: a geração futura. O projeto foi norteado pelos métodos de design abordados durante a disciplina de Metodologia de Projeto do curso de Design de Produto UFSC. A pesquisa sintetiza dados e sugestões do público-alvo, além de concorrentes no mercado atual. O resultado é um jogo de uma roleta que explora a dinâmica por meio de perguntas e respostas para ser utilizada nas escolas, residências ou em momentos de lazer com amigos estimulando o envolvimento dos jovens com a temática.

**Palavras-chave:** Mudanças Climáticas; Jogo Educativo; Design

#### Abstract

*Climate change is a natural process on the planet. However, human actions such as consumerism, deforestation, excessive waste production and the unbridled emission of polluting gases impact this process, causing catastrophic damage. In view of this alarming scenario, this article addresses the design process of an educational physical game with an emphasis on climate change and its impacts in the social sphere. It is an intuitive method of promoting knowledge and sensitizing the child and youth population: the future generation. The project was guided by the design methods addressed during the Design Methodology discipline of the UFSC Product Design course. The survey synthesizes data and*

*suggestions from the target audience, as well as competitors in the current market. The result is a roulette game that explores the dynamics through questions and answers to be used in schools, homes or in leisure time with friends, stimulating the involvement of young people with the theme.*

**Keywords:** *Climate changes; Match; Educational; Design*

## 1. Introdução

Mudanças climáticas sempre foram um processo natural do planeta Terra. Entretanto, desde o período pré-fabril, se intensificando com a Revolução Industrial; as ações humanas vêm impactando este processo, de modo que, aceleraram drasticamente essas mudanças tornando a situação alarmante. É correto afirmar que um desenvolvimento tão benéfico para a sociedade acabou gerando um problema em crescimento exponencial que tem sido tratado por diversos cientistas como: Leopold, 1949; Carson, 1962; Fuller, 1969; Meadows et al, 1972; Gore, 2006 entre outros ao longo dos últimos 50 anos.

Ações como o consumismo, o desmatamento, a produção excessiva de resíduos e a emissão desenfreada de CO<sub>2</sub> e outros gases poluentes são alguns exemplos que agravam o problema afetando diretamente a saúde, o cultivo de alimentos, habitação, segurança, trabalho e outras condições primordiais para a sobrevivência humana.

Apesar dos compromissos firmados nas conferências mundiais sobre as mudanças climáticas:

Na COP que é “sessão da Conferência das Partes da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre a Mudança do Clima” que acontece todos os anos desde 1995, e a sua edição de 2022 foi realizada na cidade de Sharm El-Sheikh, no Egito. Participaram da COP 27 todos os países que ratificaram a UNFCCC, que somam hoje 198 territórios.

Inserida em um contexto de agravamento dos efeitos das mudanças climáticas, a COP 27 foi importante para a reafirmação e ampliação das metas estabelecidas em reuniões anteriores e para garantir o cumprimento de ações urgentes sobre o clima, tentando assim reduzir os impactos negativos das mudanças climáticas e assegurar um futuro mais sustentável para as próximas gerações.

O principal objetivo da COP 27 foi a reiteração e cumprimento dos compromissos fixados anteriormente e das metas de redução da emissão de gases do efeito estufa estabelecidos em sessões anteriores, visando a acelerar a ação sobre as mudanças climáticas.

COP" é a sigla em inglês para a Conferência das Partes, principal órgão deliberativo da UNFCCC. Essa conferência surgiu no contexto da ECO-92, que foi realizada na cidade do Rio de Janeiro e representou um marco nas discussões ambientais e climáticas em escala internacional. Participam das reuniões da COP todos os países signatários da UNFCCC, sendo um deles o Brasil.

A primeira sessão da COP foi realizada em 1995, um ano após a ratificação da UNFCCC. A reunião aconteceu na capital alemã, Berlim, e teve como um dos seus objetivos o estabelecimento de metas de redução da emissão de gases do efeito estufa para os países desenvolvidos. Desde então, as sessões da COP têm sido realizadas com frequência anual, com exceção da COP 26, que foi adiada em um ano em decorrência da pandemia da covid-19. (GUITARRARA, 2022)

Foram promovidas inúmeras discussões sobre temas importantes para a ação climática, como medidas de adaptação e resiliência, redução do desmatamento, transição energética, adoção de práticas sustentáveis pelo agronegócio e auxílio aos países menos desenvolvidos.

Nota-se a necessidade de um engajamento efetivo não só dos governantes, mas também da população no ato de preservar o meio ambiente e controlar os índices de aquecimento da Terra. Sob esse aspecto, observou-se que crianças e adolescentes ajudam significativamente na conscientização de adultos, como mostra pesquisas realizadas no ano de 2019 em uma universidade da Carolina do Norte, nos EUA.

Nesse viés, o artigo apresenta um aprofundamento no tema de mudança climática, buscando por meio de um jogo auxiliar na educação e informação, de modo mais leve e divertido, para a população infanto-juvenil.

## 2. Mudanças climáticas e os jovens

Diante do atual cenário em que as mudanças climáticas se tornam cada vez mais intensas, faz-se necessário encontrar alternativas eficazes para informar a população quanto a importância de aderir a hábitos ambientalmente e socialmente corretos.

Estudos publicados pela *Nature Climate Change*, realizado por cientistas sociais da Universidade Estadual da Carolina do Norte, nos Estados Unidos, evidenciam que jovens entre 11 e 17 anos possuem grande influência na opinião de seus pais em relação às mudanças climáticas. Ao perceberem que os filhos estão se envolvendo com o tema, sentem-se induzidos a seguir o mesmo caminho. Com base nestes estudos, é coerente afirmar que alternativas de informação com foco na população infanto-juvenil seria uma forma muito eficaz para propagar a educação ambiental.

Os professores exercem um papel fundamental na sociedade. São responsáveis por educar e transmitir conhecimentos desde a educação básica à educação superior, além de propagar princípios e valores que são primordiais na formação de cidadãos.

Os pais, cuidadores e/ou responsáveis também exercem papel primordial na formação das crianças. Como são o primeiro exemplo, é de extrema importância que reflitam sobre o que será compartilhado com seus filhos para que eles cresçam entendendo a importância de preservar o meio ambiente e controlar o aquecimento da Terra.

De acordo com a Unesco (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura, 2008), os brasileiros passam entre 7 e 8 anos na escola, uma defasagem em relação a países como a China em que passam em média 10 anos estudando. Passar um conteúdo que prepare esse jovem para as demandas do século 21, é necessário que as instituições de ensino abordem pautas ambientais, seja por meio de projetos, atividades ou até mesmo produtos educativos, para garantir que as crianças e adolescentes estejam sempre envolvidos com o tema de mudanças climáticas e cresçam desenvolvendo uma consciência ambiental.

Torna-se cada vez mais comum a participação da população infanto-juvenil em campanhas, manifestações e até conferências a nível mundial. Como exemplo, a Conferência das Nações Unidas sobre as Mudanças Climáticas (COP27), realizada no Egito, que contou com expressivas manifestações de jovens. Greta Thunberg, ativista ambiental sueca, é líder do movimento “Greve das escolas pelo clima”, um movimento internacional em que os estudantes dedicam às sextas-feiras para manifestarem exigindo ações governamentais que evitem o aquecimento da Terra.

Greta vem despertando grande comoção social por se engajar com afinco na causa, transmitindo e incentivando jovens de sua faixa etária a seguirem o mesmo caminho. Autores renomados de sustentabilidade não têm conseguido mobilizar com argumentos e dados científicos a população, suas publicações alcançam cientistas e especialistas. E os jovens têm mostrado maior engajamento para estar presentes e ser vitrine em eventos que demandam decisões dos governos. A figura 1 mostra uma manifestação de jovens na COP 27.



Figura 1 Crianças na Cop 27. Fonte: <https://www.bbc.com/news/uk-england-gloucestershire-63610847>

As crianças de países desenvolvidos parecem mais engajadas nas questões ambientais, pode ser por terem conhecimentos dos problemas ambientais ou por fazer parte de um grupo que compartilha ações. Os autores deste artigo, acreditam que com maior informação e conhecimento as crianças e jovens no Brasil, podem exercer um maior engajamento com embasamento de dados e fatos científicos que permitam que os jovens tenham uma base para suas lutas sem exageros, mas com pé na realidade. Os problemas ambientais são complexos e as mudanças terão que acontecer lentamente.

O tema das mudanças climáticas está relacionado com o aquecimento global e existem no campo científico quem defende o aquecimento global e outros que o consideram uma farsa. O contraditório tem que ser colocado de forma simples para que seja compreendido. Dessa forma, cabe informar com dados científicos para apresentar argumentos sobre o aquecimento global.

## 2.1 Aquecimento Global

O livro “Uma Verdade Inconveniente” de 2006 de Al Gore, expõe anos de estudo sobre as mudanças climáticas e as catástrofes que o mundo vem enfrentando nas últimas décadas, e o mesmo afirma que isto é fruto do aquecimento global, causado pelos humanos através principalmente das grandes indústrias. Este livro e posteriormente documentário assume também um caráter biográfico, pois momentos importantes sobre a vida do pesquisador são demonstrados em seu decorrer. (GORE, 2006) enfatiza as mudanças bruscas climáticas, tais como: enchentes e secas, aumento do nível da água do mar, epidemias, todos estes sendo elementos que alertam para o risco iminente que o aquecimento global é capaz de provocar no planeta.

Enquanto cientistas afirmam que no passado as emissões de carbono eram surpreendentes maiores que atualmente, Gore, defende que as emissões de carbono nos últimos tempos colocam em risco o futuro da humanidade e pede para que realmente a população abra os olhos para um agente devastador do planeta.

Ao longo dos anos, desde a Revolução Industrial, as mudanças nas cidades, o desmatamento, poluição, degradação dos ecossistemas, queima de combustíveis fósseis, tais como, carvão, gás e petróleo tem aumentado o dióxido de carbono na atmosfera e reduzido os recursos naturais no planeta. Atualmente, com 7,5 bilhões de pessoas e com um crescimento populacional nas próximas décadas, não teremos chances de deixar o planeta em boas condições para as futuras gerações. A perda da biodiversidade e os problemas nas cidades por tempestades são exemplos que mostram a ponta do iceberg que demonstram os alertas que os cientistas têm mencionado desde o século XIX.

Gore (2006) menciona que o número de furacões de categoria 4 e 5 duplicou nos últimos trinta anos; a malária espalhou-se para altitudes mais elevadas, em lugares como a cordilheira dos andes, situados a mais de 4 mil metros acima do nível do mar; o degelo das geleiras da Groenlândia mais do que dobrou durante a última década; e no mínimo 279 espécies de plantas e animais já estão reagindo ao aquecimento global, mudando-se para regiões mais próximas dos polos e outras, extintas devido a perder seu ecossistema.

O climatologista Carlos Nobre em entrevista ao Uol News em 22/02/23 menciona

[...] as chuvas mais intensas acontecem no verão devido à maior evaporação da água dos oceanos, da água dos solos que estão mais quentes e a atmosfera tem muito mais vapor de água que é o combustível da tempestade. Devido ao aquecimento global, é veranizar o planeta torná-lo mais quente. Fisicamente é com a temperatura mais alta de 1,15°C no ambiente e 0,8°C mais quente nos oceanos que estão evaporando mais água. A ciência sabe que quando a temperatura do mar passa de 26,5° evapora muito. No caribe o mar com 27° gera furacões. Com o aquecimento global, a frequência de eventos extremos não vai diminuir, elas só vão aumentar. Chuvas, ondas de calor, secas, ressacas, só vão aumentar. Se se alcançar a proposta do acordo de Paris de não ultrapassar 1,5°C a temperatura, reduzir as emissões em 50% até 2030, zerar as emissões líquidas até meados do século. O clima mudou e não tem volta. (UOL, 2023)

Problemas ambientais como os mencionados acima, reforçam a necessidade de soluções, mas, desde 1995 quando surge a COP, falta vontade política para colocá-las em prática e grupos com interesses comuns de empresas, tem criado notícias falsas sobre o aquecimento global. Em 2006 o filme “Uma verdade inconveniente” que antecedeu ao livro do mesmo título, ganhou o Oscar de melhor documentário, em 2007 Al Gore recebeu o prêmio Nobel da Paz pelo conjunto da sua obra pela mudança climática. Mesmo com o relato científico de Al Gore, a população não se manifesta e não sente que deve pressionar os governos. As crianças e jovens conhecem ou ouviram falar de Greta Thunberg e não, de diversos cientistas como: Carson; Al Gore, Fuller etc. e dos dados científicos que mostram os impactos das mudanças climáticas.

## 2.2 Jogos e sua importância no processo de educação

Segundo (NERIS, 2019) o jogo está presente na história humana há muito mais tempo do que se imagina. Existem registros de jogos rudimentares desde a pré-história, e o jogar (que em muitos casos pode significar brincar, também) existe mesmo entre os animais. Ela afirma

ainda, que todos os jogos, mesmo os que não são considerados educativos, têm potencial de ensinar, o público infanto-juvenil.

Todos esses jogos a gente conseguem cruzar com a educação, mas para que isso aconteça há de existir uma intenção, uma pro atividade do educador, entendendo essa relação do jogo com práticas em sala de aula. (NERIS, 2019)

Huizinga (2008) coloca os jogos em um patamar além do entretenimento, mostrando como eles fazem parte da natureza humana, de seus conflitos, de suas relações e criações (Mastrocola, 2012). A conceituação do antropólogo para jogo perpassa os limites da atividade puramente física ou biológica:

Numa tentativa de resumir as características formais do jogo, poderíamos considerá-lo uma atividade livre, conscientemente tomada como "não-séria" e exterior à vida habitual, mas ao mesmo tempo capaz de absorver o jogador de maneira intensa e total. É uma atividade desligada de todo e qualquer interesse material, com a qual não se pode obter qualquer lucro, praticada dentro de limites espaciais e temporais próprios, segundo uma certa ordem e certas regras. Promove a formação de grupos sociais com tendência a rodearem-se de segredo e a sublinharem sua diferença em relação ao resto do mundo por meio de disfarces ou outros meios semelhantes. (HUIZINGA, 2008, p. 13)

### 3. Desenvolvimento do jogo: Roleta Climática

Na disciplina de metodologia de projeto do curso de design de produto da UFSC o enunciado do projeto em 2022/1 foi “desenvolver um material para sensibilizar sobre temas relacionados com o meio ambiente e/ou a sustentabilidade”. Na primeira fase do projeto foi realizada uma pesquisa ampla sobre diversos temas relacionados ao meio ambiente para entender a problemática e selecionar o assunto mais atraente e relevante. Os autores deste artigo realizaram uma pesquisa documental sobre as mudanças climáticas e viram que era um tema pouco tratado em jogos e material de sensibilização e foi definido o público-alvo de jovens de 11 a 17 anos, como visto no item anterior por serem um público engajado atualmente.

Posteriormente foi aplicado um questionário na plataforma Google e encaminhado virtualmente via redes sociais *WhatsApp* e *Instagram*. 30 pessoas responderam, o resultado da pesquisa e a segmentação demográfica é mostrada no infográfico da figura 2.

No questionário 80% declaram saber o que são mudanças climáticas e 68% que debatem sobre o tema na escola, na pergunta sobre como percebem as consequências das mudanças climáticas apontam quatro: 26% inundações, 23% derretimento das geleiras, 7% incêndios e 16% seca.

Como necessidades, mencionaram: gostariam de saber sobre inundações, derretimento das geleiras, escassez de água, incêndios e outras consequências das mudanças climáticas. Que a atividade tenha uma duração entre 30 e 40 minutos. Que sirva para ser realizada em sala de aula.

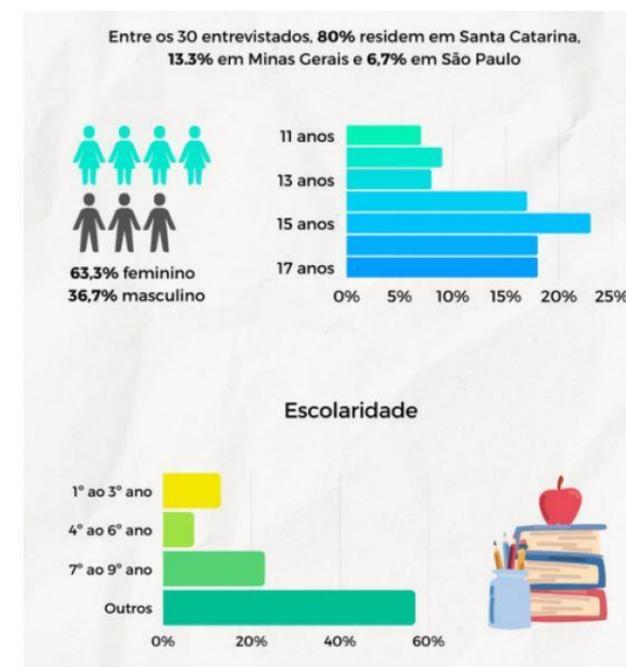


Figura 2 Dados de idade e escolaridade. Fonte: dos autores da pesquisa

Na fase de imersão, foram procurados jogos com abordagem similar ou com tema relacionado ao meio ambiente. Foi realizada uma análise sincrônica dos jogos: Aventureiros da mata atlântica e ecolândia; administrando seu dinheiro sustentável; Jogo da carta da terra; planet; Fotossíntese sob o luar, apesar de abordarem a temática ambiental, não possuem informações sobre mudanças climáticas e as suas respectivas consequências.

O jogo “CO2 segunda chance” é o mais próximo ao tema do projeto, explora conhecimentos sobre preservação ambiental e emissões de carbono, mesmo assim não possui informações sobre mudanças climáticas e aquecimento global.

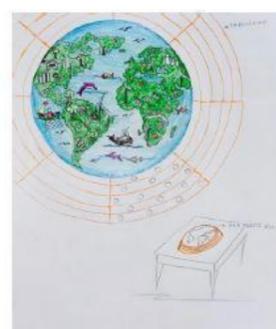
Com os dados coletados foi montado um quadro de requisitos de projeto que apontaram: como principal objetivo: Estimular os conhecimentos sobre mudanças climáticas por meio das consequências, informação do aquecimento global, efeito estufa, desmatamento, emissão desenfreada de CO2 e outros gases poluentes, além de suas respectivas consequências como inundações, derretimento das geleiras, escassez de água, incêndios e outras.

O conceito, deveria mostrar o planeta e os impactos gerados pelas mudanças climáticas, além de ter textos que possam ser usados como perguntas e respostas. A atividade pode ser jogada por até 8 pessoas e por um tempo de 30 à 40 minutos.

Na fase de ideação foram geradas alternativas por meio de *sketch*, as alternativas 3 e 4 são mostradas na figura 3.



ALTERNATIVA 3



ALTERNATIVA 4

Roleta

O globo seria uma roleta com suporte circular e base com furos onde os jogadores encaixariam pinos nos locais indicados por cartas de problemáticas, soluções, perguntas e respostas. Todas as cartas abordariam o tema mudanças climáticas de forma dinâmica e educativa.

Roleta Climática

Seguindo a mesma linha da alternativa 3, o globo seria uma roleta e as demais camadas circulares teriam furos onde os jogadores encaixariam pinos para preenchê-los. A dinâmica de encaixe se daria por meio de perguntas e respostas sobre as mudanças climáticas e os seus impactos.

Figura 3: alternativas 3 e 4. Fonte: dos autores da pesquisa

Após a geração de ideias foi aplicada a matriz de decisão para avaliar em relação aos requisitos estabelecidos e a matriz indicou a alternativa 4 como a melhor. Dessa forma, a mesma começou a ser refinada.

### 3.1 Desenvolvimento da alternativa

No refinamento, houve um novo processo criativo para criar toda a mecânica e tecnologia (componentes) do jogo que deviam fazer com que o conhecimento do aquecimento fosse dinâmico e divertido.

Foi criado o nome do jogo “Roleta Climática” para relacionar com clima e foram definidos os seguintes elementos:

- 1 Caixa em papelão medindo 35 cm x 35 cm x 10 cm para armazenamento e proteção dos componentes;
- 1 Roleta dividida em 8 cores diferentes;
- 1 Folha com as instruções do jogo (manual);
- 2 Folhas com 48 perguntas;
- 2 Folhas com 48 respostas;
- 48 Fichas numeradas;
- 48 Pinos sendo 6 azuis claros, 6 azuis escuros, 6 verdes claros, 6 verdes escuros, 6 vermelhos, 6 marrons, 6 amarelos e 6 brancos;
- 2 Bolsas pequenas em tecido de algodão para separar os 48 pinos, as fichas numeradas e armazená-los de forma organizada para que não se percam.

### 3.2 Dinâmica do jogo

Para iniciar o jogo, cada jogador escolhe uma cor da roleta. O globo terrestre (face A) é uma roleta e nela há um sinalizador que indica qual jogador irá responder à pergunta, de modo que, o jogador indicado irá retirar da bolsa de números uma ficha numerada que corresponde a uma pergunta da folha de perguntas. O jogador que girou a roleta será o responsável por confirmar a resposta na folha de respostas. Vale lembrar, que durante todo o jogo as folhas de perguntas e respostas devem ser mantidas com a frente para cima, exceto nos momentos de perguntar e/ou conferir as respostas. Se a resposta dada estiver correta, o jogador ganha um pino para depositar em um dos furos na região da sua cor escolhida. O intuito do jogo, é que os jogadores preencham todos os furos do seu espaço com os pinos da respectiva cor, de modo que, respondam o maior número de perguntas possíveis e assim conheçam mais sobre as mudanças climáticas e as suas consequências.

Nas imagens, a face A está representada pelo círculo azul e o sinalizador está representado pelo triângulo localizado na extremidade da face A. A figura 4 mostra o desenvolvimento do modelo da roleta.

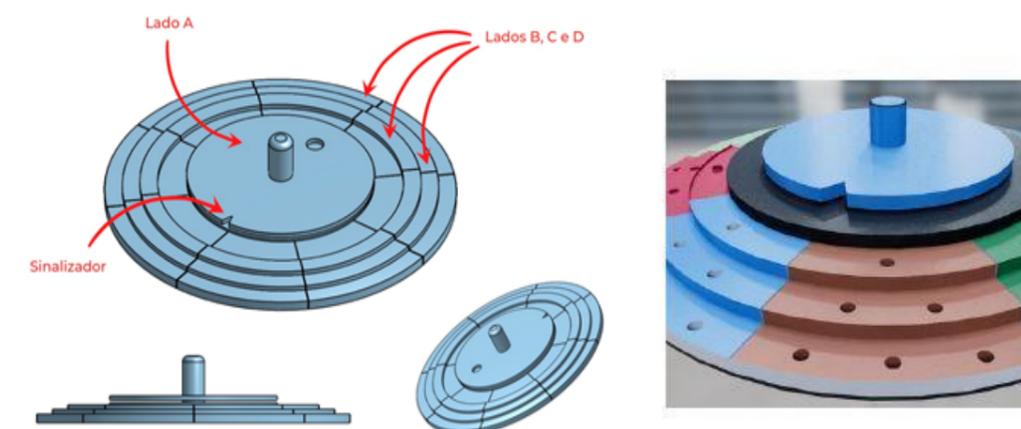


Figura 4: Modelo 3D da roleta. Fonte: dos autores da pesquisa

Para melhor teste do resultado, foi materializada a roleta em papelão para verificar a melhor estrutura que sustentaria o pino central, possibilitando o seu giro. Assim, foi possível adaptar os diâmetros em 30 cm, 26 cm, 24 cm, 22 cm, respectivamente, e a roleta (círculo branco superior) 14 cm. O pino central em MDF é fixo na roleta (círculo branco superior) e possui aproximadamente diâmetro 4 cm e altura 7 cm. A estrutura 1 se mostrou mais viável

por estabilizar melhor o pino e a roleta. A figura 5 mostra a construção do modelo.

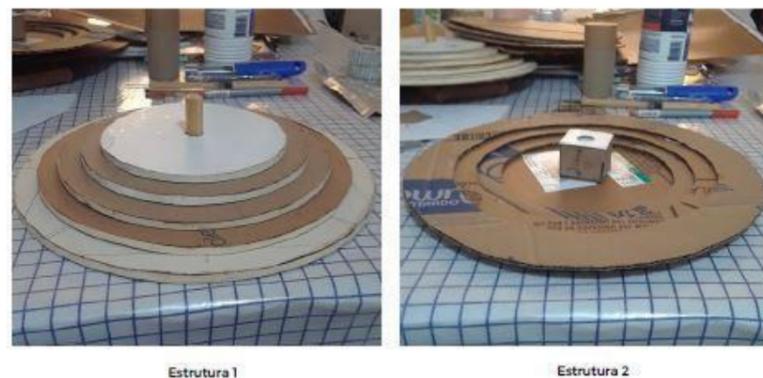


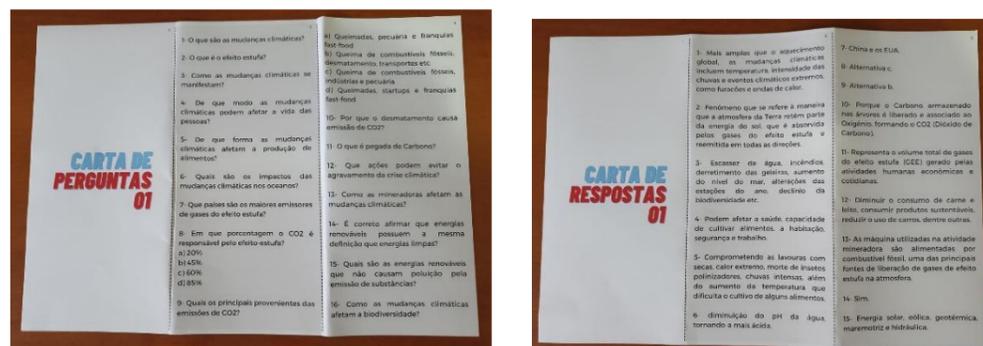
Figura 5: Construção da roleta. Fonte:

A figura 6 mostra o resultado obtido da materialização do jogo Roleta Climática.



Figura 6: Modelo final da roleta climática. Fonte: dos autores da pesquisa

Para o jogo são necessárias 5 folhas: duas com perguntas, duas com respostas e o manual, que podem ser impressas em folha A4 papel reciclado, para o teste da mecânica do jogo foram impressos em folhas brancas reaproveitadas. Todas as folhas possuem numeração no canto



superior direito e linhas pontilhadas indicando o local onde as folhas deverão ser dobradas. Segue na figura 7 uma das folhas de perguntas e respostas.

Figura 7: Folhas de perguntas e respostas. Fonte: dos autores da pesquisa

O objetivo é que a partir das perguntas e respostas, surja a possibilidade de realizar uma pesquisa, cabe ao professor instigar para que haja uma investigação e criar novas perguntas. O jogo pode auxiliar no processo de um ensino investigativo.

#### 4. Considerações finais

O artigo tratou das mudanças climáticas e os seus impactos no âmbito social, assim como da necessidade de sensibilizar e informar ao público infanto-juvenil de 11 a 17 anos por meio do jogo físico Roleta Climática, que explora uma dinâmica de perguntas e respostas, para que conheçam as consequências das ações que agravam as mudanças climáticas e o planeta que no futuro podem comprometer a vida natural e das pessoas.

Jogos são uma forma divertida para apreender novos conhecimentos em sala de aula ou em ambientes domésticos. O jogo é simples de ser confeccionado e de baixo custo, a roleta é de papelão, e as perguntas e respostas podem ser usadas em arquivo digital sem necessidade de impressão. As peças com números podem ser impressas ou serem ditos números de 1 até 48 e os pinos são palitos.

O design como atividade criativa pode desenvolver meios de informar sobre diversas problemáticas relacionadas ao meio ambiente. Este trabalho mostrou, que por meio de uma atividade lúdica podem ser tratados temas relevantes que precisam ser debatidos para que sejam cobrados dos governantes e para que a sociedade consiga reverter problemas que afetam o planeta e o ser humano.

#### Referências

- AGÊNCIA SENADO. **Protocolo de Kyoto**. Disponível em: <https://www12.senado.leg.br/noticias/entenda-o-assunto/protocolo-dekyoto> Acesso em: 25 de jul. 2022.
- ANDRADE, VIVIAN. **Recursos naturais esgotados: entenda o Overshoot day**. Disponível em: <https://blog.waycarbon.com/2017/06/recursos-naturais-esgotados-entenda-o-overshoot-day/> Acesso em: 25 de jul. 2022.
- BBC. <https://www.bbc.com/news/uk-england-gloucestershire-63610847>
- CARNIATTO, I.; SAKAI, M.; SAKAI, P. D. DESENVOLVIMENTO RESILIENTE AO CLIMA: CONTRIBUIÇÕES DO WORKSHOP REINO UNIDO – BRASIL FINANCIAMENTO DO DESENVOLVIMENTO RESILIENTE AO CLIMA. **International Journal of Environmental Resilience Research and Science - IJERRS**, [S. l.], v. 1, n. 1, 2019. DOI: 10.48075/ijerrs.v1i1.25749. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/ijerrs/article/view/25749>. Acesso em: 25 jul. 2022.
- CETESB. **Gases do Efeito Estufa e Fontes de Emissão**. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/gases-do-efeito-estufa/> Acesso em: 25 de jul. 2022.



GAIA EDUCATION. **Princípios e Práticas de Transformação Profunda**. Disponível em: <https://www.programmes.gaiaeducation.uk/deeptransformation> Acesso em: 25 de jul. 2022.

GORE, Albert. **Uma verdade inconveniente. O que devemos saber (e fazer) sobre o aquecimento global**. Barueri, SP: Manole, 2006

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO Infraestrutura e Meio Ambiente. **Mitigação de Impactos Ambientais**. Disponível em: [GREENPEACE BRASIL. \*\*Falar de mudanças climáticas é falar sobre a sua vida\*\*. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/falar-demudancas-climaticas-e-falar-sobre-a-sua-vida/> Acesso em: 25 de jul. 2022.](https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/educacaoambiental/prateleira-ambiental/mitigacao-de-impactos-ambientais/#:~:text=Mitiga%C3%A7%C3%A3o%20de%20Impactos%20Ambientais%3A%20A,meios%20f%C3%ADsico%2C%20bi%C3%B3tico%20e%20antr%C3%B3pico.Acesso em: 25 de jul. 2022.</a></p></div><div data-bbox=)

GUITARRARA, Paloma (Goiania). Brasil Escola. **Cop-27-Conferencia das nações unidas sobre as mudanças climáticas**. 2022. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/cop-27-conferencia-das-nacoes-unidas-sobre-as-mudancas-climaticas.htm>. Acesso em: 10 maio 2022.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens: o Jogo como Elemento na Cultura**. São Paulo: Perspectiva, 2008.

HUMAN RIGHTS WATCH. **Crise Climática**. Disponível em: <https://www.hrw.org/pt/topic/climate-change> Acesso em: 25 de jul. 2022.

INSTITUTO HUMANITAS USININOS. **Por que é mais correto falar em “crise climática” e não em “mudança climática”**. Disponível em: <https://www.ihu.unisinos.br/78-noticias/590122-por-que-e-mais-correto-falar-em-cri-se-climatica-e-nao-em-mudanca-climatica> Acesso em: 25 de jul. 2022.

INSTITUTO SAÚDE E SUSTENTABILIDADE. **Qual é a relação entre desigualdade socioeconômica e a crise climática?** Disponível em: <https://saudeesustentabilidade.org.br/relacoes-entre-desigualdadesocioeconomica-e-cri-se-climatica/#:~:text=A%20mud> Acesso em: 25 de jul. 2022.

IPAM AMAZÔNIA. **Quais as principais fontes de gases de efeito estufa decorrentes das atividades humanas?**. Disponível em: <https://ipam.org.br/entenda/quais-sao-as-principais-fontes-de-gases-deefeito-estufa-decorrentes-das-atividades-humanas-2/> Acesso em: 25 de jul. 2022.

Jogo Planet, marca PaperGames. Urtis Sulinkas. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/PaperGames> Acesso em: 25 de jul. 2022.

JUNYOR ARTE. **Jogo das Mudanças Climática**. Disponível em: <https://junyorarte.blogspot.com/2019/09/jogo-das-mudancasclimaticas.html?m=1> Acesso em: 25 de jul. 2022.

JUNYOR ARTE. **Jogos Interativos Gigantes, de Tabuleiro e Tapetes Educativos Temáticos**. Disponível em: <https://junyorarte.blogspot.com/?m=1> Acesso em: 25 de jul. 2022.

LEGNAIOLI, STELLA. **O que são os gases do efeito estufa?**. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/gases-do-efeito-estufa/> Acesso em: 25 de jul. 2022.

MASTROCOLA, Vicente. **Ludificador : um guia de referências para o game designer brasileiro**. São Paulo: Independente, 2012.

SILVA, JUACY. **Meio Ambiente e Biodiversidade, artigo de Juacy da Silva**. Disponível em: <https://www.ecodebate.com.br/2020/06/09/meioambiente-e-biodiversidade/> Acesso em: 25 de jul. 2022.

NOBRE, CARLOS. **Mudanças climáticas e a biodiversidade brasileira**. Disponível em: <https://museudoamanha.org.br/pt-br/mudancasclimaticas-e-a-biodiversidade-brasileira> Acesso em: 25 de jul. 2022.

UNICEF. **Água e a crise climática global: dez coisas que você deve saber**. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-ereportagens/reportagem/10-dicas-para-combater-cri-se-climatica> Acesso em: 25 de jul. 2022.

UNEP. **10 dicas para combater a crise climática**. Disponível em: <https://www.unicef.org/brazil/agua-e-cri-se-climatica-global-dezcoisasque-voce-deve-saber> Acesso em: 25 de jul. 2022.



## A relevância do tipo de material para a percepção de sustentabilidade em embalagens

### *The relevance of the type of material for the perception of sustainability in packaging*

**Thamyres Oliveira Clementino, doutora, Universidade Federal de Campina Grande.**

thamyres.oliveira@professor.ufcg.edu.br

**Itamar Ferreira da Silva, doutor, Universidade Federal de Campina Grande.**

itamar.ferreira@ufcg.edu.br

**Amilton José Vieira de Arruda, PhD, Universidade Federal de Pernambuco.**

arruda.amilton@gmail.com

**Tiago Lucas Pereira Clementino, mestre, Universidade Federal de Campina Grande.**

tiago.luks@gmail.com

#### Resumo

Este artigo teve como objetivo investigar, por meio da percepção visual dos consumidores, o valor ambiental percebido em embalagens, considerando a capacidade que o tipo de material empregado tem para melhorar a comunicação. Para isso utilizou métodos inerentes a área do Design e da Aprendizagem de Máquina. A Fase 1 consistiu no desenvolvimento de embalagens experimentais pensadas para dar subsídios às avaliações perceptuais sobre a comunicação acerca da orientação sustentável; A Fase 2 adotou métodos inerentes a área de Aprendizagem de máquina e da Estética Empírica para a coleta de dados com o público; e a Fase 3 muniu-se dos dados coletados para o treinamento de modelos preditivos e de interpretação que corroboram para a compreensão sobre a percepção de sustentabilidade através dos materiais. Foi possível comprovar, a partir das respostas fornecidas pelo público, a existência de tipos de materiais que contribuem para a percepção do valor ambiental, sendo eles o papel cartão e o vidro, e materiais que prejudicam essa percepção, como o metal e o polímero, demonstrando a necessidade da difusão de informações mais profundas acerca da temática para o público consumidor.

**Palavras-chave:** Design de embalagem; Sustentabilidade; Materiais; Comunicação estética.

#### Abstract

*The main objective of this article was to investigate, through the visual perception of consumers, the perceived environmental value of packaging, considering the ability of the type of material used to improve communication. For this, it used methods inherent to the area of Design and Machine Learning, in which Phase 1 consisted of the development of experimental packages designed to*

*support perceptual evaluations on communication about sustainable orientation; Phase 2 adopted methods inherent to the area of Machine Learning and Empirical Aesthetics to collect data with the public; and Phase 3 was equipped with the data collected for the training of predictive and interpretation models that corroborate the understanding of the perception of sustainability through the materials. It was possible to verify, based on the responses provided by the public, the existence of types of materials that contribute to the perception of environmental value, such as paperboard and glass, and materials that undermine this perception, such as metals and polymer, demonstrating the need to disseminate more in-depth information about the subject to the consuming public.*

**Keywords:** Packing design; Sustainability; Materials; Aesthetic communication.

#### 1. Introdução

As discussões sobre a sustentabilidade ambiental afetaram diversos setores, inclusive o de embalagem, que vem buscando maneiras de reduzir o impacto ambiental a partir de práticas projetuais menos danosas. As diretrizes orientadas à sustentabilidade originaram uma nova categoria de produtos denominada de “embalagens sustentáveis”. De acordo com a ABRE – Associação Brasileira de Embalagem (2023), este tipo de produto visa proteger o conteúdo a partir de soluções que considerem a otimização dos recursos na fabricação, permitindo ainda o fechamento do ciclo de vida e reciclagem ou reuso da matéria-prima.

Para agregar valor ambiental são adotados no desenvolvimento de embalagens sustentáveis a minimização de recursos, a escolha de processos de baixo impacto ambiental, a otimização da vida dos produtos; a extensão de vida dos materiais; e a facilidade de desmontagem (MANZINI e VEZZOLI, 2016; KAZAZIAN, 2005). Vale ressaltar, no entanto, que de acordo com Manzini e Vezzoli (2016) é muito improvável que apenas uma ação seja suficiente para satisfazer todos os requisitos ambientais, sendo ideal a adoção de um “set de estratégias” que reduzam os danos. Assim, é considerada como Embalagem sustentável aquela que se enquadre, de preferência, em mais de uma diretriz sustentável.

Além das estratégias supracitadas, outra ação se faz relevante: a comunicação, visto que de acordo com Vezzoli (2010, p.49) “uma inovação ambientalmente sustentável, sem ser percebida como uma melhoria (comparada com as soluções obsoletas), não é suficiente”. O Instituto Akatu (2018) corrobora com esta afirmação ao enfatizar o papel da informação para derrubar barreiras entre o produto sustentável e o consumidor, sendo, de acordo com a pesquisa conduzida pelo instituto, o acesso à informação sobre a sustentabilidade da embalagem um gatilho para o consumo consciente.

Para trazer maior confiança para o produto ecologicamente orientado, é necessário que a empresa adote um mix de informações que sejam capazes de construir uma narrativa coerente sobre as ações adotadas para tornar o produto mais sustentável, podendo isto ocorrer mediante textos explicativos, selos, tabelas, quadros e dados que comprovem e reforcem os valores ambientais envolvidos na produção da embalagem.

Neste contexto evidencia-se a necessidade da percepção e reconhecimento por parte do consumidor de quais produtos seguem diretrizes ambientais, favorecendo sua preferência e difusão. Este reconhecimento pode ser intrínseco a embalagem, que pode atuar como um meio de reeducação social a partir da indicação de que existem opções menos danosas ao meio

ambiente, fator já requerido pela população. Mas, para que a escolha em consumir produtos com valor ambiental agregado seja ampliada, é necessário que os produtos ecologicamente orientados sejam enfatizados de forma estratégica, se diferenciando dos demais – insustentáveis. Esta segregação pode fornecer meios para o reconhecimento e comunicação acerca do valor ambiental quando estiverem dispostos em ambientes de consumo, em que comumente são encontrados, facilitando o diálogo com o consumidor mais consciente.

## 2. Design de embalagem e comunicação

As primeiras embalagens surgem com a necessidade de transporte e armazenamento de alimentos. Neste primeiro momento elas eram compostas por materiais naturais e sua função se restringia a prolongar a duração das caçadas (NEGRÃO e CAMARGO, 2006). Com o passar dos anos as embalagens foram se moldando às demandas da sociedade, tendo suas funções revisadas mediante novos materiais e sistemas produtivos, que viabilizaram sua ampliação, passando de meramente utilitárias para simbólicas (LORENZINI, 2013, p.18). Para Mestriner (2008) o contato direto com o usuário tornou a embalagem uma ferramenta valiosa na comunicação dos aspectos da empresa, sendo para Viana et al. (2013) essencial, visto que a maioria das decisões de compra é tomada dentro dos pontos de venda, “frente-a-frente”.

O valor estratégico, consolidado a partir da implantação do sistema de autosserviço, desencadeou uma revolução no campo do design e da comunicação aplicados à embalagem, tornando o projeto de embalagem uma atividade multidisciplinar (MESTRINER, 2002). Nesta perspectiva, a embalagem é trabalhada não só na dimensão funcional, mas também na dimensão informacional. O planejamento configuracional adequado pode ser utilizado, neste sentido, para enfatizar atributos do produto, comunicando qualidades que tenham potencial de mudar a escolha dos consumidores. De acordo com Löbach (2001), a capacidade de evidenciar está atrelada a aparência do produto, que quando trabalhada corretamente pode comunicar qualidades, como a exemplo do valor ambiental agregado.

Martins (2014, p.33) afirma que a embalagem permeia diversos tipos de comunicação, que podem ser observadas no Quadro 1:

Quadro 1: Comunicação visual em embalagens

Tipos	Descrição
Verbais	Componentes literais como: designação do produto, ingredientes, esclarecimentos nutricionais, determinadas particularidades, modo de utilização, entre outros.
Não-verbais	Cor, imagens, ilustrações, marca, entre outros.
Forma	Forma, materiais, acabamentos, efeitos, aparências ergonômicas e funcionalidade.

Fonte: Martins (2014, p.33).

Esse artigo se debruça sobre o aspecto formal de comunicação, entendidos como os aspectos visuais estéticos que constituem a linguagem visual, que de acordo com Gonçalves et al. (2008, p.277), é responsável por estabelecer o diálogo entre a embalagem e o consumidor, tornando as embalagens produtos carregados de informação e portadores de mensagens cheias de significados. Machado et al. (2011, p.9) expressa que “a comunicação entre a embalagem e

o público ocorre a partir de diversos aspectos expressivo-comunicativos como: materiais, formas, funcionamento, informações e a estética como um todo”.

Munari (2009, p.68) afirma que a comunicação visual ocorre por meio de mensagens diversas e pode ter caráter intencional, mediante elaboração prévia. Dondis (2007, p.25) corrobora ao afirmar que os aspectos visuais estéticos são manipulados a partir de técnicas de comunicação visual, em que as soluções são conduzidas pela postura e significado almejados. A escolha dos aspectos visuais estéticos deve assim ser realizada de acordo com o efeito pretendido, sendo eles infinitos.

Licheski (2004, p.12-14) expõe que o designer é o responsável pela administração dos aspectos visuais estéticos direcionados a programação de estratégias comunicacionais, tecendo relações entre imagens e textos, que visem desenvolver mensagens visuais com finalidade comunicacional, em que “cabe ao designer realizar um trabalho cognitivo e organizativo que revele, pela interface, o conteúdo das informações”.

Para que haja sucesso neste processo, outro fator além das escolhas do designer se faz necessário, a consonância entre o que se pretende comunicar, por meio da aparência da embalagem, e a recepção por parte do consumidor. Isso pode ser alcançado mediante abordagens que dialoguem com o repertório existente, favorecendo associações. A percepção do usuário para a construção da mensagem se faz relevante, pois “o processo de comunicação só se efetiva quando o receptor constrói o significado da mensagem que apreende. Assim, é o receptor quem estabelece a realidade da mensagem, por meio da interpretação que faz dos elementos” (LICHESKI, 2004, p.12-19). Para Cardoso (2012, p.62), “sem um sujeito capaz de atribuir significado, o objeto não quer dizer nada. Em última instância, é a comunidade que determina o que o artefato quer dizer”.

Santos (2012) versa sobre a necessidade de pesquisas que foquem no usuário como participante no processo de mudança. De acordo com o autor, deve-se somar a preocupação com a identificação pelo indivíduo dos objetos que consome, inter-relacionando a linguagem estética (aparência) e os valores da sociedade com a prática do design. Deste modo, é exposta a relevância do designer na construção de mensagens que estejam alinhadas à percepção do consumidor, sendo possível desenvolver comunicação sobre temas de grande importância no contexto atual, como no caso do valor ambiental agregado às embalagens.

Diante do exposto é plausível afirmar que a comunicação acerca do valor ambiental em embalagens é possível a partir da escolha correta entre os aspectos visuais estéticos disponíveis, alinhados à percepção/avaliação do público. Com o entendimento da importância da embalagem como suporte estratégico de comunicação do valor ambiental, é necessária a realização de pesquisas que consigam nortear o designer a tomar decisões estéticas que contribuam com mensagens eficazes acerca da orientação ecológica do produto.

### 2.1. Material como elemento estético para a comunicação visual

Para que a embalagem consiga se comunicar com o público é necessário que haja um conjunto de elementos estéticos capazes de fornecer materialidade à linguagem visual estabelecida durante o projeto. Para Löbach (2001), entre os elementos mais relevantes está o material, que segundo Lesko (2005, p.5) torna visível todas as formas. Segundo este último autor, ao criar uma forma o designer está, inerentemente, selecionando materiais e processos

de fabricação que podem ser adotados por fatores tanto funcionais como estéticos, segundo afirma Moraes (2010, p.62).

Estas informações mostram a importância do material para a composição dos produtos, mas também expressam a relevância de pensá-lo junto à composição visual quando o objetivo está em comunicar valores específicos, como a orientação ecológica, abordada neste artigo. Acredita-se que o tipo de material utilizado no design da embalagem impacta consideravelmente a percepção de sustentabilidade da embalagem, sendo o objetivo desse artigo entender quais materiais mais utilizados para a produção de embalagens brasileiras e qual a percepção real do público sobre a sustentabilidade de cada um.

### 2.2.1. Tipos de materiais aplicados às embalagens brasileiras

O último estudo sobre a produção de embalagens realizado pela FGV e apresentado pela ABRE (2021) afirma que os polímeros “representam a maior participação no valor da produção, correspondente a 37,1% do total, seguido pelo setor de embalagens de papel, cartolina e papel cartão e papelão ondulado, que juntos representam 31,7%, metálicas com 21,4%, vidro com 4,2%, têxteis para embalagens com 3,7% e madeira com 1,9%”.

Os polímeros são, em sua grande maioria, provenientes de fontes não renováveis e produzidos por meio da polimerização, em que substâncias químicas são convertidas em moléculas maiores. O modo de produção favorece grande variedade de polímeros. Nas embalagens geralmente são empregados o polietileno (PE), politereftalo de etileno (PET), policloreto de vinila (PVC), polipropileno (PP) e poliestireno (PS), que permitem produção de embalagens mais econômicas com os mais diversos formatos e cores (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2011). Quanto a reciclagem, a associação sem fins lucrativos CEMPRE (2023), que trabalha para a promoção da reciclagem, informa que apenas 23,1% de todo o plástico produzido em 2020 foram reciclados.

O papel e derivados originam-se da aglomeração de fibras de diferentes tamanhos, prensadas uma à outra. Os tipos mais comuns no ambiente da embalagem são o papel monolúcido, couché e offset, mas também o papel cartão – mais rígido, formado de multicamadas de celulose, e o duplex, composto por três camadas superpostas com capa de celulose branca, verso com celulose com aparas e miolo com pasta mecânica ou termomecânica. A aparência é influenciada pelo revestimento de base de látex, que atribui acabamento específico e lisura que permite melhor qualidade na impressão (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2011). Quanto a reciclagem, o índice geral para o papel é de 66,9% (2019), porém ao serem consideradas somente os papéis de embalagem, esse índice fica em torno de 85%, acima da média geral (CEMPRE, 2023).

A obtenção do metal se inicia com a produção do ferro fundido, que é misturado a minérios de ferro, coque e calcário em altas temperaturas. Os tipos de aço mais utilizados para a fabricação de embalagens são os de folha de Flandres, folha cromada e folha não revestida. Na superfície da embalagem em aço é fundamental o uso de vernizes para proteção, que evitam a oxidação. Além disso, permitem a impressão por meio da litografia, offset, entre outros. Quanto ao alumínio, é produzido a partir da separação dos elementos que compõem a bauxita da alumina. Trata-se de um material 100% reciclável (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2011). De acordo com a CEMPRE (2023) 47,1% das latas de aço

consumidas no Brasil foram recicladas em 2019 e 98,7% das latas de alumínio foram recicladas em 2021. Segundo a associação quase a totalidade de latas de alumínio que foram colocadas no mercado voltaram para o ciclo produtivo, o que torna o Brasil um expoente nesta prática.

O vidro consiste em um material composto de areia, calcário, barrilha, feldspato e corantes, tem como características: ser reciclável, retornável, reutilizável, higiênico, inerte, impermeável, resistente, transparente (embora possam apresentar desde o puro incolor até infinitas cores) (INSTITUTO DE EMBALAGENS, 2011). Quanto a reciclagem, apenas 25,8% foi o índice de reciclagem do vidro no ano de 2018, último dado apresentado.

Quadro 2: Relação participação produtiva e taxa de reciclagem

Materiais	Participação no valor da produção	Taxa de embalagens recicladas
Polímero	37,1%	23,1%
Papel e derivados	31,7%	85%
Metal	Alumínio	21,4%
	Aço	98,7%
		47,1%
Vidros	4,2%	25,8%

Fonte: ABRE (2023) e CEMPRE (2023)

Manzini e Vezzoli (2016) expõem que “todos os materiais (uns mais e outros menos) determinam um certo nível de impacto ambiental”, que derivam majoritariamente da fase de produção e de eliminação, mas também permeiam a fase de transporte e uso. Assim, para os autores, para minimizar a periculosidade das emissões ambientais, deve ser considerado os processos de produção e de transformação dos materiais, os sistemas de distribuição e uso e os tratamentos de eliminação final. No Brasil, o tratamento final adequado ocorre geralmente mediante a reciclagem.

Cada tipo de material expõe peculiaridades quando ao modo de produção e taxa de reciclagem, o que faz com que a relação com a sustentabilidade também seja diferenciada. Observa-se que em algumas situações esse tipo de elemento estético pode ser utilizado estrategicamente para agregar valor ambiental às embalagens, caso seja considerada a percepção do consumidor para o projeto.

### 3. Procedimentos Metodológicos

Para compreender como a escolha do tipo de material afeta a percepção de sustentabilidade nas embalagens e o potencial de cada material em comunicar o valor ambiental, esta pesquisa se propôs a consultar o repertório da população com o objetivo de traduzir estas informações para dados tangíveis e aplicáveis em projetos de embalagens, o que foi alcançado a partir dos seguintes procedimentos apresentados no Quadro 3:

Quadro 3: Fases Síntese de Fases da pesquisa

Fase	Descrição	Objetivo
1. Desenvolvimento de embalagens experimentais	Procedimentos de design para desenvolvimento de embalagens experimentais.	Fornecer material visual para avaliação.

2. Desenvolvimento de questionário avaliativo	Elaboração e implementação de questionário para coleta de dados sobre as avaliações das embalagens experimentais criadas.	Coletar dados perceptuais do público sobre a percepção de sustentabilidade a partir do uso de diferentes tipos de materiais
3. Tratamento dos dados	Seleção e treinamento de modelo preditivo e de interpretação em Aprendizagem de Máquina.	Analisar, justificar e interpretar os dados coletados.

Fonte: Autores.

Para investigar a percepção de sustentabilidade a partir dos tipos de materiais utilizados em embalagens, foi realizada a modelagem 3D de embalagens experimentais com os principais materiais aplicados no mercado brasileiro de acordo com a ABRE (2021), sendo eles: polímero, metal, papel e vidro. As embalagens experimentais modeladas em 3D foram utilizadas como imagens na aplicação de um questionário avaliativo acerca dos tipos de materiais associados à percepção do valor ambiental agregado em embalagem – que obteve 112 respostas, número suficiente de acordo com o método adotado, já que de acordo Mammasse e Schlich (2014) amostras com mais de 100 são geralmente consideradas apropriadas para a maioria das pesquisas em aprendizagem de máquina.

Para a coleta de dados o questionário considerou dois conjuntos de informações: (1) quantitativo, com as respostas às comparações entre embalagens e (2) respostas discursivas, a partir da questão final do formulário. A consonância entre os dados quantitativos e qualitativos foram a base para as análises deste trabalho, que buscou sempre aliar os dados estatísticos às respostas perceptivas do público participante acerca do tema sustentabilidade ambiental.

Quadro 4: Blocos do questionário para coleta de dados

BLOCO 1	BLOCO 2	BLOCO 3
- Apresentação do projeto; - Termo de consentimento livre e esclarecido; - Informações pessoais; - Questões de conhecimento sobre o tema.	- Gif explicando o funcionamento das questões; - Questões comparativas visuais de múltipla escolha;	- Questão aberta (percepção geral dos participantes acerca das escolhas feitas)

Fonte: Autores.

Para a análise dos dados quantitativos de comparação, utilizou-se um algoritmo de aprendizagem supervisionado, em que se utilizou a abordagem de classificação e regressão (NORVIG, 2002), que separa a amostra de dados categorias ou classes a partir do modelo preditivo matemático treinado, em que os consumidores rotulam os dados em função de sua opinião – buscando consenso. Para entender a percepção de cada tipo de material investigado foi utilizado ainda uma metodologia de justificação e interpretação dos resultados por meio da metodologia LIME (RIBEIRO et al., 2016), que identifica contribuições de características específicas dos dados para os resultados em modelos preditivos.

Os dados qualitativos foram transferidos pela autora para quadros e cada justificativa foi analisada e direcionada à proposição ao qual fazia mais sentido. Após classificação das justificativas de cada proposição o texto passou por uma análise que possibilitou compreender melhor as escolhas dos respondentes, complementando as respostas quantitativas. Os textos

classificados foram submetidos ao *WordItOut*, que analisa a frequência de cada palavra no texto, transformando-o em nuvens de palavras, na qual os vocábulos de maior ocorrência aparecem em destaque.

#### 4. Resultados e discussões

A partir das respostas fornecidas pelos 112 participantes, o algoritmo de aprendizagem aplicado à pesquisa pôde concluir que o aspecto visual estético “Material” se mostrou de grande relevância para as avaliações sobre a configuração das embalagens experimentais, atingindo influência superior a 70% para a percepção de sustentabilidade da embalagem, a depender do tipo de material adotado (Figura 1). Sendo, portanto, o aspecto visual que exerce a maior interferência nos resultados perceptuais.

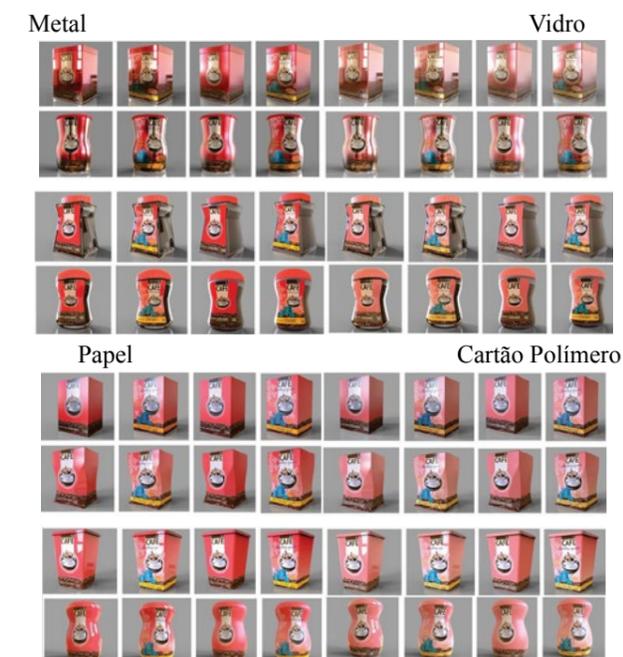


Figura 1: Embalagens experimentais apresentadas aos respondentes. Fonte: elaborado pelos autores.

O resultado positivo, apresentado por meio das médias, foi confirmado a partir das respostas discursivas coletadas no questionário, em que os respondentes justificavam a seleção das embalagens sustentáveis a partir do tipo de material adotado, como observa-se: “Na maioria das respostas levei em consideração o material escolhido para fabricação das embalagens”, a seleção ocorreu norteada pelo “material e o processo de fabricação”, “priorizei o material”, “o material da embalagem, ou que “a aparência desse material, influi na visão do nível de sustentabilidade”. Este discurso se repete, se apresentando como um vetor norteador para as avaliações.

Se aprofundando um pouco mais nas respostas fornecidas pelos respondentes acerca do Material, percebe-se que é avaliado a partir de suas características e do repertório acerca do tema “sustentabilidade ambiental”, como destacado na análise de palavras-chave (Figura 2):



Figura 2: Palavras-chave sobre materiais. Fonte: elaborado pelos autores.

Em que se percebe que os respondentes avaliam se o material aparenta ser reciclado, reciclável, reaproveitável, biodegradável, monomaterial, entre outras questões associadas ao ciclo de vida, fator que vem sendo difundido na sociedade nos últimos anos a partir de campanhas diversas. Estes critérios fazem distinção entre os tipos de material, segregando-os a partir da percepção de valor ambiental ou não, o que pôde ser observado nos resultados.

A Figura 3 apresenta a influência média de cada tipo de material avaliado para a percepção do público sobre as embalagens. Nota-se que há muita diversidade na influência que cada tipo de “Material” exerce no resultado, como apresentado no gráfico da Figura 3:

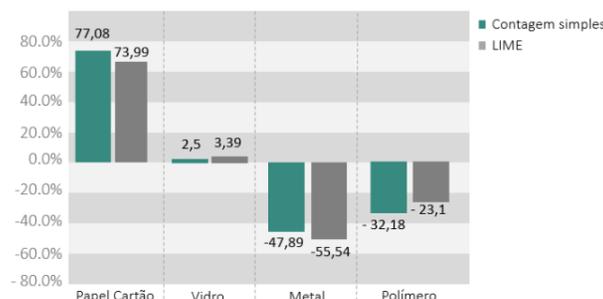


Figura 3: Valores atribuídos aos materiais. Fonte: elaborado pelos autores.

Nele é possível indicar quais materiais tem melhor desempenho frente à percepção do público sobre o valor ambiental, sendo eles: 1) Papel cartão; e 2) Vidro, com influência positiva; e 3) Polímero e 4) Metal, com influência negativa. O uso do Papel Cartão aumenta

significativamente o sucesso das avaliações, sendo necessário pouco esforço para que seja percebido como pertencente a uma embalagem com valor ambiental agregado. Em contrapartida, a adoção dos demais materiais – Vidro, Metal ou Polímero, exigirá grande esforço para melhorar a percepção de sustentabilidade da embalagem. Essas constatações refletiram nas respostas discursivas, que justificam as influências de cada um para a avaliação.

O material “Papel Cartão” se destaca por ter influência positiva de mais de 70% para a avaliação das embalagens como sustentáveis. Isso concerne com o que versam os participantes da pesquisa ao justificarem suas escolhas: “as de papel por se degradarem mais rapidamente, apresentando menos danos ao meio ambiente”; “tentei visualizar as de papel, pois acredito serem recicláveis”, além de demonstrações de maior conhecimento na área “por conhecer de perto diversas entidades de reciclagem de celulose e compreender a facilidade desses processos de reciclagem, minha tendência é compreender como mais sustentável os produtos com que aparentam ser produzidos por esse material”. O papel cartão é percebido pelos respondentes como um material passível de reciclagem, sendo para os participantes um grande indicativo do valor ambiental, fator associado diretamente à critérios técnicos.

O “Vidro”, embora com um índice bem menor, é apresentado como uma influência positiva (3,39%) para a percepção do valor ambiental, sendo posicionado como segundo material com melhor desempenho para a avaliação. Para os respondentes isso ocorre “pois são 100% reaproveitáveis”, além de o “vidro ser mais sustentável porque pode ser reutilizado”. As pesquisas apresentadas anteriormente indicam que este material tem como características ser reciclável, retornável, reutilizável, sendo isto percebido pelos respondentes e transferido para as avaliações. Mas, embora tenha estas capacidades, trata-se de um material com pouco valor comercial para a reciclagem, se comparado a outros, além de ter dificuldades para o transporte até as recicladoras, o que faz com que só apresente índice de reciclagem de 25,8% no Brasil, segundo o CEMPRE (2023). Este distanciamento do processo de reciclagem pode ser um limitante para a percepção do valor ambiental por parte dos participantes da pesquisa.

Adentrando nas avaliações negativas dos materiais quando associados à percepção do valor ambiental, o que se apresentou como o de pior avaliação foi o “Metal”, representando influência negativa de -55,54% para as configurações. Isto ocorre mesmo este material sendo reciclável e tendo boas condições de coleta e transporte, e tendo um índice de 98% de reciclagem para alumínio e 47% para o aço (CEMPRE, 2023). Para os respondentes “as que continham mais metal pareciam as menos sustentáveis” como endossado por outro participante ao afirmar que “embalagens que tinham aparência metalizada me pareceram menos sustentáveis”, pois para eles o metal traz a impressão de que “oxida dando a aparência de que não pode ser reutilizado por muito tempo” sendo associados aos produtos como as “latas com um tempo podem gerar oxidação”.

Nesta perspectiva, é observado que o repertório dos respondentes expõe experiências vividas com o material, que aparentam ter sido relacionadas à durabilidade e resistência. Percebe-se o conhecimento escasso sobre a facilidade de reciclagem deste material, refletindo na percepção negativa. Neste contexto, Clementino et. al (2015) constataram que os materiais com aparência metalizada são associados à industrialização, o que para os participantes da pesquisa se opõe ao que é sustentável.

O polímero também foi visto como um material insustentável, embora ainda apresente resultados perceptuais melhores do que o Metal. Este aspecto visual apresentou influência



negativa em torno de -30%. O resultado melhor que o metal ocorre provavelmente por, no entendimento dos respondentes, “plástico serem reutilizáveis” e “plásticos serem recicláveis”. De fato, nos últimos anos vem sendo trabalhado como solução para este material a reciclagem, acarretando melhorias para a separação, coleta e transporte, o que pode ter sido absorvido pela população como ponto positivo. Mas, consiste em um material subdividido em muitos tipos, o que ainda dificulta a reciclagem. Assim, apenas alguns tipos conseguem voltar à cadeia produtiva, como no caso do PET, com índice de reciclagem de 54,8% (IPEA, 2017). Estas informações mais técnicas nem sempre estão ao alcance do público, o que pode intervir nas avaliações.

Além das associações positivas sobre o polímero, para os respondentes também acarreta percepções predominantemente negativas, já que se “saber o longo tempo necessário para a decomposição, aparentam, em minha percepção, serem menos sustentáveis”, e “plástico são menos sustentáveis já que são descartáveis, duram menos e produzem mais volume de lixo”, tendo também “dificuldade de absorção do meio ambiente, e pela má fama nos últimos anos”.

Deste modo, se conclui que nos projetos de embalagens que objetivem comunicar o valor ambiental, o Papel Cartão apresenta a capacidade de sozinho comunicar sustentabilidade, e como segunda alternativa o Vidro. Em contrapartida, as embalagens fabricadas em metal e polímero apresentam dificuldade para comunicar a orientação ecológica, o que exige a adoção de outros aspectos visuais estéticos que sejam capazes de, em conjunto, melhorar o desempenho das embalagens frente às avaliações do público.

## 5. Considerações finais

Na pesquisa realizada o material se destacou como o elemento de maior influência para as avaliações acerca da sustentabilidade das embalagens, isso provavelmente pela familiaridade da população com esse tipo de aspecto estético que faz parte da materialização dos artefatos, e, portanto, é passível de manipulação por parte dos indivíduos, o que por sua vez permite o desenvolvimento de um repertório capaz de nortear novas avaliações.

Quanto à sustentabilidade, observou-se que os respondentes apresentam repertório geral sobre, porém foi possível constatar que se trata de um conhecimento fragmentado, o que não favorece uma avaliação mais completa sobre o impacto do material, e, portanto, pode gerar escolhas desfavoráveis ao consumo consciente. É possível conjecturar que as campanhas que contemplam a temática abordam a questão de modo superficial e/ou fragmentado, não expondo informações que contemplem todo o ciclo em que o material está envolvido e quais os impactos que causa, bem como também parece favorecer um tipo de material em detrimento de outros.

Quando o material foi atrelado à sustentabilidade, evidenciou-se que a população utiliza os conhecimentos sobre o tema, mesmo que superficiais, para a avaliação acerca da sustentabilidade da embalagem. Portanto, para evitar pré-conceitos errôneos, é preciso que a embalagem utilize também outras estratégias além dos materiais adotados para comunicar sustentabilidade quando a embalagem precisar adotar vidro, metal e polímeros sustentáveis, e assim evidenciar o valor ambiental agregado.

## Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **Embalagem Sustentável**. São Paulo. 2015b. Disponível em: <[https://www.abre.org.br/abresustentabilidade/ciclo2\\_d/](https://www.abre.org.br/abresustentabilidade/ciclo2_d/)>. Acesso em: 11 de março 2023.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGEM. **ESTUDO ABRE MACROECONÔMICO DA EMBALAGEM E CADEIA DE CONSUMO: retrospecto de 2021 e perspectivas para o ano de 2022**. São Paulo. Disponível em: <<https://www.abre.org.br/dados-do-setor/2021-2/#:~:text=O%20estudo%20exclusivo%20macroecon%C3%B4mico%20da,6%20bilh%C3%B5es%20alcan%C3%A7ados%20em%202020>>. Acesso em: 11 de março 2023.
- AKATU. **Pesquisa Akatu 2018: panorama do consumo consciente no brasil: desafios, barreiras e motivações**. Disponível em: <[https://www.akatu.org.br/arquivos/Pesquisa\\_akatu\\_apresentacao.pdf](https://www.akatu.org.br/arquivos/Pesquisa_akatu_apresentacao.pdf)>. Acesso em: 10 jan 2019.
- CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: COSAC NAIFY, 2013. 264 p. ISBN 978-85-405-0098-3.
- CLEMENTINO, Thamyres Oliveira; SILVA, Itamar Ferreira; PEREIRA, Carla; FERNANDES, Tâmila. **Embalagem Sustentável: Estudo do Potencial Comunicativo dos Elementos e Técnicas Visuais. Educação Gráfica (Online)**, v. 19, p. 1-18, 2015.
- CEMPRE. **Taxas de reciclagem**. Disponível em: <<https://cempre.org.br/taxas-de-reciclagem/>>. Acesso em: 11 de março 2023.
- GONÇALVES, Alex Augusto; PASSOS, Marcelo Gonzalez; Biedrzycki, Aline. Percepção do consumidor com relação à embalagem de alimentos: tendências. **Estudos Tecnológicos**, v. 4, n.3, p. 271-283, 2008.
- INSTITUTO DE EMBALAGENS. **Embalagens: Design, Materiais, Processos, Máquinas e Sustentabilidade**. São Paulo: Instituto de Embalagens, 2011.
- KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2009. 193 p.
- LESKO, J. **Design Industrial: materiais e processos de fabricação**. São Paul: EDUSP, 2008.
- LÖBACH, Bernd. **Design Industrial: bases para a configuração de produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2001. 208 p. ISBN 85-212-0288-1.
- LICHESKI, Laís Cristina. **Conteúdos e Significados refletidos em Mensagens Visuais**. 2004. 180 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- LORENZINI, Giana Carli. **Estudo dos fatores críticos em de sucesso da gestão de design para inovação em embalagens de consumo**. 2013. 203 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.



MACHADO, Amanda Pires; CARDOSO, Helder Antônio Teixeira Gomes; SOUSA, Richard Perassi Luiz de. Gestão de Marca: A qualidade percebida nas embalagens dos produtos.

**E-revista: LOGO**, Florianópolis, v.11, p.2-10, 2011.

MAMMASSE, Nadra; SCHLICH, Pascal. Adequate number of consumers in a liking test. Insights from resampling in seven studies. **Food quality and preference**, v. 31, p. 124-128, 2014.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2016. 366 p.

MARTINS, Ana Raquel Dias. **O design de embalagem como elemento diferencial de marketing: estudo de caso de marcas portuguesas**. 2014. 196 f. Dissertação (mestrado) – Universidade Lusófona de Humanidades e Tecnologias, Lisboa, 2014.

MESTRINER, Fabio. **Gestão Estratégica de Embalagem: Uma ferramenta de Competitividade para sua empresa**. São Paulo: Person Prentice Hall, 2008. 156 p.

MORAES, Djion de. **Metaprojeto: o Design do Design**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2010.

MUNARI, Bruno. **Design e Comunicação visual**. 1 ed. São Paulo: Martins fontes, 2009.

NEGRÃO, Celso; CAMARGO, Eleida. **Design de embalagem, do marketing à produção**. 1 ed. São Paulo: Novatec Editora, 2006. 336 p.

NORVIG, Peter; RUSSEL, Stuart; INTELLIGENCE, S. **Artificial. A modern approach**. New Jersey: Prentice Hall, 2002.

RIBEIRO, Marco Tulio; SINGH, Sameer; GUESTRIN, Carlos. Why should i trust you?: Explaining the predictions of any classifier. **In: Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD international conference on knowledge discovery and data mining**. ACM, 2016. p. 1135-1144.

SANTOS, Ivan Mota. **Avaliação da percepção dos usuários sobre a comunicação da sustentabilidade em produtos: o modelo Persus**. 2012. 104 f. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte 2012.

VEZZOLI, Carlo. **Design de sistemas para a sustentabilidade**. 1 ed. Salvador: EDUFBA, 2010. 342 p. ISBN 978-85-232-0722-9

VIANA, Carlos André; IANN, Carla Rocha; COUTINHO, Renata Corrêa. A Cor e a Embalagem na Decisão de Compra: Reflexões Sobre Estratégias Persuasivas no PDV. **In: Seminário Internacional de Pesquisa em comunicação**, 5, 2013, Santa Catarina. Anais... Santa Catarina: UFSM, 2013.

## **Desenvolvimento de estrutura bioinspirada com propriedades de amortecimento: conceitos, ferramentas e aplicações**

### ***Development of bioinspired structure with damping properties: concepts, tools and applications***

**Antônio Roberto Miranda de Oliveira, Doutor, UNIAESO.**

antonio.roberto83@gmail.com

**Amilton José Vieira de Arruda, Doutor, UFPE.**

arruda.amilton@gmail.com

**Emília Cristina Pereira de Arruda, Doutora, UFPE.**

emilia\_arruda@yahoo.com.br

#### **Resumo**

O desenvolvimento de novos materiais é fundamental para a evolução das áreas de engenharia, arquitetura e design. Isso ocorre porque novos materiais podem oferecer benefícios significativos em relação aos materiais tradicionais, com relação as suas propriedades estruturais, físicas e químicas. Na arquitetura e no design, novos materiais podem ser usados para criar produtos mais duráveis, sustentáveis e esteticamente agradáveis, mais leves e resistentes. Através da biomimética, este estudo fez uma análise, em 4 estruturas de frutas tropicais – laranja, maracujá, cacau e romã – para gerar uma nova estrutura com propriedades de amortecimento e dissipação de energia com auxílio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), microtomografia computadorizada (Micro-CT) e reconstrução tridimensional computadorizada. Como resultado foi desenvolvido uma estrutura bioinspirada nas disposições das paredes celulares encontradas no mesocarpo (albedo) da laranja – *Citrus sinensis*. Por meio dessa estrutura desenvolvida foi possível fazer testes computacionais e sua prototipação em resina por intermédio da fabricação digital. Dessa maneira, o desenvolvimento de materiais bioinspirados para melhor absorção de impacto e amortecimento é importante porque pode ajudar a melhorar a segurança e a eficácia de uma ampla variedade de produtos, desde equipamentos esportivos até equipamentos médicos, além de contribuir para a sustentabilidade e a eficiência energética, pontos de grande interesse para diversas áreas de conhecimento e contribuições metodológicas foram listadas.

**Palavras-chave:** Biomimética; Bioinspirado; Estruturas hierárquicas; frutas; prototipação

#### **Abstract**

*The development of new materials is fundamental to the evolution of engineering, architecture, and*

*design. This is because new materials can offer significant benefits over traditional materials with respect to their structural, physical, and chemical properties. In architecture and design, new materials can be used to create more durable, sustainable, and aesthetically pleasing products that are lighter and stronger. Through biomimetics, this study analyzed 4 tropical fruit structures - orange, passion fruit, cocoa and pomegranate - to generate a new structure with damping and energy dissipation properties with the aid of scanning electron microscopy (SEM), micro-computed tomography (Micro-CT) and three-dimensional computerized reconstruction. As a result a bio-inspired structure was developed based on the cell wall arrangements found in the mesocarp (albedo) of the orange - Citrus sinensis. Through this developed structure it was possible to make computational tests and its prototyping in resin through digital fabrication. Thus, the development of bio-inspired materials for better impact absorption and damping is important because it can help improve the safety and effectiveness of a wide variety of products, from sports equipment to medical equipment, in addition to contributing to sustainability and energy efficiency, points of great interest for various areas of knowledge and contribution to the exploration of new materials.*

**Keywords:** Biomimetics; Bioinspired; Hierarchical structures; Fruits; Prototyping

## 1. Introdução

O desenvolvimento de materiais bioinspirados para melhor absorção de impacto e amortecimento é importante porque pode levar à criação de produtos mais seguros, duráveis e eficazes. Os materiais bioinspirados são aqueles que imitam a estrutura ou as propriedades de materiais encontrados na natureza, e podem ser encontrados em muitas aplicações, desde a produção de calçados esportivos até a fabricação de equipamentos de proteção pessoal. A natureza apresenta uma ampla variedade de exemplos de materiais que são altamente eficazes na absorção de impactos e no amortecimento. Por exemplo, o casco de caracóis, a concha de ovos, a pele de alguns animais e as cascas de frutas e das sementes possuem estruturas que são altamente resistentes a impactos e podem ser usadas como inspiração para o desenvolvimento de novos materiais.

Ao imitar essas estruturas naturais, os materiais bioinspirados podem fornecer uma série de benefícios em relação aos materiais convencionais, como maior resistência a impactos, melhor capacidade de absorção de choque, maior durabilidade e menor peso. Isso pode ser especialmente importante em aplicações em que a segurança é uma preocupação crítica, como na fabricação de equipamentos de proteção pessoal, em equipamentos esportivos ou em dispositivos médicos, como também na indústria aeronáutica, automobilística e espacial. Dessa maneira, o desenvolvimento de materiais bioinspirados para melhor absorção de impacto e amortecimento é importante porque pode ajudar a melhorar a segurança e a eficácia de uma ampla variedade de produtos.

O estudo realizado por Wang et al. (2018) teve como objetivo investigar a morfologia e a distribuição de tensões internas na casca da fruta pomelo. Para isso, os pesquisadores utilizaram a tomografia computadorizada por raio-x e a correlação de volume digital para mapear as tensões internas durante o processo de carregamento. Os resultados mostraram que a casca de pomelo apresenta uma estrutura celular altamente porosa e uma distribuição heterogênea de tensões internas, com uma concentração maior de tensões nas regiões de

junção entre as células. Além disso, foi observada uma evolução morfológica da casca durante o processo de carregamento, com uma maior deformação nas regiões onde as células são mais alongadas.

Zhang et al. (2016) buscaram desenvolver um modelo numérico para analisar a resposta de amortecimento de espumas biomiméticas baseadas na estrutura da fruta pomelo. A partir de ensaios mecânicos, os pesquisadores determinaram as propriedades mecânicas e de amortecimento das espumas biomiméticas e compararam com a fruta pomelo. O modelo numérico desenvolvido pelos pesquisadores considerou a estrutura porosa da espuma biomimética, bem como as propriedades mecânicas e de amortecimento dos materiais que a compõem. Os resultados indicaram que a espuma biomimética apresentou uma resposta de amortecimento similar à da fruta pomelo, com uma boa capacidade de dissipação de energia. Os pesquisadores concluíram que a estrutura da fruta pomelo pode ser uma fonte de inspiração para o desenvolvimento de materiais biomiméticos com propriedades de amortecimento e dissipação de energia. Além disso, o modelo numérico desenvolvido pode ser uma ferramenta útil para o projeto e otimização de materiais biomiméticos com essas propriedades.

Dessa maneira, o estudo da morfologia e das tensões internas na casca de pomelo forneceu *insights* valiosos para o desenvolvimento desse estudo para o desenvolvimento de uma estrutura com propriedades de amortecimento e dissipação de energia. Além disso, os resultados indicam a importância da análise da morfologia e das tensões internas em materiais porosos para a compreensão de seu comportamento mecânico.

## 2. Procedimentos Metodológicos

A seguir, na fig.01, segue o *framework* desenvolvido e as respectivas etapas metodológicas e ferramentas para desenvolvimento desse estudo. Uma revisão de literatura e agrupamento dos resultados na estrutura biomimética destaca os potenciais do emprego de princípios biológicos na organização industrial (OLIVEIRA, 2021). Também demonstra que a presente pesquisa se concentra principalmente em uma descrição qualitativa de entes biológicos e conceitos de soluções biomiméticas relacionadas, que podem fornecer ajuda para implementação em cenários de desenvolvimento novos de produtos.

O campo dos algoritmos, onde modelos biológicos exatos foram construídos e empregados na prática. Dessa forma, o *framework* proporciona diferentes possibilidades para futuras iniciativas de pesquisa. As limitações podem incluir a incapacidade ou ineficiência de trazer qualquer técnica biomimética para o nível de aplicação. No entanto, pode haver lições a serem extraídas dessas ideias biomiméticas para futuros estudos de caso. Analisando os resultados tangíveis do *framework*, uma grande questão para o futuro será o uso de algoritmos biomiméticos na manufatura cotidiana, apesar de vários estudos já terem sido realizados neste campo. Além disso, há uma série de problemas de produção que ainda não foram resolvidos. Como resultado, a busca de respostas na biologia seria um método potencial.

O uso do design paramétrico, na relação da transferência da estrutura para uma nova aplicação ainda é incipiente, visto que o resultado gerado pelos *softwares* de modelagem

poligonal utiliza um tipo de solução com aplicações generalizadas e indica as características gerais para uma aplicação específica de uma solução. Por esse motivo, pode ser uma técnica que define uma abordagem estruturada para atingir um determinado objetivo ou um algoritmo que simula um fenômeno biológico para lidar com casos de engenharia, arquitetura e design. Como dito anteriormente, uma das técnicas mais predominante é a implementação de algoritmos, pois eles têm o benefício de ter um escopo específico de aplicação e capacidades, o que auxilia na transferência para outras aplicações. No entanto, são abstrações genéricas advindos de *softwares* ou abstrações aproximadas geradas a partir de conceitos por semelhança. Essa pesquisa demonstra o uso e abstração da inspiração biológica e sua replicação exata utilizando 7 etapas para a replicação e aplicação da estrutura bioinspirada.

- 01- **Input:** O ponto de entrada inicial do modelo de processo biomimético unificado é a análise do problema. Isso pode abranger a avaliação da situação e/ou a descrição do problema. Com um problema ainda não identificado ou um problema específico a resolver.
- 02- **Biological identification and Understanding strategies principles:** Nessa etapa, é identificado um ente biológico. A identificação de modelos biológicos pode levar a uma compreensão mais profunda do problema inicial ou em caso de um problema concreto já identificado, a descrição do problema fornece uma formalização adequada do ente biológico a ser estudado.
- 03- **Biological entities selection:** Etapa em que há identificação e descrição do ente biológico. O objetivo é formalizar o uso de campos biológicos durante as práticas biomiméticas, começando com etapas centradas na biologia. Ao procurar modelos biológicos, os profissionais geram uma solicitação genérica: Quais organismos desempenham uma função e para que serve? levando-os a identificar espaços de solução funcional para problemas em potenciais.
- 04- **Abstraction detachment from biological model:** A morfologia é abstraída da forma biológica. O uso de escaneamento usando Micro-CT, seguidos de análise de materiais para seleção da área de interesse e a reconstrução 3D. A transposição das estratégias biológicas permite aos designers incorporar os princípios biológicos delineados de acordo com as funcionalidades técnicas. Tal transposição geralmente requer o conhecimento tecnológico disponível para atuar como um interprete para a(s) solução(ões) biológica(s) e possibilitar sua implementação no mundo técnico.
- 05- **Technical implementation and prototyping:** Com base nos usos e benefícios conhecidos dos protótipos na prática do design, o objetivo desta fase foi explorar as técnicas de fabricação digital recentes para a prototipação 3D e a biomimética atualmente e como a abstração, transferência e colaboração entre ferramentas digitais. O objetivo é descrever as práticas atuais que fornecem orientação geral sobre como aproveitar os benefícios conhecidos da prototipagem associados ao problema de pesquisa para desenvolvimento de produtos em um contexto de design de biomimético.

- 06- **Workshop:** Com as oficinas, há uma aproximação de pesquisadores e os participantes das abordagens metodológicas, ferramentas e a colaboração. Em que é feito uma introdução geral do tema, estudo de casos explicativos realizado pelo facilitador em que as ferramentas são apresentadas individualmente e implementadas sequencialmente de acordo com o processo apresentado.
- 07- **Results:** Embora o workshop abordasse o mesmo problema de pesquisa, foram gerados conceitos por todas equipes e uma melhor compreensão do problema abordado.

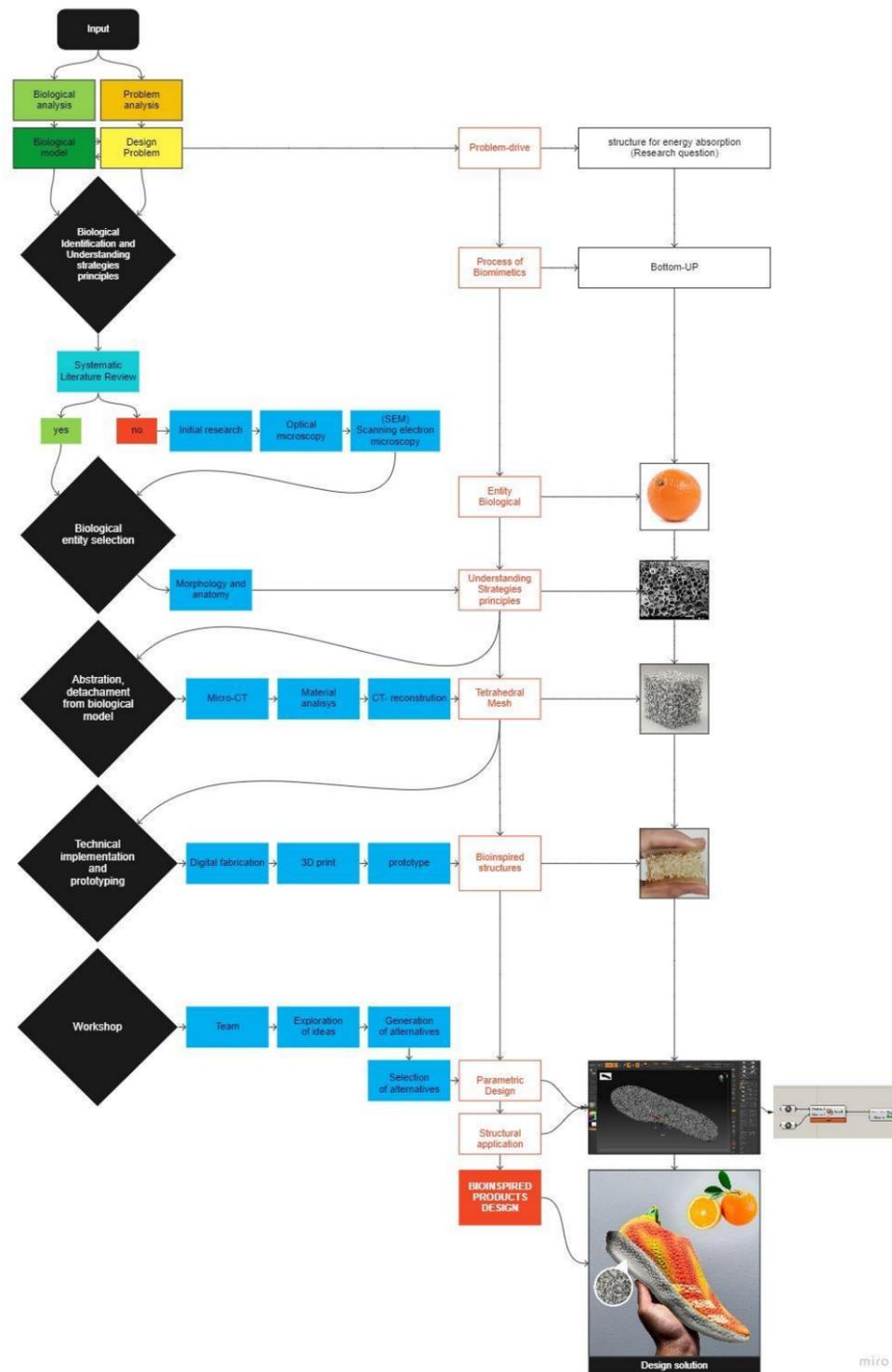


Figura 1: Framework dos procedimentos metodológicos. Fonte: elaborado pelos autores.

## 1. Metodologia geral

O *Biomimicry Thinking* é um processo que se divide em quatro áreas distintas: definição de escopo, descoberta, criação e avaliação. Inspirado pelo método Biologia para Design e suas etapas específicas, essa metodologia se integra com sucesso às estratégias e princípios da vida na área de projetos bioinspirados. O diagrama que representa o *Biomimicry Thinking* é composto por quatro campos principais, que correspondem às etapas do processo, segundo a fig. 02, abaixo.

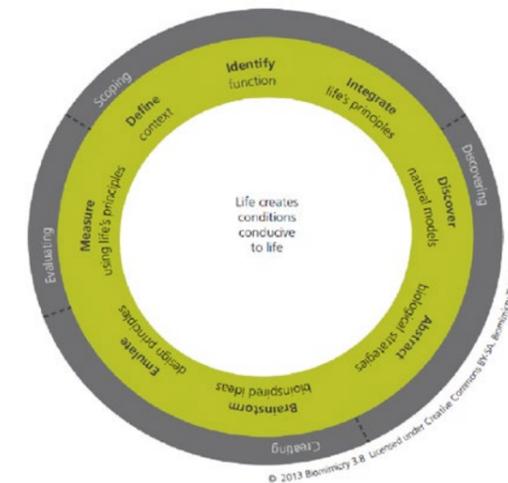


Figura 2: Biomimicry thinking process. Fonte: (ROWLAND, 2017).

## 2. Aplicações e/ou Resultados

### 2.1 Input

A análise de problemas, de acordo com a metodologia de design de produtos, é um processo sistemático de identificação e compreensão dos desafios, necessidades e oportunidades que os usuários enfrentam ao utilizar um produto ou serviço. Essa análise envolve a coleta de dados relevantes, a análise e interpretação desses dados e a definição de um problema central a ser resolvido. Durante a análise de problemas, é comum utilizar técnicas como entrevistas com usuários, observação de comportamento, pesquisas de mercado e análise de dados quantitativos para coletar informações relevantes. Esses dados são então analisados e interpretados para identificar padrões e insights que ajudam a definir o problema central a ser resolvido.

A pesquisa ação é um método de pesquisa de caráter exploratório, no qual o pesquisador/observador e tem envolvimento direto com objeto de pesquisa. A pesquisa ação pode ser classificada, em: colaborativa, crítica e estratégica.

Quadro 1: Análise do problema a ser desenvolvido.

ETAPAS	DESCRIÇÃO	OBJETIVO
1. 1. Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS)	Revisão dos principais constructos e ampliação da compreensão dos pressupostos para adequação do método pesquisa-ação.	Fazer levantamento do estado da arte sobre as frutas com características naturais para dissipação e absorção de energia a choques mecânicos;
2. Fase Exploratória	Objetivou determinar o campo de investigação, as expectativas, bem como o tipo de auxílio que o grupo formado por especialistas poderão oferecer ao longo do processo da pesquisa;	Pesquisa de caráter exploratório, no qual o pesquisador tem envolvimento direto com o objeto de pesquisa.
3. Definição do problema	Exposição clara do problema, bem como seus pressupostos/premissas;	Definir com precisão de ordem prática a problemática a ser desenvolvida;
4. Planejamento colaborativo	Reunião com os membros da equipe e pesquisadores interessados para definição de critérios de seleção. A partir dessa fase houve a seleção dos frutos com as características a serem observadas;	Escolhas dos frutos para observação em microscopia óptica;
5. Protocolo de coleta de dados	Protocolo das ferramentas de coleta de dados e critérios de aplicação;	Foram colhidas amostras dos frutos selecionados no Centro de Abastecimento e Logística de Pernambuco - CEASA/PE
6. Coleta de dados	Pesquisa de campo para observação direta das estruturas dos frutos;	Observação direta em microscopia ótica feita no Laboratório de Anatomia Vegetal (LAVeg - UFPE).
7. Reflexão/ resultados	A aprendizagem durante o processo de investigação para categorização, codificação e tabulação dos dados obtidos na pesquisa-ação;	Aprendizagem, discussão e resultados para norteamento da pesquisa e aferição das conclusões.

Fonte: elaborado pelos autores.

### 1 - FASE DE EXPLORAÇÃO:

**Microscopia Óptica:** A análise de anatomia vegetal tem como objetivo preparar amostras para estudos em microscopia de luz. Geralmente, o exame é feito por luz transmitida, o que requer que a luz passe pelo objeto sendo examinado. Para isso, é necessário obter fragmentos de tecido vegetal que serão coletados em lâminas muito finas e transparentes (RUZIN, 1999).

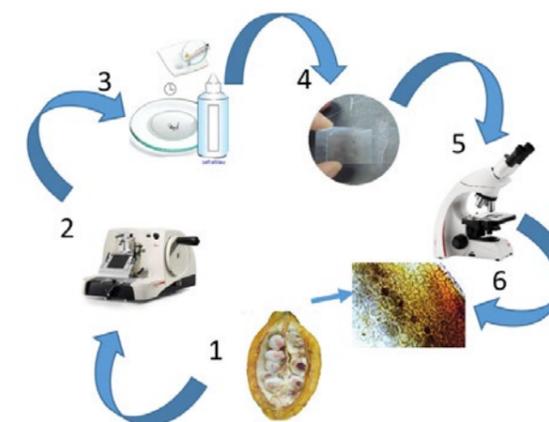


Figura 3: Fases da preparação para microscopia óptica, LAVeg - UFPE. Fonte: elaborado pelos autores.

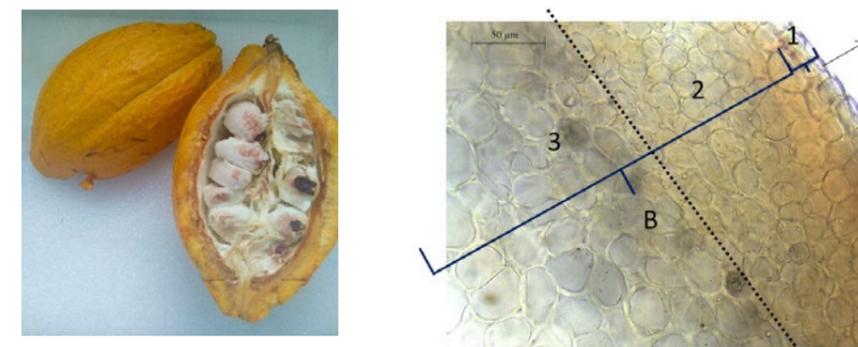


Figura 4: Anatomia do pericarpo do cacau, realizada no LAVeg - UFPE. Fonte: elaborado pelos autores.

As legendas das imagens representam (A) Epicarpo com uma camada de células. (B) Mesocarpo com dois extratos de célula: um mais externo colenquimático e um mais interno parenquimático. O cacau é considerado um Anfissarcídio – fruto de origem placentar, pericarpo carnoso, com uma cavidade central, sem lóculos individualizados e cheia de sementes, envoltas por polpa (endocarpo) carnosa (suculenta).

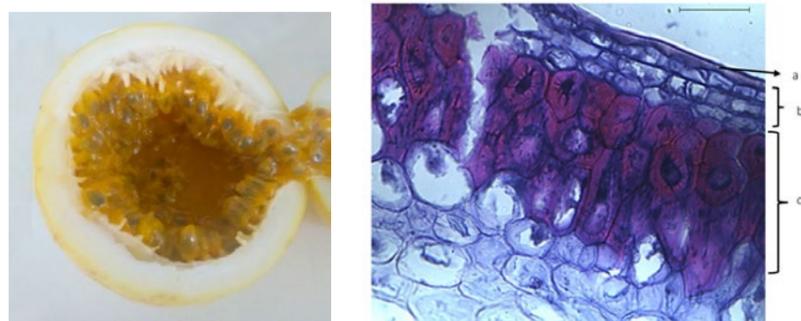


Figura 5: Anatomia do pericarpo do maracujá no LAVeg - UFPE. Fonte: elaborado pelos autores.

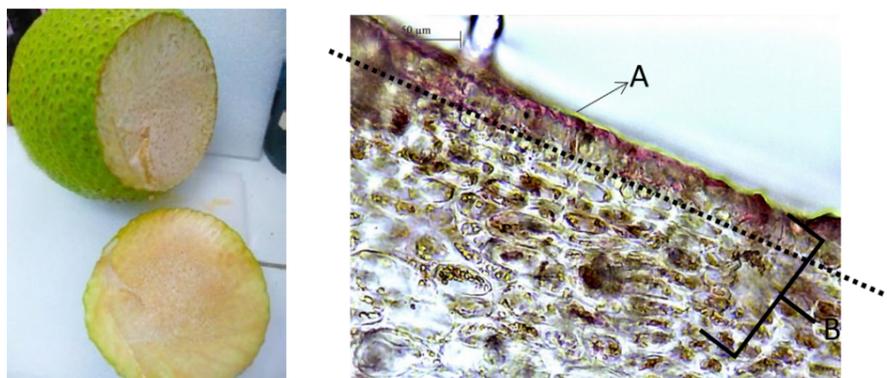


Figura 5: Anatomia do pericarpo da fruta-pão, realizada no LAVeg - UFPE. Fonte: elaborado pelos autores.

As legendas das imagens representam respectivamente: (A) Epicarpo com uma camada de células. (B) Mesocarpo com dois extratos de célula: um mais externo colenquimático e um mais interno parenquimático

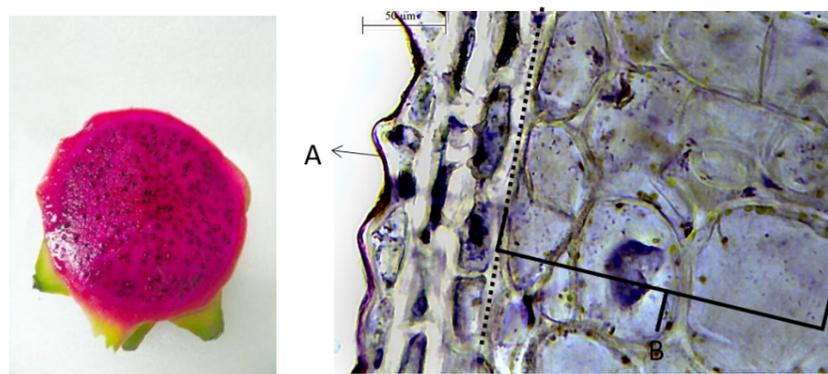


Figura 6: Anatomia do pericarpo da pitaia, realizada no LAVeg - UFPE. Fonte: elaborado pelos autores.

As legendas representam: (A) Epicarpo com uma camada de células. (B) Mesocarpo com dois extratos de célula: um mais externo colenquimático e um mais interno parenquimático.

De acordo com estudo, foi possível a caracterizado dos elementos biológicos, após a identificação com melhores características para o desenvolvimento da estrutura bioinspirada, em que está inserida na fase de abstração das estratégias biológicas, para princípios de design. Esta fase parte para a busca de uma área de aplicação para estruturas de dissipação de energia. Esse estudo, de microscopia eletrônica de varredura, foi realizado com 4 frutas: cacau (*Theobroma cacao* L.), maracujá (*Passiflora* sp), laranja (*Citrus*) e romã (*Punica granatum*). As frutas foram definidas através do método Delphi após as análises de anatomia por meio da microscopia óptica convencional. Após estas análises foram descartas para essa pesquisa duas frutas (fruta-pão e a pitaia) por não possuírem características com a finalidade desse estudo. Dessa forma foram inseridas mais duas frutas, a laranja e a romã formando dois grupos. O primeiro formado pela laranja e maracujá. O segundo formado pelo cacau e a romã para essa nova análise.



Figura 7: Frutos selecionados para MEV. Fonte: elaborado pelos autores.

As secções das amostras vegetais foram realizadas utilizando o criostato Leica CM 1850® para preservação a baixa temperatura. O instrumento foi projetado para congelamento rápido e corte de amostras de tecido. Os fragmentos foram seccionados em 50 micrômetros com orientação do corte longitudinal. Os cortes foram feitos e colocados nas lâminas previamente identificadas e arquivadas em caixas próprias em congelador -26°C e fixados.

Amostra MEV 01 - Laranja - *Citrus sinensis*

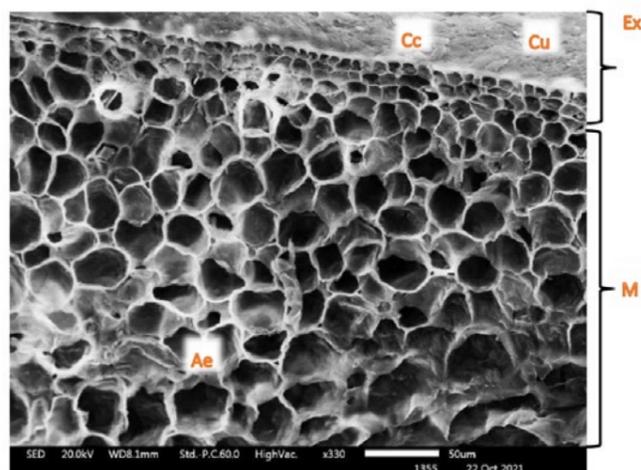


Figura 8: Exocarpo e mesocarpo externo do *Citrus*. Fonte: elaborado pelos autores em colaboração com ESALQ.

O *Citrus* é anatomicamente dividido em três camadas distintas. No entanto, o endocarpo ou polpa, não representado na figura 92, não corresponde a área de interesse desse estudo. Flavedo ou exocarpo (Ex) é evidenciado na parte mais externa e denominado, que inclui a cutícula (Cu), a epiderme e a hipoderme que contêm as glândulas de óleo (GO) que apresenta número e tamanho variáveis de acordo com a espécie e a variedade cítrica (Fig. 8). Na parte mais interna da casca, denomina-se albedo ou mesocarpo (M).

Amostra MEV 02 - Maracujá - *Passiflora edulis*

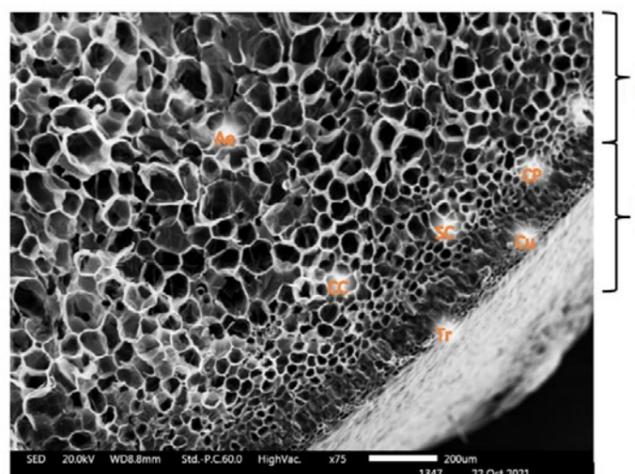


Figura 9: Exocarpo e mesocarpo externo da *passiflora edulis*. Fonte: elaborado pelos autores em colaboração com ESALQ.

Pericarpo de *Passiflora* (fig. 9) é composto por três regiões anatomicamente distintas: exocarpo, mesocarpo e endocarpo (SOUZA et al. , 2006). No exocarpo (Ex) consiste em uma camada uniestratificada com células trapezoidais, intercaladas por flanges cuticulares e recobertas por uma espessa cutícula lipídica.

Amostra MEV 03 - Cacau - *Theobroma L.*

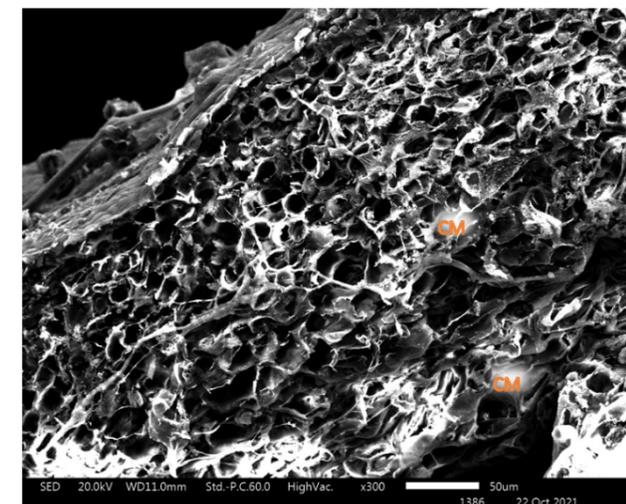


Figura 10: Exocarpo e mesocarpo externo do *Theobroma L.* Fonte: elaborado pelos autores em colaboração com ESALQ.

A camada esclerenquimática está localizada na zona média do mesocarpo. Com zona periférica esclerenquimática do pericarpo, enquanto a zona interna do mesocarpo e endocarpo são parenquimatosas. (CM) cavidade mucilaginosa.

Amostra MEV 04 - Romã - *Punica granatum*

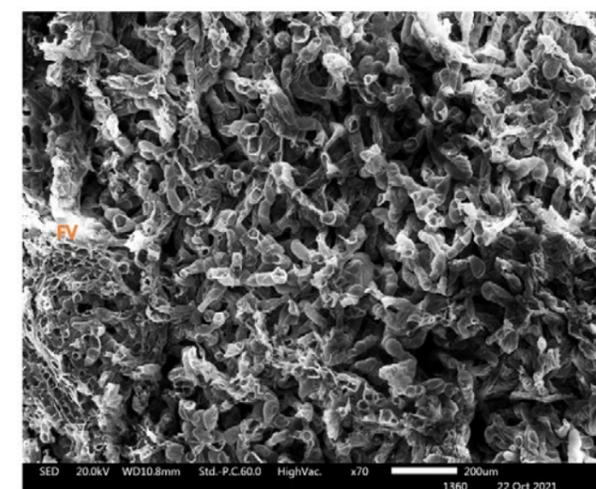


Figura 10: Exocarpo e mesocarpo externo da *Punica granatum*. Fonte: elaborado pelos autores em colaboração com ESALQ.

Observações microscópicas neste estudo mostraram que há uma camada de (Cu) cutícula na superfície externa (pericarpos) da casca dos frutos de romã seguida de células epidérmicas

organizadas por uma camada imediatamente abaixo da cutícula. Verificou-se que as células do esclerênquima e os feixes vasculares estavam presentes entre as células do parênquima que estão localizadas sob as células epidérmicas.

### 3. Análises dos Resultados ou Discussões

Foram realizados procedimentos de escaneamento nas quatro frutas: cacau, laranja, maracujá e romã. Através das análises de escaneamento foi feito o recorte de pesquisa e a laranja (*Citrus sinensis*), foi selecionada para análise por meio de software especializado para a digitalização de tomografia computadorizada (TC) industrial e módulos específicos foram selecionados para o estudo, resultando na fase de criação com a reconstrução 3D, determinação de superfície e de material. Em seguida na fase avaliando, realizou-se a investigação da estrutura com o módulo análise 3D de porosidade.

Essa etapa da pesquisa foi desenvolvida colaboração como o DEN-UFPE (Departamento de Energia Nuclear) em janeiro de 2022. Utilizou-se o XT H 225 ST (fig. 102) para a captura das imagens de microtomografia Computadorizada de Raio-x (Micro-CT) e a medição detalhadas de componentes internos que são necessários para os recursos de reconstrução tridimensional, análise de falhas e pesquisa de materiais.

O XT H 225 ST oferece uma fonte de raios X microfoco, um volume de inspeção para acomodar peças de pequeno a médio porte e alta resolução de imagem. A geração de Raios X ocorre entre um filamento de tungstênio (cátodo) e um alvo de tungstênio (ânodo) em tensão aplicada ao tubo de Raios X (Fig.103) de até 225kV e corrente elétrica máxima de 2 mA.



Figura 11: Esq. Industrial CT Scanning - XT H 225 ST. Dir. Vista interna do XT H 225 ST com amostra do Citrus. Fonte: elaborado pelos autores em colaboração com DEN.

A tomografia computadorizada é comumente utilizada para visualizar a estrutura interna de peças industriais complexas. No entanto, neste estudo, ela foi empregada para uma observação não invasiva em amostras vegetais. O Micro-CT foi utilizado para quantificar as dimensões internas e externas das amostras vegetais de forma suave, rápida e não destrutiva. Embora o procedimento tenha sido realizado de maneira não invasiva, foi necessário fazer o escaneamento em pedaços menores para obter uma resolução mais precisa das estruturas

internas dos frutos. A figura abaixo mostra imagens de raio-x tanto de pedaços quanto de frutos inteiros das amostras.

Foram realizados testes de tensão e corrente em algumas frutas para determinar as densidades dos materiais e quantidades de líquidos presentes nas amostras, uma vez que os escaneamentos foram obtidos com as frutas *in natura*. Em algumas frutas, uma tensão mais baixa proporcionou uma melhor visualização para a reconstrução. Todos os escaneamentos foram feitos sem a utilização de filtros físicos adicionais.

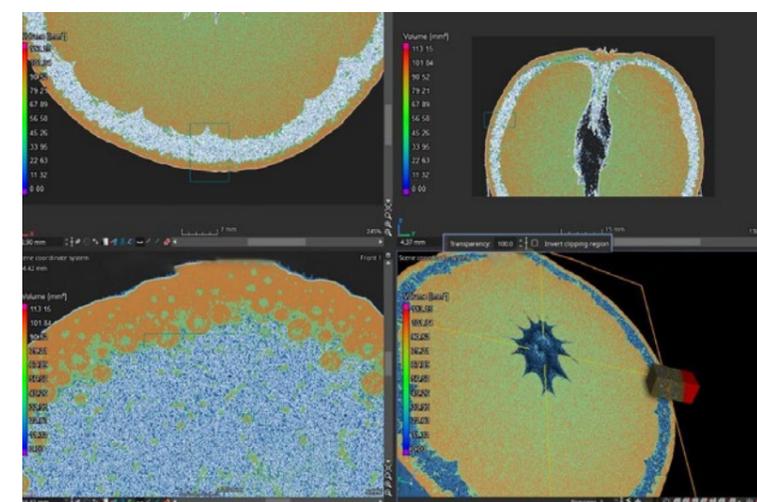
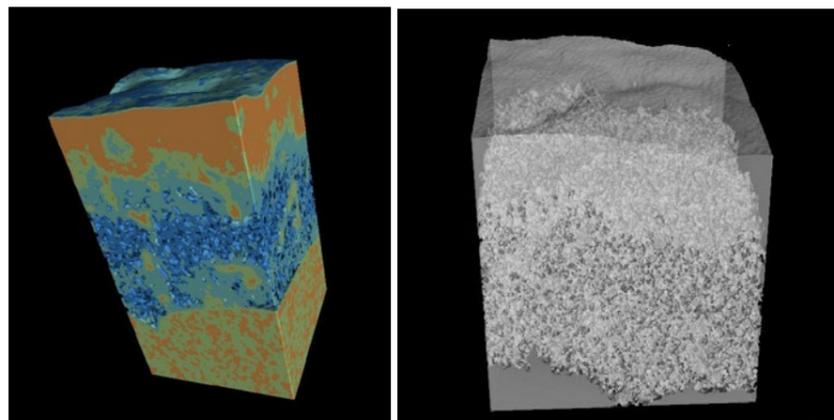


Figura 12: Esq. Industrial CT Scanning - XT H 225 ST. Dir. Vista interna do XT H 225 ST com amostra do Citrus. Fonte: elaborado pelos autores.

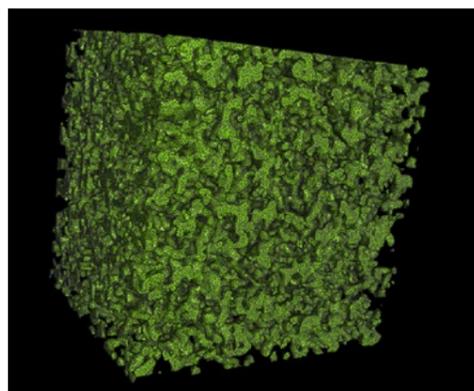
A determinação da superfície e dos materiais foi realizada com auxílio do *software* VGStudio Max, em que foi criada uma área de interesse (RoI), já observada, nas imagens MEV. A região fica localizada no mesocarpo médio que corresponde a parte branca do pericarpo, chamada de albedo. O escaneamento foi feito no fruto inteiro e também em um pedaço conforme a figura 5, de 5x5 mm, para ampliação do tamanho do pixel e assim uma maior resolução da reconstrução TC pelo tamanho do voxel.



**Figura 13:** Esq. Análise dos materiais. Dir. Seleção da mesh da área de interesse. Fonte: elaborado pelos autores.

Toda metrologia baseada em tomografia computadorizada depende de uma determinação precisa da superfície no modelo de voxel. Quanto melhor a determinação da superfície, menor a incerteza de medição. Com a determinação da superfície se obtém um modo de multimateriais, que permite a determinação simultânea das superfícies de vários materiais dentro de um volume, resultando em um componente por material.

As malhas tetraédricas (meshes) podem ser exportadas para simulação FEM em um outro software para criar *meshes* de integração. Dessa maneira foi possível converter um conjunto de dados de volume monomaterial (imagens 2D) de amostras vegetais em uma malha tetraédrica

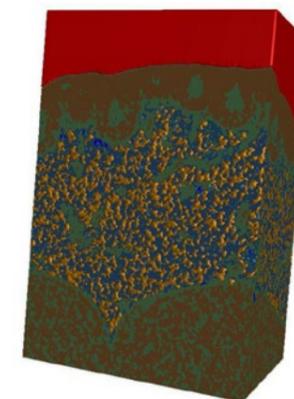


**Figura 14:** Volume mesh gerada no VGstudio max. Fonte: elaborado pelos autores.

#### FASE 4 – Avaliando

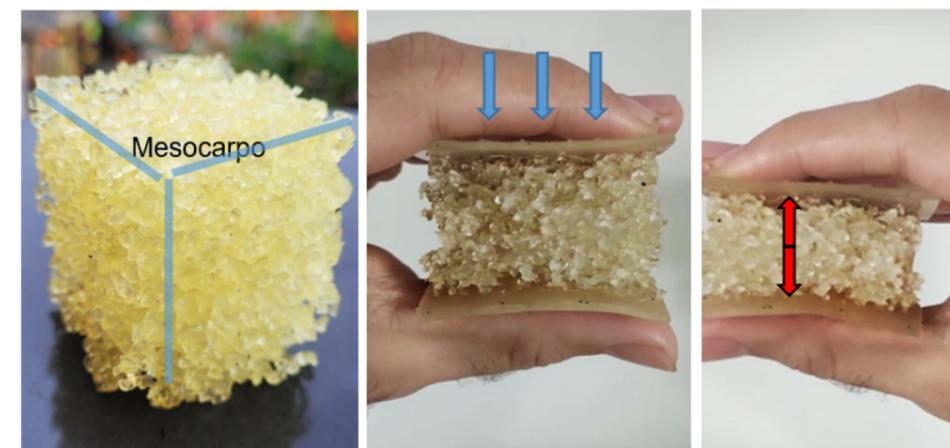
A tomografia computadorizada permite realizar ensaios não destrutivos de peças. O estudo de seções transversais simples permite a detecção dos poros existentes e inclusões de outros materiais. Abaixo, na fig. 15, observa-se um recorte espacial, em formato cúbico, para delimitação da área de interesse que apresenta uma hierarquia estrutural e espaços entre as

células que tem como estratégia a absorção de energia. Na fig. 15, tem-se uma análise de porosidade da estrutura de onde foi retirada a *mesh*, que corresponde a aproximadamente 44% de porosidade através da 3D *Porosity Analysis* que reconhece e caracteriza a porosidade em três dimensões.



**Figura 15:** Análise de porosidade. Fonte: elaborado pelos autores.

Prototipação da estrutura bioinspirada por fabricação digital: Nessa etapa, geram-se alternativas de estruturas baseadas nos frutos estudados, em que será gerada estruturas baseadas no ente biológico estudado para otimização de material utilizado (volumetria) x absorção de energia da estrutura gerada que será avaliada em softwares de simulação física, através de cálculos matemáticos na próxima fase da pesquisa.



**Figura 16:** (a) Estrutura bioinspirada, (b) Tensão de compressão (c) Deslocamento. Fonte: elaborado pelos autores.

Neste trabalho, combinando a técnica de imagem microtomografia de raio-x e fabricação digital foi possível a prototipação de uma estrutura abstraída através da observação e implicações da sua estrutura no mundo natural. Após a impressão da estrutura, com o modelo físico, observou-se uma melhor relação de compactação da estrutura para absorção de energia

sob tensão, no sentido axial (exocarpo para o mesocarpo), observados na fig. 16. Quando tensionada também foi verificada a presença de energia elástica na estrutura através de investigação empírica dos autores.

### Workshop

workshop tem como objetivo investigar a relação entre Biologia, Design e Ciência de forma transdisciplinar a partir de uma perspectiva biomimética e sua aplicação em desenvolvimentos de novos produtos. O workshop visa investigar o processo de construção de conceitos com alunos da graduação e aplicação da estrutura bioinspirada em desenvolvimento de produtos.

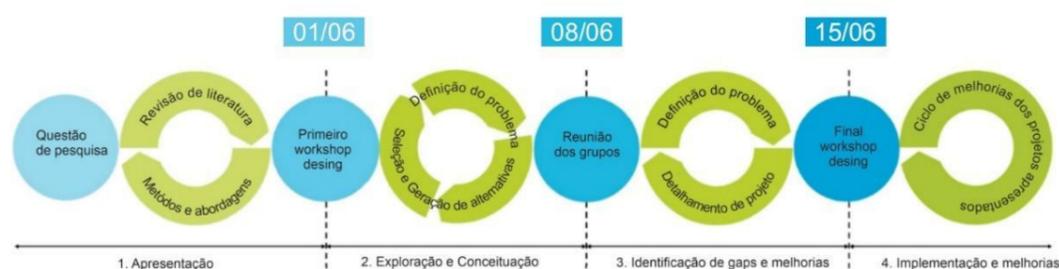


Figura 17: *Timeline* do workshop. Fonte: elaborado pelos autores.



Figura 18: Desenvolvimento de tênis com estrutura bioinspirada. Fonte: elaborado pelos alunos da UFPB com auxílio dos autores.

A indústria de calçado em constante busca de sistemas de amortecimento que sejam eficientes e também leves promovendo conforto e um sistema de amortecimento ativo que tenha uma otimização de material utilizado. Pensando nisso, a vantagem ao utilizar essa tecnologia de bioinspiração é o fato de passar a produzir sua própria palmilha, lingueta, talão e na entressola. A utilização da estrutura além de proporcionar menos peso para o produto busca ser um sistema de amortecimento para impactos dos movimentos, diminuindo sobrecargas nos ossos, evitando dores e possíveis lesões, e também facilitam o controle dos movimentos durante o seu uso. As principais marcas do mercado oferecem diversas tecnologias de amortecimento, sejam elas feitas de ar, gel ou espuma, como o *Boost* (Adidas), *Wave* e *Infinity Wave* (Mizuno), *Gel*, *Flytefoam*, *Flytefoam Propel* (Asics) ou *Air Max* (Nike).

### 4. Conclusão ou Considerações Finais

A natureza é incrivelmente diversa e oferece uma variedade aparentemente "infinita" de possibilidades para o desenvolvimento de produtos e materiais inovadores. Essa afirmação se aplica a materiais biomiméticos que abrangem desde dimensões micro e nanoescala até estudos a nível molecular. Ao explorar a natureza, é possível identificar princípios que podem ser interpretados e aplicados sistematicamente para o desenvolvimento de projetos bioinspirados. Esses princípios podem ser aplicados para solucionar problemas projetuais de forma criativa e inovadora. A observação de microestruturas celulares é uma fonte de inspiração para a criação de materiais e formas inovadoras no desenvolvimento de novos produtos. A caracterização dessas estruturas, a nível celular, juntamente com as propriedades mecânicas encontradas nesses materiais naturais, pode ajudar a compreender as características relacionadas à morfologia e orientar a otimização estrutural em projetos de design industrial.

### Referências

- DE OLIVEIRA, Antônio Roberto Miranda. Biomimetics as a strategy for the development of bioinspired structures for energy absorption based on fruits. **Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación**, n. 149, 2021.
- ROWLAND, R. Biomimicry step-by-step. **Bioinspired, Biomimetic and Nanobiomaterials**, v. 6, n. 2, p. 102-112, 2017.
- RUZIN, Steven E. et al. **Plant microtechnique and microscopy**. New York: Oxford University Press, 1999.
- WANG, B., PAN, B., & LUBINEAU, G. (2018). Morphological evolution and internal strain mapping of pomelo peel using X-ray computed tomography and digital volume correlation. **Materials & Design**, 137, 305–315. doi:10.1016/j.matdes.2017.10.038
- ZHANG, W., YIN, S., YU, T. X., & XU, J. (2019). Crushing resistance and energy absorption of pomelo peel inspired hierarchical honeycomb. **International Journal of Impact Engineering**, 125, 163–172. doi:10.1016/j.ijimpeng.2018.11.014



## Materioteca e Ações Complementares para Ensino, Pesquisa e Extensão

### *Materioteca and Complementary Actions for Teaching, Research and Extension*

**Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. Eng. – VIRTUHAB - UFSC**

pcferroli@gmail.com

**Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Enga. – VIRTUHAB – Pos-ARQ UFSC**

lisiane.librelotto@gmail.com

**João Pedro Scremin – VIRTUHAB - UFSC**

joaopedro.scremin@gmail.com

#### Resumo

Este artigo mostra ações de ensino, pesquisa e extensão tendo como foco o uso de materioteca. O objetivo principal é promover a disseminação do conhecimento de sustentabilidade em projetos, tendo como ponto de partida o processo de seleção de materiais. Esse artigo apresenta uma materioteca com um novo conceito, onde além de amostras de materiais e informações técnicas, apresenta um relatório completo sobre a sustentabilidade econômica, social e ambiental de cada material (ESA). Ações de extensão complementares incluem o desenvolvimento de HQs, vídeos, modelos e protótipos. Os resultados iniciais da presente pesquisa demonstraram ser possível fornecer aos projetistas uma análise da sustentabilidade relativa de cada material em comparação com outros similares, proporcionando um conjunto muito relevante de informações projetuais.

**Palavras-chave:** Materiais; Sustentabilidade; Pesquisa; Ensino; Extensão.

#### Abstract

*This article shows teaching, research and extension actions focused on the use of the material library. The main goal is to promote the dissemination of knowledge about sustainability in projects, having as a starting point the material selection process. This paper presents a materioteca with a new concept, where besides material samples and technical information, it presents a complete report on the economic, social and environmental sustainability of each material (ESA). Complementary extension actions include the development of comics, videos, models and prototypes. The initial results of this research have shown that it is possible to provide designers with an analysis of the relative sustainability of each material compared to similar ones, providing a very relevant set of design information.*

**Keywords:** Materials; Sustainability; Research; Teaching; Extension

#### 1. Introdução

O projeto englobando a sustentabilidade já é uma realidade, onde acontece a união entre a filosofia da melhoria contínua com a necessidade cada vez maior da preservação dos recursos naturais, qualidade de vida do homem e ao capitalismo vigente. Este artigo mostra uma proposta implementada que objetiva contribuir nisso, utilizando-se dos conceitos de escolha de materiais e tríade da sustentabilidade, representada pelas dimensões econômica, social e ambiental.

Conforme comentam Ashby e Johnson (2011), a classificação é a primeira etapa para trazer ordem a qualquer empreendimento científico; ela segrega uma população inicialmente desordenada em grupos que, de algum modo, possuem semelhanças significativas. Em virtude do projeto de produtos ser uma atividade multidisciplinar em essência, a classificação desempenha um papel muito importante. “Projeto envolve escolha, e uma escolha é feita a partir de uma enorme gama de ideias e dados – entre eles, a escolha de materiais e processos” (ASHBY; JOHNSON, 2001, p. 123). Logo, é essencial na área de materiais e processos que a classificação ocorra por intermédio de uma materioteca, ponto de partida para análises mais aprofundadas, como por exemplo o desempenho a nível de sustentabilidade comparativo entre materiais.

Giorgi (2012) propõe as materiotecas como sendo estruturas relevantes onde os designers e projetistas podem encontrar os materiais e tecnologias inovadores para incrementar seus projetos e processos industriais. No campo educacional as materiotecas contribuem para a formação e prática profissional em design, pois permitem que estudantes e jovens profissionais tenham acesso a informações para ampliar seu repertório e seu conhecimento.

Neste caso, a materioteca aqui apresentada divide-se na materioteca física (materioteca propriamente dita), compostas por amostras diversas, materioteca virtual (onde se tem análises tradicionais e vínculo com as questões sustentáveis) e a construteca (modelos e protótipos demonstrando materiais e técnicas relacionadas de fabricação). Ações de apoio incluem projeto de materiais e processos em formato de Histórias em Quadrinhos e produção acadêmica de vídeos sobre materiais e processos.

#### 2. Referencial

O presente projeto foi iniciado em 2010, tendo por base o modelo ESA, encontrado em Librelotto (2009), e que foi usado inicialmente para análise da sustentabilidade na indústria da construção civil. No referido modelo, através da análise conjunta das pressões do mercado, frente ao desempenho da empresa e de sua conduta, classificaram-se empresas de acordo com termos predeterminados: derrotada, sofrível, indiferente, responsável, oportunista e pioneira. Além da aplicação direta da autora em sua tese de doutorado, o modelo foi posteriormente utilizado em duas dissertações de mestrado e diversos estudos de caso, sempre com foco inicial na construção civil.

De posse dos resultados obtidos, analisando-se a potencialidade demonstrada nestes estudos de caso, Ferroli e Librelotto (2011) propuseram aplicar o modelo ESA na análise da sustentabilidade dos materiais utilizados na confecção de produtos físicos para design (modelos volumétricos e protótipos), adaptando o método conforme a especificidade da área.

Desse modo, o eixo de desempenho avaliou o critério econômico da sustentabilidade; o eixo da conduta avaliou o critério ambiental da sustentabilidade e o eixo referente as pressões avaliou o critério social da sustentabilidade. A posição assumida pelo material utilizado no modelo ou protótipo no cubo determinou o grau de “sustentabilidade” segundo uma abordagem ampla, contemplando as três variáveis: econômica, social e ambiental.

A partir disso, em 2012 iniciou-se a construção da materioteca com ênfase na sustentabilidade, tendo por ponto de partida amostras já disponíveis nos laboratórios dos cursos. Com recursos oriundos do projeto “Materioteca com ênfase na sustentabilidade uma nova abordagem para seleção de materiais aplicados ao projeto” do programa PROEXT MEC SESU, de 2014, foi possível a aquisição de novas amostras e também parte do mobiliário. A partir de então, a manutenção da parte física e elaboração das fichas de cada material são realizadas por bolsistas, em geral vinculados ao programa PIBIC-CNPq ou Probolsas da Universidade, renovados anualmente.

Com base no referencial teórico adquirido nos projetos iniciais estabeleceu-se como ponto de partida a constante pesquisa bibliográfica para atualização permanente do estado da arte do referido problema, seguida da pesquisa de campo (visitas a feiras, eventos, congressos, etc. cuja assunto abordasse novos materiais e processos fabris). Cada novo bolsista do projeto deve familiarizar-se com os procedimentos padrões de síntese das informações, composição de variáveis da sustentabilidade, elaboração dos requisitos de classificação dos materiais em virtude da sustentabilidade, estudo dos grupos de materiais nos quais realizaram-se as análises, elaboração de testes e procedimentos de validação das amostras.

Na parte inicial da pesquisa foi realizada a determinação das variáveis a serem consideradas e seus possíveis desdobramentos. Estas foram ao longo do tempo modificadas e/ou incrementadas, obedecendo sempre meios de mensuração possíveis e aplicáveis em situações reais de projeto. Em virtude da temática abordada foi necessário trabalhar-se com variáveis qualitativas, quantitativas, bem como as que de certa forma pode-se chamar de mistas (nem totalmente qualitativas, nem totalmente quantitativas)

Segundo Severino (2007), o procedimento correto nestes casos, é referir-se a pesquisa como de abordagem qualitativa ou abordagem quantitativa, pois, com essas designações pode-se referir-se a diversos conjuntos metodológicos, com ênfase em uma ou outra abordagem. Isso porque dificilmente pode-se concluir uma pesquisa puramente qualitativa ou puramente quantitativa, como acontece especialmente quando se considera grupos mais heterogêneos, como misturas poliméricas, matérias compósitos mistos (naturais e sintéticos em um mesmo bloco), ou similaridades/particularidades próprias dos materiais naturais, com suas várias espécies, tipos e grupos.

### 3. Projetos

#### 3.1 Materioteca física

A atividade projetual, especialmente no design, é pautada em métodos projetuais. Em se tratando do processo de escolha de materiais, é muito difícil estabelecer qual o melhor método de projeto, pois isso depende fundamentalmente de se estabelecer inicialmente qual é o verdadeiro problema de projeto que se pretende resolver. Envolve fatores complementares

como equipe de projeto, conhecimentos anteriores e preferência de estilo de método (aberto, fechado, semi-aberto).

A equipe em casos práticos é, muitas vezes, heterogênea e isso trará como vantagens uma melhor percepção do projeto global. Entende-se portanto como equipe heterogênea, não somente ser formada por profissionais de diferentes áreas de graduação ou especialização, por exemplo, mas também, de expertises distintas. Este é um fator limitante da academia, especialmente na graduação, onde isso é uma impossibilidade, visto tratar-se em geral de pessoas do mesmo curso. Há exceções na pós-graduação, em disciplinas de projeto, onde encontram-se estudantes de diversas formações básicas, como engenharias, design, arquitetura, etc.

Há consenso entre as diversas metodologias de projeto de que existem três períodos específicos: pré-concepção, concepção e pós-concepção. Em determinados métodos a palavra projeto substitui concepção, com o mesmo princípio. A equipe de projeto, conhecedora de suas qualidades e diversidades, deve analisar os métodos disponíveis e verificar qual trará melhores resultados com menos gasto de recursos (humanos, financeiros, estruturais, entre outros). Em geral, a aplicação de um método de projeto de forma eficaz requer o uso simultâneo de ferramentas de projeto, ferramentas da qualidade e técnicas de criatividade.

O método de Santos (2017), por exemplo, permite uma liberdade maior à equipe de projeto, enquanto que o método de Rozenfeld e outros (2006) e Baxter (2011) apresentam uma estrutura mais tradicional e sistemática. Devido ao foco do presente artigo, não será realizado um estudo pormenorizado dos métodos projetuais, sendo bastante rica a bibliografia neste aspecto para quem interessar. Em parte a natureza mais “aberta” ou “fechada” dos métodos de projeto pode ser explicada pela origem de formação original dos autores de cada método, sendo que os de formação em design costumam utilizar-se de abordagens majoritariamente qualitativas, enquanto que os de formação em engenharia, utilizam-se com mais frequência das abordagens quantitativas.

Outra característica importante é que os métodos considerados “abertos” permitem que as escolhas de materiais sejam realizadas em várias etapas. Disto resultou a evolução do método MAEM-6F (Método de Escolha de Materiais em 6 Fatores) para a FEM (Ferramenta de Escolha/Seleção de Materiais), pois à medida que se aproxima do final do projeto as definições serão mais específicas e cada vez mais definitivas. Então, em um primeiro momento faz-se a “escolha” dos materiais, por exemplo: metais ferrosos, ou madeiras transformadas, por exemplo. Nesse processo de escolha, não há ainda uma definição mais técnica. A partir de então, faz-se a seleção dos materiais previamente escolhidos, como definir aço inoxidável AISI 304 (metais ferrosos) ou MDF HD (madeiras transformadas).

A seleção propriamente dita pode se iniciar com a análise de materiais que se adequem a um propósito comum (por exemplo laminado flexível, cartonado multicamada, vidro ou polietileno para embalar suco de fruta), seguida da comparação dos processos produtivos apropriados para, então, ser feita a escolha final, adaptando assim os processos aos materiais (ASHBY; JOHNSON, 2011). Por fim, pode-se trabalhar com um material já determinado, onde o conhecimento dos materiais será útil para definição de processos, proposição de associação com outros materiais e para o planejamento do ciclo de vida do produto a ser desenvolvido.

Akin e Pedgley (2015) relacionam isso com os aspectos básicos necessários a uma materioteca: (a) perfil operacional; (b) propósito e público; (c) conteúdo; (d) estrutura e forma de exibição; (e) sistema de catalogação, busca no acervo e fornecimento de informações sobre os materiais. Em cada um destes pontos existem caminhos diversos que podem ser tomados e o conjunto destas decisões define as características e o funcionamento da materioteca.

Em processo contínuo de montagem (pela aquisição de novos materiais), a parte física da materioteca está localizada no campus da UFSC, no departamento de Arquitetura e Urbanismo, junto ao Virtuhab, com livre acesso aos estudantes especialmente das áreas relacionadas a atividades de projeto de produto, como engenharias, arquitetura e urbanismo e design.

Nessa parte, além de amostras propriamente ditas, tem-se disponibilizado relatórios contendo propriedades, características, exemplos de aplicação, demonstrações, etc. dos diversos grupos de materiais. As atividades relacionadas integram a pesquisa de novos materiais e novos processos fabris, catalogação dos já existentes, desenvolvimento das fichas catalográficas com ciclo de vida de cada material (parte virtual). Os bolsistas do projeto também participam de atividades de exposição de materiais (em feiras e eventos) e visitas a escolas, objetivando a iniciação em materiais para os jovens estudantes, dando ênfase nas questões ambientais de cada material, como degradação, consumo de energia, possibilidades de reciclagem e reaproveitamento, entre outros.

Como se observa na figura 1, usada para exemplificação, as amostras de materiais, preferencialmente possuem todas o mesmo tamanho (perímetro e espessura). Quando possível foram obtidas deste modo com o intuito de facilitar observações por parte do usuário, como por exemplo, o peso relativo entre um tipo de material e outro. A parte A da figura 1 mostra diversos tipos diferentes de madeiras naturais e transformadas. O estudante pode, pela simples experimentação tátil, comparar características próprias de cada material, como peso relativo, textura, cor, dureza superficial, e outros. No caso mostrado na parte B da figura 1, verifica-se outra vantagem, como a possibilidade de comparação entre a seção transversal de materiais diversos. Na parte C, algumas seções para amostras de bambu.



Figura 1. Parte física da materioteca. Fonte: omitida para revisão.

Um problema comum em materiotecas, principalmente as acadêmicas, refere-se ao espaço físico, que costuma ser limitado. Virtanen e outros (2017) de certa forma tocam no assunto, ao comentar as diferenças entre as materiotecas consideradas “comerciais” e as acadêmicas. Nas comerciais é comum a existência de dois tipos, sendo que em ambas o acesso em geral é restrito aos associados e comumente envolve parte financeira, com pagamento de taxas de visitação ou associação via mensalidades. O outro tipo de materioteca comercial são as vinculadas a fabricantes e fornecedores de materiais, praticamente com as mesmas características que as anteriores, mas com uso restrito.

Existem também as materiotecas chamadas de “coleções” privadas ou profissionais, que são, geralmente, montadas e mantidas por escritórios ou empresas, também tendo acesso restrito, direcionado aos funcionários. Já as materiotecas institucionais ou acadêmicas, normalmente, têm perfil educacional, e são organizadas por grupos de pesquisas ou cursos. No caso da mostrada neste artigo, as partes D, E e F da figura 1 lustram alguns móveis e disposição geral das amostras.

### 3.2 Materioteca com ênfase em sustentabilidade – parte virtual da materioteca

A parte virtual da materioteca é onde os usuários encontram os dados gerais das amostras e sua relação com a ênfase em sustentabilidade, onde procura relacionar o processo de escolha

dos materiais com os fatores listados em Librelotto *et al* (2012), onde o processo tem por base:

- Fatores fabris e produtivos;
- Fatores mercadológicos e sociais;
- Fatores econômicos e financeiros;
- Fatores estéticos e de apresentação geral;
- Fatores ergonômicos e de segurança geral; e
- Fatores ambientais e ecológicos.

O objetivo é preencher a lacuna nas atuais materiotecas existentes, ao proporcionar que o usuário tenha, além de amostras e relatórios contendo propriedades, características, exemplos de aplicação, demonstrações, etc.. (comuns as materiotecas existentes) a análise da sustentabilidade do referido material, em comparação aos demais materiais diretamente concorrentes para cada aplicação em específico. Essa análise contempla os aspectos sociais, econômicos e ambientais.

A figura 2 exemplifica a parte digital da materioteca sustentável. Trata-se de uma página de internet contendo material didático, que complementa as amostras físicas que são disponibilizadas no laboratório. Na prática, os estudantes encontram na parte virtual da materioteca as seguintes informações sobre cada material: conceito, histórico, propriedades específicas, propriedades físico-químicas, propriedades térmicas, propriedades mecânicas, classificação, processos produtivos, processos de fabricação, principais usos, descarte, reciclagem, análise da sustentabilidade e principais fornecedores. A última imagem da mesma figura mostra um exemplo da ficha, que são todas produzidas com o mesmo design gráfico.

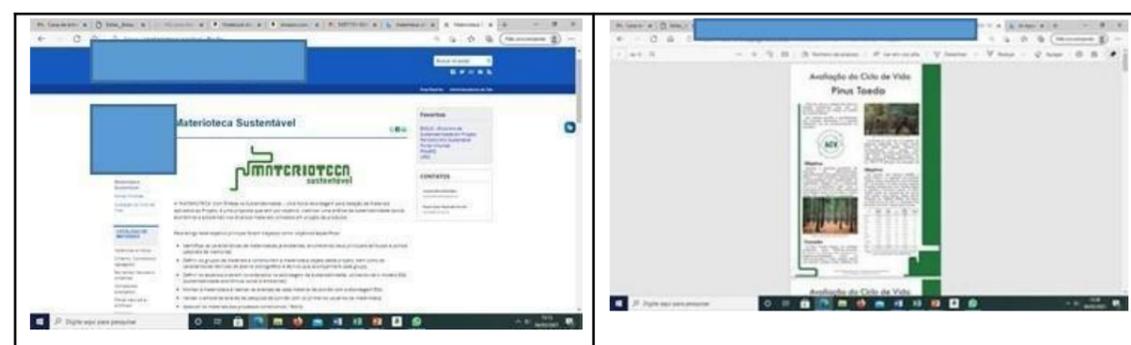


Figura 2. Parte virtual da materioteca. Fonte: omitida para revisão.

### 3.3 Projetos complementares à materioteca

Durante os anos de uso da materioteca, alguns projetos foram desenvolvidos à medida que novas necessidades foram sendo apontadas pelos usuários. Dentre estas, destacam-se:

- 1) Construção de modelos e protótipos. Os modelos e protótipos são construídos em aulas específicas, com participação tanto de alunos de graduação regularmente matriculados,

como alunos de pós-graduação, e outros através de ações extensionistas. A figura 3 mostra 4 destes modelos. O primeiro é um protótipo construído com bambu e foi realizado em uma oficina prática com participação de alunos de graduação e pós-graduação, além de extensionistas e pesquisadores. O segundo é um protótipo feito com recursos de um projeto de pesquisa. Trata-se de uma habitação “flutuante” destinada a áreas de potencial risco de alagamento. Sua construção foi terceirizada, mas os testes operacionais foram realizados todos em aulas experimentais. A terceira imagem mostra uma construção em steel frame, cujo material foi doado pela empresa Center Steel, com a construção realizada em aula experimental e a quarta imagem é de wood frame, cujo material foi doado por MF Madeiras, com construção também em aula experimental.





Figura 3. Projetos Construteca. Fonte: omitida para revisão.

2) Disponibilidade do conteúdo de materiais e processos de fabricação em formato de HQ. Trata-se do desenvolvimento de uma série de publicações para ensino de materiais e processos sustentáveis que atendam as demandas de uma nova geração de estudantes da área projetual, sob a forma de histórias em quadrinhos. No ensino dos materiais aplicados nos produtos, de forma a aliá-lo aos requisitos da sustentabilidade, passou a ser urgente e necessária uma abordagem que atinja o público-alvo (estudantes relacionados às áreas de projeto) de maneira mais contundente e de acordo com a linguagem de comunicação dos intervenientes e decisores. Embora a história da comunicação associada aos quadrinhos não seja recente, o uso dessa abordagem com finalidades didáticas ainda não é corriqueira, principalmente quando integrada ao ambiente virtual e ao ensino/aprendizagem dos materiais aplicados aos projetos. O projeto já está em seu segundo ano, e a figura 4 ilustra algumas imagens.

A primeira imagem da figura 4 mostra uma aplicação geral, no processo de escolha de materiais; a segunda imagem refere-se a classificação dos materiais usualmente utilizada; a terceira e quarta imagem abordam o estudo localizado em um material, no caso cerâmica. Os demais materiais ainda estão sendo desenhados.

**ESCOLHA DOS MATERIAIS**

Os fatores que interferem na escolha do material para determinado produto são:

- Fabrís e produtivos;
- Mercadológicos e sociais;
- Económicos e financeiros;
- Estéticos e de apresentação do produto;
- Ergonómicos e de segurança do produto;
- Ecológicos e ambientais.

ALGUNS DESSES FATORES SÃO FACILMENTE MENSURÁVEIS, OUTROS NEM TANTO...

E PODEMOS DIVIDI-LOS EM 3 GRUPOS:

CLASSIFICAÇÃO DOS MATERIAIS	
<b>Madeiras</b> - Naturais (pinus, eucalipto, cedro...) - Transformadas (MDF, MDP, aglomerado...)	<b>Celulose</b> - Papéis, cartões, papelão
<b>Metais ferrosos</b> - Aços carbono - Aços liga (inoxidáveis, rápidos, estruturais) - Ferros fundidos (cinzento, branco e maleável...)	<b>Metais não-ferrosos</b> - Biscoitos: ligas de alumínio, ligas de cobre (bronce, latão, alnico...), titânio, zinco... - Metais nobres (ouro, prata, platina)
<b>Materiais sinterizados (metalurgia do pó)</b> - Cerâmicas - Alumina - Carbonos (TC, WC, TiC...)	<b>Polímeros - plásticos</b> - Comodidades (PP, PE, PS...) - De engenharia (PC, PA, PC...) - De alto desempenho (PI, Kevlar, PTFE...)
<b>Polímeros - fibras</b> - Base têxtil (nylon, SAM, AAS...) - Base Polícarbonato (Cycloley, PC + PBL...)	<b>Cimentos, concretos, agregados</b> - Cimentos (portland comum, portland) - Concretos (convencionais, armado, pretensados...) - Agregados (areia, pedra britada, gesso...)
<b>Materiais naturais</b> - Gemas (ametista, topázio, esmeralda...) - De origem animal (couro, B, perla...) - Outros (cortiça, cortiça...)	<b>Cerâmicas comuns e vidros</b> - Materiais cerâmicos (faiança, porcelana...) - Cerâmicas especiais - Vidros (calcina, temperado...)
<b>Borrachas, óleos e graxas</b> - Borrachas naturais - Borrachas sintéticas - Óleos e graxas (lubrificantes, vegetais, industriais)	<b>Fibras</b> - Naturais simples (ram, algodão, lã...) - Naturais industrializadas (algodão, seda...) - Compostos sintéticos (vidro, carbono, kevlar...)
<b>Tintas e vernizes</b> - Tintas à base d'água (acrílica, látex PVA...) - Tintas à base de óleo - Vernizes (poliéster, poliuretano...)	<b>Materiais de nanotecnologia</b> - Sensocondutores - Nanotubos de carbono

AS TEMPERATURAS DE COZURA E A RESISTÊNCIA MECÂNICA DOS PRODUTOS PODEM SER DEFINIDAS DE ACORDO COM O TIPO DE MATERIAL, SUA COMPOSIÇÃO E A APLICAÇÃO PARA A QUAL SÃO DESTINADOS. A TEMPERATURA DE COZURA DEVE SER ADEQUADA À APLICAÇÃO.

TEMPERATURA DE COZURA

AS TEMPERATURAS DE COZURA E A RESISTÊNCIA MECÂNICA DOS PRODUTOS PODEM SER DEFINIDAS DE ACORDO COM O TIPO DE MATERIAL, SUA COMPOSIÇÃO E A APLICAÇÃO PARA A QUAL SÃO DESTINADOS. A TEMPERATURA DE COZURA DEVE SER ADEQUADA À APLICAÇÃO.

POUR DEFINIÇÃO UNIVERSAL, A PASTA PARA FAZER CERÂMICA DEVE SER COMPOSTA POR UM TERCEIRO DE ARGILA, UM TERCEIRO DE FELDSPATO E UM TERCEIRO DE QUARTZO. A QUANTIDADE DE CADA UM DELES DEVE SER ADEQUADA À APLICAÇÃO.

OS PONTOS DE VISTA DO ACABAMENTO SUPERFICIAL DOS PRODUTOS, OS MATERIAIS UTILIZADOS, TAL COMO OS PRODUTOS SECUNDÁRIOS, DEVEM SER DE MÁ QUALIDADE - OS MATERIAIS UTILIZADOS NA FABRICAÇÃO DEVEM SER DE MÁ QUALIDADE.

A GENTE NÃO TEMIA COMPARAR SE SE ENCONTRAVA COM OS PROFESSORES AS 11 HORAS?

JÁ É QUASE A NOITE, ACHO MELHOR A GENTE IR PINDO...

Figura 4. Conteúdo de materiais e processos em formato HQ. Fonte: omitida para revisão.

3) Desenvolvimento de vídeos didáticos sobre materiais e processos. Os vídeos são desenvolvidos pelos alunos das disciplinas participantes, com orientação em sala de aula. São apresentados, corrigidos e, se autorizados pelos autores, disponibilizados em site próprio. As imagens da figura 4 mostram, na primeira como os vídeos são disponibilizados e na segunda imagem apresentam um exemplo de vídeo.

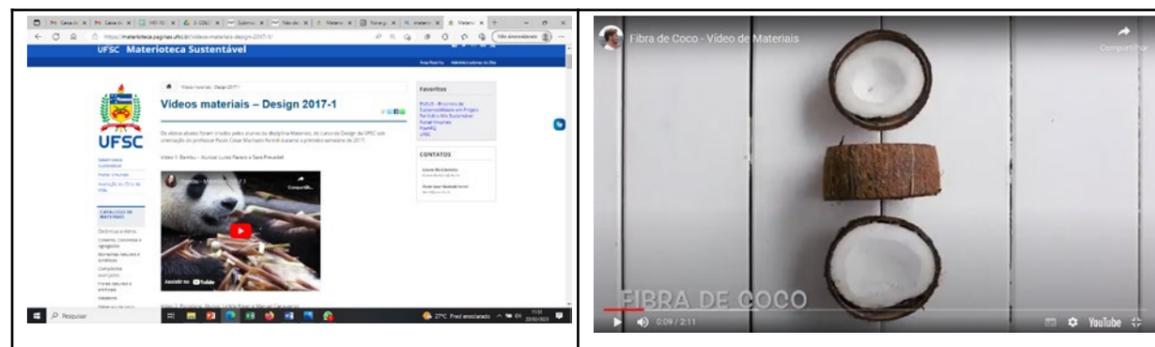


Figura 4. Ações complementares - vídeos. Fonte: omitida para revisão.

#### 4. Considerações Finais

O artigo teve por objetivo mostrar alguns projetos desenvolvidos no âmbito do laboratório (omitido para avaliação) da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), com enfoque nos projetos vinculados a materioteca.

A necessidade de uma materioteca (em suas versões física e virtual) é confirmada quando se entende que o processo de escolha dos é mais do que a consideração de atributos técnicos e produtivos. Um bom produto precisa atender necessidades de todos os grupos de usuários, envolvendo aspectos produtivos, econômicos, ergonômicos, sociais, ambientais e estéticos, e os materiais adequados a esse modelo devem estar todos em conformidade.

Os projetos complementares de vídeos, produção de HQ e construção/montagem de protótipos mostraram-se, ao longo dos anos de aplicação em turmas de graduação e pós-graduação como um importante recursos didático; bem como um elemento de integração entre pesquisa, ensino e extensão. Isso ocorre principalmente porque todas as oficinas oferecidas com objetivo didático de ensino são preparadas e/ou apresentadas por alunos extensionistas ou de iniciação científica, além da supervisão de mestrandos e doutorandos.

#### Referências

- AKIN, Fazil; PEDGLEY, Owain. Sample libraries to expedite materials experience for design: A survey of global provision. **Materials & Design**, v. 90, p. 1207-1217, 2016. DOI: 10.1016/j.matdes.2015.04.045
- ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materiais e Design** – Arte e Ciência da Seleção de Materiais no Design de Produto. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2011.
- FERROLI, Paulo Cesar Machado e LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelagem Física com Instrumento de Análise da Sustentabilidade no Design de Produtos**. EGR-CCE-UFSC, 2011 (relatório de pesquisa).
- GIORGI, Claudia De. Materiais para design. Inovação em pesquisa e didática no Politecnico di Torino. In: DE MORAES, D.; IIDA, I.; DIAS, R. A. (Org.). **Cadernos de Estudos Avançados: inovação**. Barbacena: EdUEMG, 2012, p. 37-51.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo para Avaliação de Sustentabilidade na Construção Civil nas Dimensões Econômica, Social e Ambiental (ESA):** Aplicação no setor de edificações. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2009.

ROZENFELD, Henrique; FORCELLINI, Fernando Antônio; AMARAL, Daniel Capaldo; TOLEDO, José Carlos de; SILVA, Sérgio Luis da; ALLIPRANDINI, Dário Henrique; SCALICE, Régis Kovacs. **Gestão de Desenvolvimento de Produtos – Uma Referência para a melhoria do processo**. São Paulo: Saraiva, 2006.

SANTOS, Flávio Anthero Nunes Viana dos. **Método de Desdobramento de Três Etapas**. <http://md3e.com.br>. 2017. <Acesso em setembro de 2021>

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23 ed. São Paulo: Cortez, 2007.

VIRTANEN, Maarit; MANSKINEN, Kati; EEROLA, Sauli. Circular Material Library. An Innovative Tool to Design Circular Economy. In: **The Design Journal**, v. 20, n.1, p. 1611-1619, 2017). DOI: 10.1080/14606925.2017.1352685



## **Amor de Óleo: o relato de uma experiência didático pedagógica exitosa para projetos de design orientados à sustentabilidade.**

*Oil love: the report of a successful pedagogical didactic experience for sustainability-oriented design projects.*

**Kelven Carvalho, graduado, IFSC.**

kelven\_carvalho@outlook.com

**Noelle Atkienson Ornelas, graduada, IFSC.**

noelle.ornelas@gmail.com

**Carla Arcoverde de Aguiar Neves, doutora, IFSC.**

carcoverde@ifsc.edu.br

**Deise Albertazzi Gonçalves Tomelin, doutora, IFSC.**

deise.albertazzi@ifsc.edu.br

### **Resumo**

O presente trabalho traz o relato de uma experiência didático-pedagógica dentro de um curso superior de tecnologia em Design de Produto por meio de abordagens de metodologias ativas, mais especificamente aquelas por Aprendizagem Baseada em Problemas e Baseada em Projetos. Esta prática de aprendizagem se mostrou exitosa e serviu de base para a replicação de experiências semelhantes nos demais semestres. Dentro desta proposta a ênfase da prática de ensino se deu pelo desenvolvimento de projetos de design que orientavam-se para a sustentabilidade e que, portanto, deveriam partir de uma demanda social, econômica e/ou ambiental real. Para tanto, uma equipe de alunos diagnosticou a problemática do descarte incorreto de óleo de cozinha, o qual gera significativo impacto, especialmente ambiental e como solução conceberam um aplicativo conceitual que auxilia no reaproveitamento e descarte correto do óleo de cozinha pós-uso.

**Palavras-chave:** Metodologias ativas; sustentabilidade, óleo de cozinha.

### **Abstract**

*This paper presents the report of a didactic-pedagogical experience within a higher technology course in Product Design through approaches of active methodologies, more specifically those by*

*Problem-Based and Project-Based Learning. This learning practice proved to be successful and served as the basis for replicating similar experiences in other semesters. Within this proposal, the emphasis of the teaching practice was given by the development of design projects that were oriented towards sustainability and that, therefore, should start from a real social, economic and/or environmental demand. To this end, a team of students diagnosed the problem of incorrect disposal of cooking oil, which generates a significant impact, especially on the environment. The solution was the development of a conceptual mobile application that assists in the reuse and correct disposal of post-use cooking oil.*

**Keywords:** Active methodologies; sustainability, cooking oil.

### **1. Introdução**

O Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto (CST Design de Produto) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IF-SC) tem como seu principal instrumento pedagógico os Projetos Integradores (PIs), os quais:

[...] contemplam o desenvolvimento do raciocínio complexo, a partir das relações que precisam ser estabelecidas entre os conhecimentos de todas as áreas de cada semestre do Curso. Num trabalho em que a aplicação dos conhecimentos sobrepõe-se aos conteúdos propriamente ditos, observam-se as atitudes e acompanha-se o desenvolvimento das habilidades necessárias à construção das competências exigidas num profissional da área. Trata-se do principal instrumento pedagógico do Curso. (IFSC, 2014, p.15)

Para além dos PIs, estimula-se em sala de aula a realização de outros tipos de projetos que tenham o mesmo efeito que se espera destes Projetos Integradores, principalmente no que tange da transformação da sala de aula como um laboratório para a posterior atuação profissional:

[...] sala de aula [...] transforma-se em um estúdio experimental de design, cria-se uma linha projetual em design que prima pela prática de projeto, somada às reflexões teórico-metodológicas sobre essa própria prática. O que se propõe no Curso são práticas que ajudam a construir coletivamente o fazer dentro e fora de sala de aula. Isso aproxima o mundo acadêmico do mundo do trabalho e dá significado ao processo de aprendizagem, além de integrar os conhecimentos e as habilidades construídas pelos acadêmicos ao longo de cada semestre e de incentivar a iniciação científica. (IFSC, 2014, p.16)

Sendo assim, tem-se a possibilidade de se propor projetos complementares, habitualmente de menor complexidade, o que ocorre no módulo V do referido curso por meio de um Projeto Relâmpago (PR), que adota esta nomenclatura por propor maior dinamicidade ao processo projetual, além de maior agilidade na proposição de soluções para as problemáticas definidas. Esta experiência de processo projetual trabalha em cima de bases pedagógicas com metodologias ativas como a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Baseada em Projetos.

Destaca-se aqui que nas metodologias ativas há o “[...] deslocamento da perspectiva do docente (ensino) para o estudante (aprendizagem) [...] os estudantes ocupam o centro das ações educativas e o conhecimento de forma colaborativa.” (DIESEL *et al.*, 2017, p.271)

Sobre os princípios necessários para aplicação destas metodologias, os autores supracitados complementam com o ilustrado a seguir:

**Figura 1: Princípios que constituem as metodologias ativas de ensino.**



Fonte: DIESEL et al (2017, p.273)

Dentro das metodologias ativas de aprendizagem destacam-se duas de suas vertentes: a Aprendizagem Baseada em Problemas, que parte de trabalhos coletivos no quais os alunos experimentam a pesquisa e solução de problemas com uma complexidade significativa (ARAÚJO, 2011) e a Aprendizagem Baseada em Projetos, que desenvolve habilidades nos alunos no sentido de mimetizar situações futuras que vivenciarão em seus fazeres profissionais, ou seja, uma tentativa de simulação de situações reais. Esta tem como intuito a estruturação do processo de solução de problemas, de concepção de serviços e/ou produtos por meio de questões que norteiem e motivem os alunos para a pesquisa autônoma e coletiva (MARKHAM *et al.*, 2008).

O quinto módulo do curso apresenta duas ênfases principais: a área proposta para atuação no desenvolvimento de produtos é a área de design de utilidades (utilidade ou linha de utilidades), a qual se caracteriza por produtos de relativa baixa complexidade, portáteis e que atendam necessidades bem definidas, estando comumente presentes em ambientes domésticos, em escritórios e em espaços de trabalho diversos; e os acadêmicos devem compreender e aplicar os princípios de design para sustentabilidade (IFSC, 2014).

O PR indicado para o primeiro semestre de 2021 assumia como vertente a segunda ênfase necessária para se trabalhar no semestre, ou seja, aquela que propunha a aplicação dos preceitos do design para a sustentabilidade, já que a primeira exigência estava contemplada pelo PI, que ocorria simultaneamente.

O referido PR então, tinha como escopo escolher um produto/serviço/empresa considerado por meio de pesquisas como geradores de alto impacto ambiental/social. Para tanto, os alunos

deveriam buscar nas fontes de pesquisa, argumentos que demonstrassem o impacto gerado em algum estágio do ciclo de vida do produto, ou em vários estágios.

Em cima de um (ou mais) princípio(s) do Ecodesign deveriam redesenhar o produto/serviço ou redirecionar estrategicamente a empresa escolhida visando seu incremento e redução do impacto ambiental gerado, se aprofundando, como solução, nas diretrizes dos princípios de Ecodesign elencados como oportunos.

Diante deste cenário, determinada equipe de alunos encontrou uma problemática ambiental evidente, que dizia respeito ao incorreto descarte do óleo de cozinha e sua destinação equivocada. Além do impacto ambiental, havia a dificuldade na reintrodução deste óleo como insumo na cadeia produtiva e, portanto, a problemática envolvia também aspectos sociais e econômicos, ou seja, tinha-se aí uma lacuna atrelada à noção da sustentabilidade.

A solução encontrada para lidar com estas lacunas foi o desenvolvimento de um aplicativo conceitual nomeado como “Amor de Óleo”. A plataforma auxilia no reaproveitamento e descarte correto do óleo de cozinha usado buscando aprimorar a Experiência do Usuário e utilizar a Gamificação como principais indicadores de interação e engajamento dos usuários ao problema evidenciado. A proposta conecta pessoas a pequenos produtores e pequenos produtores a doadores como estratégia para esta rede de relacionamento. Através do aplicativo também é possível encontrar pontos de coleta de reciclagem de óleo de cozinha espalhados pela cidade, facilitando a destinação correta deste óleo. Desta forma, há o incentivo à economia circular e facilitação do encontro de pontos de coleta para descarte correto. O aplicativo estimula assim princípios de Ecodesign, com menos descarte e mais reaproveitamento.

O presente trabalho, então, possui como objetivo geral relatar uma experiência didático-pedagógica dentro de um curso superior de tecnologia em Design de Produto por meio de abordagens de metodologias ativas, mais especificamente aquelas por Aprendizagem Baseada em Problemas e Baseada em Projetos. O relato contempla também os desdobramentos alcançados, em uma extensão para uma pré-incubação e em prêmios de design de relevante reconhecimento nacional, o que permitiu a validação da ideia de projeto acadêmico e, portanto, sua réplica como processo de ensino e aprendizagem nos demais semestres subsequentes. No decorrer deste artigo descrevem-se os procedimentos metodológicos e os resultados alcançados.

## 2. Procedimentos Metodológicos

Abordar-se-ão aqui os procedimentos metodológicos que dizem respeito aos processos didáticos pedagógicos adotados durante o semestre letivo 2021/1 e também alguns métodos e instrumentos de pesquisa utilizados para o projeto de design. Sendo assim, como base para o processo de aprendizagem, se fez uso de metodologias ativas, destacando-se duas de suas vertentes: a Aprendizagem Baseada em Problemas e a Aprendizagem Baseada em Projetos.

As propostas de PIs e de PRs desenvolvidas no CST em Design de Produto do IFSC são aderentes à estas abordagens. Normalmente, partem de uma problematização do cenário real, habitualmente investigada e diagnosticada pelos próprios alunos em projetos desenvolvidos

de forma coletiva, nos quais a construção da aprendizagem é realizada a partir destes atores, permitindo-lhes a autonomia e reflexão sobre o universo posto, criando para a problemática evidenciada soluções inovadoras e que transmutem as soluções que recaiam em obriedade. Dentro desta perspectiva, o professor atua como um mediador, sendo, inclusive, intitulado de professor orientador, justo por ter este papel de facilitador, conduzindo os acadêmicos no processo de aprendizagem.

Tais vertentes se mostram complementares e totalmente adaptadas para a realidade do processo de aprendizagem no referido curso e projeto relâmpago proposto, pois justamente o objetivo em questão é fazer com que os alunos busquem uma problemática ambiental e/ou social evidente e emergente em seus contextos de vida e que nesta busca emulem o fazer projetual que experimentarão após suas formações.

Para além disso, o projeto proposto tinha como premissa a aplicação de princípios de Ecodesign e Design para Sustentabilidade, na intenção de que os acadêmicos obtivessem soluções inovadoras.

A seguir descreve-se os passos que evidenciam a aplicação das abordagens supracitadas:

1ª etapa: Repasse do escopo de projeto que deveria relacionar-se a um produto / serviço / empresa considerado como altamente impactante em termos ambientais e / ou sociais para que houvesse a mitigação destes impactos. Houve apenas uma exigência e orientação, no sentido da aplicação de um (ou mais) princípio (s) do Ecodesign, quer sejam, minimização dos recursos, escolha de recursos e processos de baixo impacto, otimização da vida dos produtos, extensão da vida dos materiais e facilidade de desmontagem.

2ª etapa: Período de levantamento de problemas por parte das equipes de alunos (em trios ou duplas) por meio de pesquisas do tipo exploratória e descritiva, com revisão de literatura, métodos de inquirição (formulários e entrevistas estruturadas), além de métodos de observação da situação real. Os acadêmicos deveriam trazer argumentos que demonstrassem o impacto gerado em algum estágio do ciclo de vida do produto, ou em vários estágios.

3ª etapa: Verificação por parte da orientadora da pertinência e relevância do problema diagnosticado.

4ª etapa: Definição de requisitos e direcionamentos de projeto com base nos princípios de Ecodesign, Design para Sustentabilidade e nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).

5ª etapa: Concepção de princípios de solução inovadores.

6ª etapa: Detalhamento e desenvolvimento dos princípios de solução elencados como os mais apropriados.

O projeto relâmpago descrito aqui neste artigo e que serviu de base para demonstrar a utilização destas abordagens foi o aplicativo conceitual Amor de Óleo, que se pauta na solução do problema do descarte incorreto do óleo de cozinha. A dupla de alunos que o desenvolveu, Kelven Carvalho e Noelle Atkienson Ornelas, o fez sob a orientação da professora Carla Arcoverde de Aguiar Neves, com posterior adequação e melhorias pela professora Deise Albertazzi Gonçalves Tomelin, para a submissão do projeto a premiações e processos de pré-incubação.

Dentro desta nova fase de refinamento e adaptação havia a necessidade do desenvolvimento de uma melhoria da interface para o aplicativo capaz de viabilizar o projeto, permitindo uma interação facilitada e exitosa com o sistema. Assim, a equipe empenhou-se na construção de uma interface fluida e amigável.

Este processo de incremento da interface do usuário incluiu algumas das etapas listadas por Gingerich (2022), como: a identificação de requisitos funcionais, compreendendo as funções que o aplicativo deveria suportar através de *wireframes*, que são esqueletos ou protótipos primitivos visuais de um projeto de interface que consiste na representação da diagramação e das estruturas macro através de formas geométricas e linhas; análises do usuário, com entrevistas que visavam entender as necessidades relacionadas ao descarte correto do óleo; a criação do fluxo de informações do aplicativo através de um fluxograma de jornada do usuário, em que foi possível analisar de ponta a ponta as principais interações do usuário com a solução a ser projetada e a prototipação das telas do aplicativo através de um protótipo de alta fidelidade, realizado no software web Figma. O protótipo foi desenvolvido pensando na realização de um teste de usabilidade para o cadastro e utilização principal do aplicativo. Este teste pode ser realizado em qualquer dispositivo celular apenas acessando o site do protótipo navegável.

Abaixo descrevem-se os resultados obtidos e alguns detalhamentos que dizem respeito especificamente ao aplicativo conceitual desenvolvido e sua relevância.

### 3. Resultados

Diante do exposto, a dupla de alunos diagnosticou o evidente problema que era o descarte incorreto do óleo de cozinha usado e suas consequências, que traz um impacto ambiental expressivo para os mananciais hídricos. Miguel e Franco (2014, p.4) afirmam que “O óleo de cozinha [...] quando descartado de forma incorreta, pode trazer danos significativos ao meio ambiente, como a impermeabilização do solo, causando enchentes, entupimento de ralos e canos, contaminação dos lençóis freáticos.”

No Brasil, são consumidos nove bilhões de litros de óleo de cozinha por ano. Cada litro despejado incorretamente no esgoto tem capacidade para poluir cerca de um milhão de litros de água, o que corresponde a quantidade que uma pessoa consome em aproximadamente 14 anos de vida (RODRIGUES *et al.*, 2022). Soma-se a isso a reciclagem de apenas 18% do óleo usado no Brasil, e de 1% do óleo do mundo. (CASSARO *et al.*, 2012).

Portanto, percebe-se que o descarte deste resíduo é de difícil solução, não havendo opção ideal, mas o seu retorno ao sistema produtivo pela alternativa de seu reaproveitamento pode ser uma possibilidade oportuna. Esta reutilização pode se dar na produção de resina para tintas, sabão, detergente, amaciante, sabonete, glicerina, ração para animais, biodiesel, lubrificante para carros, máquinas agrícolas e outras opções (NOVAES *et al.*, 2014).

Além deste diagnóstico, os alunos levantaram uma oportunidade relacionada à esta lacuna, já que diante de pesquisas mais aprofundadas verificaram que sistemas de gestão de resíduos na versão de *softwares* são amplamente encontrados no mercado, vide o caso do Enwis, Legnet Gcore, Resiclean Ambiental, iResíduos, porém, estes apresentavam uma configuração

mais generalista, orientando-se a diversos tipos de resíduos sólidos. Na versão de app somente dois concorrentes foram encontrados: o meuResíduo, app para gerenciamento de resíduos sólidos variados e não específicos dentro do cenário aqui retratado; e o SmartTI Coletor, app de coleta de Resíduos de Serviços da Saúde (RSS), ou seja, o único app com sistema de gestão de um tipo específico de resíduo, mas fora do escopo da proposta em questão, a qual vincula-se ao óleo de cozinha.

Portanto, os acadêmicos perceberam que este ainda era um mercado inexplorado e com uma amplitude de atuação propícia.

Os alunos constataram, por meio de entrevistas semiestruturadas, que o público-alvo a ser atendido era abrangente, contemplando aí as pessoas que fazem a destinação e doação do óleo de cozinha (mesmo que de forma incorreta), as pessoas / empresas que fazem o recolhimento e a reciclagem do óleo, até empresas como restaurantes e indústrias produtoras de óleo de cozinha.

Em função deste panorama os discentes adotaram como solução o desenvolvimento de um aplicativo mobile que conecta toda a rede de usuários descrita acima, para tanto, conceberam o aplicativo conceitual Amor de Óleo, o qual se configura como uma plataforma que auxilia no reaproveitamento e descarte correto do óleo de cozinha por meio da Experiência do Usuário e Gamificação, conectando pessoas a pequenos produtores e pequenos produtores a doadores. Através do aplicativo também é possível encontrar pontos de coleta de reciclagem de óleo de cozinha espalhados pela cidade, facilitando a destinação correta do óleo usado. Desta forma, através do incentivo à economia circular e facilitação do encontro de pontos de coleta para descarte correto, o aplicativo conceitual pretende criar um contexto mais sustentável, com menos descarte e mais reaproveitamento.

O motivo para a solução se tratar de um aplicativo se justifica pela quantidade de brasileiros que utilizam o smartphone atualmente. Segundo a Agência Brasil, em 2020, cerca de 80% dos brasileiros já utilizavam smartphone como principal meio de acesso à internet nesta era digital. Sendo assim, um aplicativo comunitário, seria uma ferramenta útil para a busca de informações por parte da comunidade.

Ainda, o Amor de Óleo não somente facilita a busca de informações por parte da comunidade ou incentiva o descarte correto do óleo de cozinha, mas também impulsiona as empresas privadas e iniciativa pública a criarem novos pontos de coleta. Como parte da experiência, a gamificação constitui-se de todo o sistema de interação, pois estimula, por meio de prêmios e conquistas, os usuários a permanecerem engajados na causa. Pensou-se então, em uma solução mais completa que apresentasse chat, permitindo a comunicação entre usuários; mapa, com a localização de pontos de coleta e doadores; engajamento, por meio da gamificação, incentivando o uso.

O serviço também se preocupa com a segurança de seus usuários, verificando dados, compartilhando contatos da rede apenas quando houver um interesse mútuo e em conformidade com a Lei Geral de Proteção de Dados.

O produto digital criado age diretamente no que seria a etapa final do ciclo de vida do óleo de cozinha: o descarte. O seu espectro de alcance é ampliado ao incentivar a economia circular, a educação ambiental e a geração de novos pontos de coleta por parte das iniciativas pública e privada.

Partindo do problema causado pelo descarte incorreto do óleo usado, a solução tangencia aos critérios estabelecidos pelas ODSs, incorporando principalmente soluções para o cumprimento dos objetivos 6 (água potável e saneamento), 11 (cidades e comunidades sustentáveis), 12 (consumo e produção responsáveis) e 14 (vida na água). Essa ampla abrangência se dá pela visão sistêmica que o aplicativo estabelece, proporcionando maior controle sobre o descarte do óleo de cozinha, uma participação colaborativa dos diversos atores envolvidos neste ato e, portanto, a manutenção da qualidade dos recursos hídricos das cidades. Além disso, conforme a ênfase requisitada para o PR, o projeto em questão atende a dois princípios do Ecodesign: a) otimização da vida do produto e; b) extensão da vida dos materiais; pois incentiva seu reaproveitamento na fabricação de outros materiais/ produtos, como, por exemplo, sabão caseiro.

Para a estruturação do projeto os acadêmicos passaram pelas etapas habituais de design com a pesquisa, definição de requisitos, concepção de esboços, no caso do projeto em questão, com a definição de *wireframes*, e por fim a criação do protótipo de alta fidelidade.

Após o desenvolvimento da proposta do serviço de coleta de óleo realizada academicamente, percebeu-se a potencialidade deste, bem como a oportunidade de detalhar o serviço visando um maior alcance do projeto por meio de uma premiação nacional de Design. A premiação escolhida - *Brasil Design Awards* - daria visibilidade tanto ao projeto, quanto à equipe envolvida. Ter um projeto reconhecido e premiado era fator de motivação, em especial, aos estudantes, que poderiam conquistar, ainda durante sua formação acadêmica, um importante prêmio que valorizaria seus portfólios.

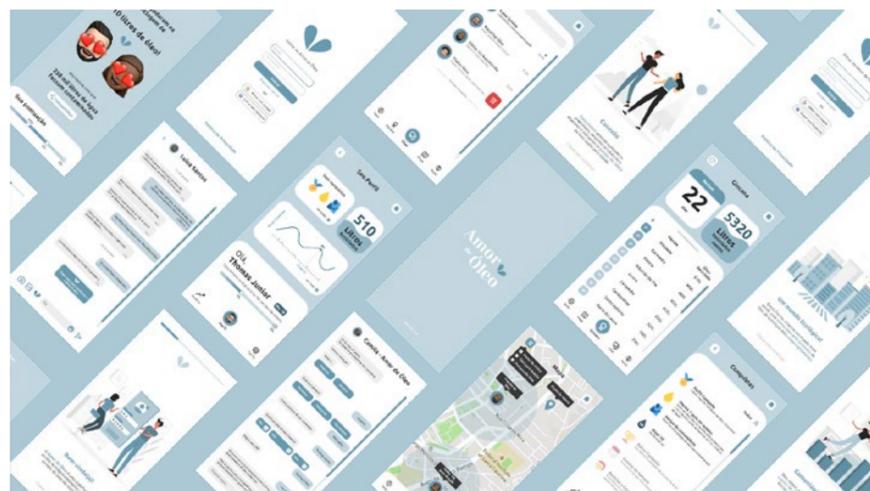
O projeto era, então, promissor dentro dos objetivos sustentáveis ao qual se propôs a atender, no entanto ainda não havia uma interface de usuário bem desenvolvida ou mesmo mecanismos que motivassem um provável usuário a se engajar no aplicativo, com o desenvolvimento visando uma melhor experiência do usuário (UX). Era necessário olhar também para essa experiência, entendendo que a experiência do usuário é uma consequência do estado interno deste, das características do sistema utilizado e do contexto em que a interação ocorre, conforme definem Hassenzahl e Tractinsky (2006). Nem todos os fatores da experiência são controláveis, mas seria possível adequar alguns aspectos e desenvolver algo que não apenas promovesse a sustentabilidade, mas engajasse o usuário em prol deste objetivo. Promover uma melhor UX era o passo seguinte para a adequação do projeto, visando tanto a premiação escolhida, quanto uma possível implementação real no futuro.

Através do desenvolvimento de uma boa interface de design para um aplicativo capaz de viabilizar o projeto, conseguiria-se criar uma interação facilitada e exitosa com o sistema, permitindo aos usuários realizar com facilidade as tarefas pretendidas (STONE *et al.*, 2005). Assim, a equipe direcionou os seus esforços para construir uma interface fluída e amigável. O processo de criação da interface do usuário incluiu algumas das etapas listadas por Gingerich (2022), como: a identificação de requisitos funcionais, compreendendo as funções que o aplicativo deveria suportar; análises do usuário, com entrevistas que visavam entender as necessidades relacionadas ao descarte correto do óleo; a criação do fluxo de informações do aplicativo, em que se detalharam os percursos que o usuário poderia realizar pela interface e a criação de *wireframes*, com a prototipação das telas do aplicativo.

Para aumentar o engajamento e buscar uma maior participação do usuário na plataforma, utilizou-se a gamificação no serviço, aplicando elementos de jogos em contextos que não são

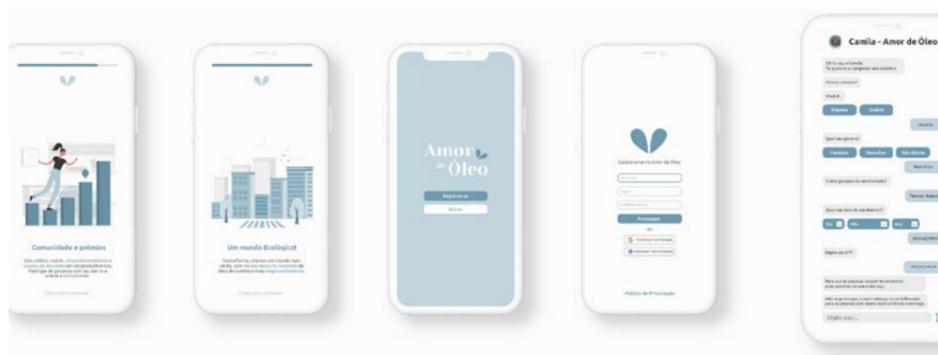
de jogos (DETERDING *et al.*, 2011), como: avatares, pontos, rankings, prêmios e conquistas. Abaixo seguem algumas figuras (Figura 2 e 3) com uma visão geral das telas do aplicativo e de suas principais funções.

**Figura 2: Visão geral com algumas telas do aplicativo desenvolvido.**



Fonte: Elaborado pelos autores.

**Figura 3: Principais telas do aplicativo desenvolvido.**



Fonte: Elaborado pelos autores.

O êxito obtido no *Brasil Design Awards*, com a conquista do voto popular na categoria design de impacto positivo - estudante, levou à equipe a mais uma etapa da formação iniciada a partir do trabalho acadêmico: a elaboração de um projeto submetido a um edital de apoio à ideias inovadoras. A entrada no Programa Nascer de pré-incubação de ideias inovadoras, promovido pela FAPESC, resultou em quase seis meses de aprendizado voltados à transformação de boas ideias em oportunidades de negócio, ampliando os horizontes do projeto e culminando em mais uma premiação: o terceiro melhor *pitch* apresentado ao término

do programa. Após a finalização do programa de pré-incubação, o projeto foi destaque mais uma vez, conquistando o troféu prata no Prêmio Bornancini, na categoria impacto positivo - estudante, subcategoria ambiental. O reconhecimento obtido com as várias premiações motivou a equipe a submeter o projeto a mais um prêmio, dessa vez, internacional: o *IF Design Award*, na categoria 06 - água potável e saneamento relativa ao ODSs 6. No momento de fechamento deste artigo ainda não havia sido publicado o resultado final do prêmio, mas ao inscrever o projeto a um prêmio internacional os estudantes tiveram acesso a oportunidades que não haviam sido exploradas até o momento, tendo que trabalhar em um outro idioma, percebendo a problemática do projeto diante de um contexto global e tendo a possibilidade de iniciar suas carreiras profissionais com a participação e possível premiação em um prêmio de grande relevância internacional.

#### 4. Análises dos Resultados

Em cima dos resultados alcançados com o projeto em questão, obteve-se como base uma estrutura didático pedagógica que se mostrou exitosa, definindo e fortalecendo a aplicabilidade das metodologias ativas, especialmente daquelas por meio da Aprendizagem Baseada em Problemas e da Aprendizagem Baseada em Projetos. Princípios centrais de tais abordagens, como os descritos a seguir, foram atingidos pelos acadêmicos de forma ampla, agregando-os uma formação com papel formativo mais atuante e proativo.

Os estudantes tornaram-se o centro das ações educativas a partir do momento que encontraram um problema ambiental/social em suas realidades e para este buscaram soluções cabíveis e dentro do escopo do que a ementa da disciplina tratava.

O trabalho foi construído de forma colaborativa e coletiva entre os estudantes, a sociedade e a figura orientadora das professoras.

Os alunos tiveram autonomia na edificação de seus saberes, uma vez que buscaram analisar o contexto da problemática ambiental evidenciada e para tanto trouxeram soluções variadas e inovadoras para a própria característica da disciplina, já que, habitualmente, esta lida com soluções de desenvolvimento de produtos. Como a solução encontrada tratou-se de um aplicativo que enfatizava muito mais um serviço do que um produto físico, demonstrou-se assim a independência para análise e solução do problema.

Os acadêmicos mimetizaram suas futuras práticas profissionais tanto pela aplicação de métodos próprios adaptados de autores clássicos para o desenvolvimento do projeto, quanto pela lógica adotada em sua investigação acerca da problemática. Além disso, no passo seguinte ao contexto educacional, quando os alunos foram acompanhados no percurso do Programa Nascer e nas premiações supracitadas, percebeu-se um fortalecimento dessa mimese, uma vez que estes tiveram que gerenciar e defender suas ideias diante de profissionais de diversas áreas de conhecimento como marketing, administração, engenharia, entre outras.

Para além da experiência exitosa em termos da aplicação das abordagens didático pedagógicas aqui citadas, observou-se também a utilização de conteúdos que extrapolaram os requisitos pela atividade projetual em questão, que se concentravam principalmente nos

princípios do Ecodesign. Sendo assim, os estudantes exploraram conceitos como economia circular, logística reversa, responsabilidade compartilhada, ODS, destinação e tratamento de resíduos sólidos, entre outros. A intenção inicial de aprendizagem foi sobrepujada e o salto qualitativo na formação dos alunos foi ainda maior do que o esperado.

Vale-se destacar que este foi o relato de um projeto em específico, mas as mesmas práticas e abordagens foram aplicadas com demais grupos, também com ganhos significativos no processo de aprendizagem e com a reafirmação de que estas práticas pedagógicas são apropriadas para cursos na área do Design, especialmente para aquelas disciplinas e conteúdos que versam sobre os preceitos do Design para a Sustentabilidade, pois constroem um saber muito mais imersivo e próximo das realidades locais, trazendo um pensar mais crítico sobre os verdadeiros problemas que cercam as relações ambientais, sociais e econômicas, ou seja, aquelas que tratam da sustentabilidade.

## 5. Considerações Finais

Com base no relato descrito, observa-se que práticas didático pedagógicas advindas de metodologias ativas se mostram como mais oportunas e potencializadoras para a formação em Design, especialmente se a ênfase for em abordagens que lidam com o Design orientado à Sustentabilidade, já que as demandas desta área se encontram emergentes e recorrentes dentro da realidade contemporânea.

A atuação autônoma dos discentes em busca das problemáticas e soluções permite um incremento na construção de suas visões de mundo mais ampliadas e críticas, característica de formação relevante em qualquer área de conhecimento no ensino superior, principalmente no Design, que deve lidar com processos de concepção multifatoriais.

O relato aqui tratado evidencia um caso exitoso de aplicação destas metodologias ativas de aprendizagem, que se replica nos semestres letivos do referido curso e disciplina. Especificamente para o ensino de preceitos do Design para a Sustentabilidade e as várias temáticas que o tangenciam, como Manufatura Enxuta, Economia Circular, Sistemas de Gestão Ambiental (SGA), Análise do Ciclo de Vida (ACV), Rotulagem Ambiental e outras, percebe-se uma adaptação frutífera, já que estes princípios são compreendidos com mais facilidade pelos acadêmicos em situações onde se aproximam das realidades do problema, podendo vivenciá-las e analisá-las com maior profundidade e a partir desta imersão possuem base suficiente para conceber soluções inovadoras e que de fato contribuam para os problemas sociais, ambientais e/ou econômicos encontrados.

A experiência aqui exposta mostra também como estas práticas ativas podem ampliar o olhar dos alunos, motivando-os a sair do espaço de sala de aula e explorando outras potencialidades do aprendizado como, por exemplo, o aqui supracitado da participação em premiações e em um programa de pré-incubação. A vivência para além do contexto acadêmico permitiu a experimentação de situações não tão comuns naquele âmbito, como a construção de redes de contatos, a exploração da oratória para a defesa de seus projetos, a formatação e apresentação dos trabalhos de forma atrativa e inusitada no intuito do destaque, entre outras.

Portanto, para a formação em Design e suas ênfases para a Sustentabilidade, vê-se a aplicabilidade das abordagens ativas e sugere-se a adoção destas práticas por parte do docente com a intenção de potencializar os processos de aprendizagem.

## Referências

- AGÊNCIA BRASIL. **Celular é o principal meio de acesso à internet no país**. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2020-04/celular-e-o-principal-meio-de-aceso-internet-no-pais>. Acesso em: 5 abr. 2022.
- ARAÚJO, U. F. A quarta revolução educacional: a mudança de tempos, espaços e relações na escola a partir do uso de tecnologias e da inclusão social. **ETD – Educação Temática Digital**, Campinas, v.12, n.esp., p.31-48, mar., 2011. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs>. Acesso em: 1 fev. 2023.
- CASSARO, C. *et al.* **Estudo e análise da destinação do óleo de cozinha e coleta nos empreendimentos turísticos de Foz do Iguaçu**. Foz do Iguaçu, 2012. Disponível em: <http://festivaldeturismodascataratas.com/wp-content/uploads/2014/01/2>. Acesso em: 04 julho 2022.
- DETERDING, S. *et al.* From Game Design Elements to Gamefulness: Defining "Gamification". In: MINDTRECK, XI, 2011, Tampere. **Anais eletrônicos [...]** Tampere: ACM, 2011, pp. 9-15. Disponível em: <https://dl.acm.org/doi/pdf/10.1145/2181037.2181040>. Acesso em: 28 fev 2023.
- DIESEL A. *et al.* Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, Lajeado, v. 14, nº1, p.268-288, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.268-288.404>. Acesso em: 20 fev. 2023.
- GINGERICH, R. **2022 Guide to UX/UI Design In 45 Minutes for Beginners: A Quick Reference Guide to Intuitive User Experience and User Interface Designs**. [SL]: Amazon, 2022
- HASSENZAHN, M.; TRACTINSKY, N. User experience - A research agenda. **Behaviour and Information Technology**, [SL], v. 25, n. 2, pp. 91-97, mar./abr. 2006. Disponível em <https://doi.org/10.1080/01449290500330331>. Acesso em: 25 fev 2023.
- IFSC. Projeto Pedagógico – **Curso Superior de Tecnologia em Design de Produto**. Florianópolis. Abril, 2014.
- MARKHAM, T. *et al.* **Aprendizagem baseada em projetos: guia para professores de ensino fundamental e médio**. Porto Alegre: Artmed, 2008.
- MIGUEL, A. C.; FRANCO, D. M. B. Logística reversa do óleo de cozinha. **Revista Científica** – Faculdade Anchieta. n. 9, p. 3-13, 2014. Disponível em: <http://www.faculdadeanchieta.edu.br/revista-cientifica/>. Acesso em: 04 ago. 2022.
- NOVAES, P. C. *et al.* Consumo e Descarte do Óleo Comestível em um Município do sul de Minas Gerais. **Revista Ciências em Saúde**, v. 4, n. 3, p. 33-40, 2014. Disponível em:



[https://portalrcs.hcitajuba.org.br/index.php/rcsfmit\\_zero/article/view/225/195](https://portalrcs.hcitajuba.org.br/index.php/rcsfmit_zero/article/view/225/195). Acesso em: 15 ago. 2022.

RODRIGUES, G.O. *et al.* Impacto do descarte correto do óleo de cozinha: uso da dinâmica de sistemas para avaliação. **Revista Prociências**, Pelotas, v.2, n.1, julho, 2022. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/1596-Texto%20do%20artigo-2536-1-10-20220712.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2023.

STONE, D. *et al.* **User Interface Design and Evaluation**. San Francisco: Elsevier, 2005.

## **Intervenções temporárias em ruínas históricas: uma solução sustentável em Florianópolis/SC**

### *Temporary interventions in historic ruins: a sustainable solution in Florianópolis/SC.*

**Mara Regina Pagliuso Rodrigues, pós-doutoranda, UFSC**

marareginapr@gmail.com

**Lucas Rodrigo Nora, Doutorando, UFSC**

arq.lucasnora@gmail.com

**Evandro Fiorin, Professor Doutor, UFSC**

evandrofiorin@gmail.com

#### **Resumo**

*Este trabalho é um construto que delinea uma forma de levantamento que se utiliza de caminhadas para encontrar os edifícios em ruínas com valor histórico a serem estudados, a partir de registros fotográficos e análise técnica capaz de dar suporte para intervenções temporárias que tenham como pilar a sustentabilidade. Nas ações projetuais optamos por utilizar pneus inservíveis como agregado para a confecção de elementos pré-moldados, que seriam essenciais para restituir integridade física às ruínas históricas. Em outra fase, contaríamos com a ideia de participação na autoconstrução; uma alternativa viável para sua implementação, aproximando um sentido humano de uma base técnico-científica. De tal sorte, as populações em situação de vulnerabilidade social que habitam esses espaços em desuso poderiam participar do processo de intervenção temporária e compreender a importância de preservar a história da cidade.*

**Palavras-chave:** Elementos sustentáveis; Reabilitação; Ruínas residenciais.

#### **Abstract**

*This work is a construct that outlines a way of surveying that uses walks to find historically valuable buildings in ruins to be studied, based on photographic records and technical analysis capable of supporting temporary interventions that are sustainable. In the project*

*actions, we chose to use unserviceable tires as aggregates for the production of precast elements, which would be essential to restore physical integrity to historical ruins. In another phase, we would rely on the idea of participation in self-construction; a viable alternative for its implementation, approaching a human sense of a technical-scientific basis. In this way, populations in situations of social vulnerability who inhabit these unused spaces could participate in the process of temporary intervention and understand the importance of preserving the history of the city.*

**Keywords:** Sustainable elements; Rehabilitation; Residential ruins.

## Introdução

As ruínas históricas abrigam nômades urbanos e subjetividades subalternas configurando espaços sem lei, ocultando práticas ilícitas, mas, também, podendo revelar surpresas nos modos de uso e ocupação urbanos. Sendo assim, para desvendar essas espacialidades é preciso instituir outra lógica de levantamento e análise, num processo de aproximação do lugar, que possa suscitar um encontro com os Outros, além da busca por modos de leitura e interpretação não hegemônicos desses espaços (FOUCAULT, 1984).

Nesse sentido, este trabalho tem como seu objeto de investigação os espaços derivados da obsolescência, do abandono e da deterioração, nas conformações urbanas contemporâneas na cidade de Florianópolis/SC. Assim, objetivamente, estuda alternativas projetivas para lidar com as áreas que surgem como espaços de uma lógica de insubordinação ao capital, refutando uma condição de privatização espacial, à qual, as próprias cidades brasileiras estão submetidas, na medida em que se modernizam e crescem (SANTOS, 1994).

Nesse contexto, buscamos dar revelo às ruínas históricas em pontos estratégicos do centro expandido de Florianópolis, de forma a reabilitar sua ocupação para as populações em situação de vulnerabilidade social, de uma maneira criativa e sustentável. Um modo de atender à pluralidade de subjetividades subalternas que habitam a cidade e, assim, ativar novas significações, diante de um estado de amnésia de alguns edifícios com valor patrimonial.

Como metodologia empregada, nossas caminhadas pela cidade revelaram alguns vestígios do passado, com grande potencial de ressignificação. Edifícios que elencamos por meio de registros fotográficos e, posteriormente, uma avaliação acurada. São espaços com alto grau de deterioração, marcados pelo esquecimento e pelo uso subalterno. Assim, nossa preocupação foi construir um levantamento cartográfico que pudesse unir uma abordagem mais humanista a uma visão técnico-científica, conciliando saberes para intervenções com uma abordagem mais sustentável.

Desta forma, o que apresentamos neste trabalho é um construto que delinea uma forma de levantamento que se utiliza de caminhadas para encontrar os edifícios a serem estudados, registros fotográficos e análise técnica capaz de dar suporte para intervenções que tenham como pilar a sustentabilidade. Portanto, depois dessas ações optamos por utilizar pneus inservíveis como agregado para a confecção de elementos pré-moldados, que seriam essenciais para restituir integridade física às ruínas históricas a serem estudadas. Em outra fase, contaríamos com a ideia de autoconstrução uma alternativa socialmente e economicamente viável para sua implementação aproximando um sentido humano de uma

base técnica. De tal sorte, os populações em situação de vulnerabilidade social poderiam participar do processo e compreender a importância de preservar a história da cidade contada pelas edificações locais.

## 1. Procedimentos Metodológicos: Do caminhar à intervenção sustentável

Em cidades vivas, que permanecem em constante mudança, os signos do passado se entrelaçam com os do presente, construindo uma rede complexa de significados que está em constante modificação (ROLNIK, 2004). A percepção desse mundo dinâmico requer uma perspectiva que permita reconhecer os sujeitos e os objetos, possibilitando a apreensão de suas indeterminações intrínsecas (FERRARA, 2000).

Nesse sentido, mesmo que os lugares do passado tenham uma história, também tem uma existência no presente. A compreensão desses vários tempos sobrepostos é um processo que envolve tanto a essência, quanto a subjetividade de quem vivencia esses espaços. Projetá-los, portanto, torna-se um desafio, uma vez que a linguagem contemporânea utilizada para dar sentido ao mundo não é capaz de abranger todas as dimensões desses lugares do passado. Nesse prisma, a prática estética do caminhar, permite que o espaço urbano seja explorado em suas diversas dimensões, permitindo a apreensão da cidade como dinâmica e em constante transformação (CARERI, 2013).

Desta forma, adentramos a região central de Florianópolis (Figura 1) em busca de alguns vestígios edificados do passado recente. Levamos conosco os nossos dispositivos móveis para fotografar e registrar possíveis interações durante este percurso. Nessa tarefa, trabalhamos como detetives que buscam encontrar as pistas das ruínas históricas, dentre os novos edifícios que compõe a cidade atual. Nos lançamos a caminhar como estrangeiros em terras de descobrimento (FIORIN, 2020).

No caminho encontramos algumas arquiteturas abandonadas, que representam diferentes períodos econômicos, políticos e sociais e que guardam as marcas das ocupações com usos marginais. Como alternativa sustentável de reabilitar essas ruínas residenciais optou-se pela utilização de materiais compostos por resíduos sólidos. Neste caso, resíduos de partículas de pneus inservíveis para a atenuação do impacto provocado pelo passivo ambiental gerado por esse mesmo produto, conjuntamente ao desenvolvimento de novos materiais compostos para uso na construção (RODRIGUES, 2008).

Os pneus têm uma estrutura física especial, com grande resistência e durabilidade. Assim, mesmo no término de sua vida útil, sua deposição em aterros sanitários é inadequada, já que eles não permitem compactação, tornando-se favoráveis para a criação de agentes causadores de enfermidades, oferecendo grandes riscos de incêndios, o que acarreta sérios danos ao meio ambiente. Sendo assim, a utilização dessa tecnologia torna-se viável, pois a própria comunidade que ali habita, se treinada e orientada, poderá executar os elementos e aplicá-los nas residências em questão. Um procedimento que pode retroalimentar uma conciliância entre um sentido mais humano e os meios técnicos científicos em favor da construção de uma solução mais sustentável (AGOPYAN; JOHN, 2011).



Figura 1: Grande Florianópolis e área de estudo: o centro expandido. Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

### 3. Algumas Ruínas Históricas em Florianópolis

Caminhar pelo centro expandido para encontrar as ruínas históricas de Florianópolis, nos provoca um misto de emoções. A arquitetura antiga contrasta com o estado de abandono em que se encontram. As paredes desgastadas pelo tempo, os telhados caindo aos pedaços, as janelas quebradas e a vegetação crescendo livremente em torno das construções. Ao mesmo tempo, encontramos nesses espaços manifestações dos que passaram por ali, antes de nossa chegada. Nesse contexto temos como pressuposto buscar constituir intervenções temporárias para que estas ruínas possam ser transformadas em espaços coletivos. Nosso primeiro passo é identificá-las, registrar fotograficamente, analisar viabilidades técnicas para que possam se manter de pé por algum tempo, de modo que as pessoas que as utilizam possam continuar usufruindo do lugar. Um processo que busca incorporar essa saber de maneira que possa ser difundido e compartilhado com os que ali habitam. Nessa caminhada elencamos quatro edifícios emblemáticos com usos e ocupações diferenciados (Figura 2).



Figura 2: Localização das Ruínas Históricas a serem estudadas. Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

A primeira delas (Figura 3), localizada no Bairro Saco dos Limões, remonta às antigas vilas de pescadores da cidade de Florianópolis. Sua localização em uma pequena concentração histórica, nos indica a importância econômica daquela região como entreposto comercial. Na casa prestes a ruir residem pessoas que se escondem por detrás de suas paredes desgastadas, pelas frestas da janela observamos os pedaços de telhado caído e defronte alguns grafites escondem as marcas do tempo.



Figura 3 – Casa em Ruínas no Bairro Saco dos Limões. Fonte: Os autores, 2022.

A segunda está localizada na Rua Anita Garibaldi (Figura 4), faz parte de uma área que passou por intensas mudanças econômicas e sociais na Ilha de Santa Catarina. No passado, era um espaço destinado aos mais pobres, mas no século XX passou por um processo de reurbanização e higienização, o que expulsou os moradores carentes e consolidou a área com uma ocupação mais elitizada. Entretanto, as mudanças ocorridas não foram suficientes para impedir que a área se degradasse novamente. Recentemente, há uma forte pressão por parte dos agentes imobiliários para que a área sofra novas intervenções urbanas que permitam a ocupação com edificações mais modernas. Sendo assim, a presença de ruínas nesse território indica que elas podem estar à espera de sua destruição iminente.



Figura 4 – Edificação abandonada na Rua Anita Garibaldi. Fonte: Os autores, 2022.

A terceira edificação (Figura 5) localiza-se em uma importante área da Ilha de Santa Catarina, antigamente conhecida por sua função portuária. O Estaleiro Arataca foi um dos importantes espaços que recebiam embarcações, antes da construção da Ponte Hercílio Luz. Com as mudanças ocorridas na cidade, o espaço perdeu sua função e foi, em parte, destruído. Insere-se em uma área que ganhou muita atenção por parte dos investidores, especialmente no momento atual, por sua localização estratégica.



Figura 5 – Estaleiro Arataca. Fonte: Os autores, 2022.

A última edificação (Figura 5) que elencamos para este estudo pertenceu à família do político Vidal Ramos, que além de governar o estado de Santa Catarina entre os anos de 1910 e 1914, foi deputado provincial, deputado federal e senador. Os registros históricos indicam ainda, que lá viveram Nereu Ramos, ex-governador e único catarinense que se tornou Presidente da República; Celso Ramos, também ex-governador do estado; e Mauro Ramos, ex-prefeito de Florianópolis. O conjunto construído no início do século XX, conta com dois sobrados de estilo eclético que remontam ao tempo das antigas chácaras que se localizavam às margens do caminho que fazia a ligação entre os atuais bairros Centro e Trindade. A região era conhecida por estar distante do centro, e ser um balneário para os moradores mais abastados da ilha. As casas contam com cerca de 1.200 m<sup>2</sup>, estando inseridas em um terreno de 23.000 m<sup>2</sup>, em uma das áreas com o metro quadrado mais caro da Ilha de Santa Catarina.



Figura 6 – Casa Vidal Ramos. Fonte: Os autores, 2022.

As edificações selecionadas remontam a diferentes períodos históricos. Como já fora mencionado a obsolescência destas edificações as transforma em áreas de manifestações diversas, espaços marginalizados que abrigam pessoas em situação de vulnerabilidade social. Deste modo, compreendendo a situação presente e os interesses envolvidos no abandono destes imóveis como reserva imobiliária, buscamos apontar aqui para propostas de intervenção temporária que possibilitem aos usuários destes espaços algum tipo de uso e ocupação mais segura e, fundamentalmente, uma solução sustentável que os mantenha de pé.

#### 4. A aplicação de materiais sustentáveis na intervenção temporária nas ruínas históricas

Após uma análise cuidadosa do estado das ruínas e das necessidades de melhoria, optou-se pela utilização de placas cimentícias com agregado leve de pneus reutilizados como solução sustentável para as reformas necessárias. Essa escolha foi baseada na consideração dos benefícios que o material oferece, como a sustentabilidade ambiental, o re-uso de materiais e a economia de custos. Além disso, a versatilidade das placas cimentícias permite que elas sejam aplicadas em várias partes das construções em estudo, tais como: substituição e reforma de vedações verticais, escadas, tetos, pisos e mobiliário (RODRIGUES, 2008).

Nossa abordagem para desenvolver essa intervenção temporária baseou-se no trabalho de Rodrigues (2008). A autora desenvolveu uma tecnologia que utiliza borracha de pneus inutilizáveis, que é triturada em diferentes tamanhos por um processo mecânico, para produzir materiais de construção de baixo custo e adequados para uso em elementos construtivos (Figura 7.a). As partículas de borracha são utilizadas como agregado leve em matrizes cimentícias em elementos pré-fabricados leves, como as placas cimentícias, que oferecem uma alternativa mais eficiente e sustentável às placas de gesso acartonado. Além de possuírem alta resistência devido à sua composição (Figura 7.b). Essa tecnologia permite a

utilização de materiais reciclados e reduz a quantidade de resíduos que são descartados no meio ambiente, tornando-se uma opção ecologicamente correta.



Figura 7.a: Moldagem da placa cimentícia com partículas de borracha. Fonte: Rodrigues, 2008.

Figura 7.b: Teste de resistência das placas cimentícias. Fonte: Rodrigues, 2008.



Figura 8.a: Molde da proposta de escada em argamassa armada com partículas de pneus como agregado leve. Fonte: Rodrigues, 2008.

Figura 8.b: Detalhe da argamassa. Fonte: Rodrigues, 2008.

Além dos benefícios ambientais e financeiros que essa escolha proporciona, o composto pode ser utilizado como elemento de participação popular na construção. Isso ocorre porque, ao ensinar a população em situação de vulnerabilidade a fazer esse agregado e permitir que realizem intervenções nessas construções, há uma democratização do acesso às tecnologias sustentáveis e um incentivo à participação ativa das comunidades na promoção de práticas mais conscientes. Com conhecimento e recursos adequados, a população pode se tornar protagonista no processo de transformação de suas cidades em locais mais sustentáveis e resilientes, promovendo um desenvolvimento urbano mais equilibrado e consciente.



Figura 9.a: Desmolde da escada em argamassa armada com partículas de pneus como agregado leve.

Fonte: Rodrigues, 2008.

Figura 9.b: Visualização final (sem acabamento) da escada em argamassa armada com partículas de pneus como agregado leve. Fonte: Rodrigues, 2008.

## 5. Considerações Finais

O que apresentamos neste trabalho é resultante de uma forma de levantamento que se utiliza de caminhadas para encontrar as ruínas históricas a serem estudadas a partir de registros fotográficos e análise técnica capaz de dar suporte para intervenções que tenham como pilar a sustentabilidade. A tecnologia desenvolvida pode ser uma alternativa eficiente e sustentável para a reabilitação desses espaços, possibilitando a sua transformação em locais de encontro, aprendizado e conexão. Dessa forma, buscamos conciliar princípios mais humanos coligados aos meios técnicos científicos, para uma solução mais sustentável de intervenção temporária nesses edifícios que elencamos. É importante ressaltar que essas ações não podem ser pontuais ou isoladas, mas, sim, integradas em uma visão ampla e coletiva de planejamento urbano que dê prioridade às populações em situação de vulnerabilidade social que ocupam estes espaços. Uma ação coletiva capaz de transformar a cidade em um lugar mais humano, sustentável e inclusivo.

## Referências

- AGOPYAN, Vahan Agopyan; JOHN, Vanderley M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil**. 1. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 144 p. v. 5. ISBN 9788521206101.
- CARERI, F. **Walkscapes: o caminhar como prática estética**. São Paulo: Gustavo Gili, 2013.
- FERRARA, L. D. **Significados urbanos**. São Paulo: Edusp, 2000.
- FIORIN, E. **Caminhar como estrangeiro em terras de descobrimento**. São Paulo, Anap, 2020.
- FOUCAULT, M. **De Outros Espaços**. Architecture, Movement, Continuité. Paris, 1984.

RODRIGUES, Mara Regina Pagliuso. **Caracterização e utilização do resíduo da borracha de pneus inservíveis em compósitos aplicáveis na construção civil**. 2008. Tese (Doutorado em Ciências da Engenharia Ambiental) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008. doi:10.11606/T.18.2008.tde-17112008-104700. Acesso em: 2023-03-16.

ROLNIK, Raquel. **O que é a cidade**. São Paulo: Brasiliense, 2004.

SANTOS, Milton. **Técnica, espaço, tempo: globalização e meio técnico-científico informacional**. São Paulo, Hucitec, 1994.

## O ensino formal da colaboração em design interespecies (biodesign)

### *Formal education in interspecies design collaboration (biodesign)*

**Elisa Strobel do Nascimento**

elisastrobel@ufpr.br

**Adriano Heemann**

adriano.heemann@ufpr.br

#### Resumo

A comunidade de biodesign (colaborações interespecies em design) parece estar caminhando para uma sólida auto-organização e formalização. Alguns autores especulam que a aproximação com a biologia poderia marcar a prática do design do século 21. Parece relevante entender como o ensino e a aprendizagem acontecem no biodesign para desenvolver como poderiam ser melhor introduzidos nos currículos de design. Parece que ainda não foi feita uma análise da educação formal em biodesign. Para atender a esta lacuna de pesquisa, este trabalho visa compreender o cenário da educação formal em biodesign através de uma análise de alguns dos principais cursos e programas. A estratégia metodológica é uma revisão sistemática e narrativa por meio de um buscador popular. Foram analisados 16 resultados: 1 masterclass para profissionais, 8 disciplinas, 1 curso de graduação (Major), 4 programas de mestrado e 2 de doutorado.

**Palavras-chave:** Biodesign; Design Interespecies; Educação Formal

#### Abstract

*The community of biodesign (interspecies design collaborations) seems to be heading toward solid self-organization and formalization. Some authors speculate that the approximation to biology could mark the design practice of the 21st century. It seems relevant to understand how teaching and learning are happening in biodesign to develop how it could be further introduced in design curricula. It doesn't seem that an analysis of formal education was made yet. To address this research gap, this paper aims to understand the formal education scene in biodesign through an analysis of some of the main biodesign courses and programs. The methodological strategy is a systematic and a narrative review through a popular search engine. 16 results were analyzed: 1 Masterclass for Professionals, 8 courses, 1 undergraduate course (Major), 4 master's, and 2 Ph.D. programs.*

**Keywords:** *Biodesign; Interspecies Design; Formal Education*

### 1. Introduction

The community of biodesign seems to be heading toward solid self-organization and formalization. The consistency of specific competitions suggests that biodesign is not an ephemeral trend: like the “Bio Art & Design Award” (BAD, 2021), since 2011, and the “Biodesign Challenge” itself, since 2016. The subject also features events, like the annual Biofabricate summits (BIOFABRICATE, 2021), the “Design with the Living” annual Symposium (DESIGN MUSEUM, 2020), and “Still Alive” (STILL ALIVE, 2020). These events bring together researchers from around the world.

The term biodesign has many interpretations, in this paper, Dade-Robertson's definition is the reference: “[...] design and design research which use living systems as part of their production and operation” (2021, series introduction note) – in other words, biodesign implies in interspecies design collaborations. Examples of the biodesign practice include works with different species, from bacteria to animals. For instance, the company Fullgrown shapes living trees into furniture through horticultural techniques (FULLGROWN, 2021); Modern Synthesis weaves bacteria into shoes (MODERN SYNTHESIS, 2020); the Blast Studio develops 3D printed mycelium modules to compose objects such as lamps and columns (BLAST STUDIO, 2020); The Reef Design Lab develops 3D printed calcium carbonate structures to be collaboratively fulfilled with corals (REEF DESIGN LAB, 2021). Some of these examples are illustrated in Figure 1.



**Figure 1 - Biodesign examples.**

**Source:** From left to right: Fullgrown's chair production (MATERIAL DISTRICT, 2018). Modern Synthesis' microbial woven shoe (MODERN SYNTHESIS, 2020) and Blast Studio's 3D printed mycelium lamp shade (BLAST STUDIO, 2020)

Some authors speculate that the approximation to biology could mark the design practice of the 21st century: “Building with bacteria and other organisms is simultaneously becoming

a technological possibility and a necessity” (MYERS, 2018, p.16). Collet writes that “the beginning of the twenty-first century marks a strong shift towards the amalgamation of the binary code (1s and 0s) with biological systems” (2020, p.1). She sees a shift in the role of design “from working with inanimate matter such as plastic and metals to making with animate living entities such as mycelium, yeast, and bacteria” (COLLET, 2020, p.1).

Designing with the living is reportedly different from what designers are used to. Antonelli writes that “It goes without saying that when the materials are not plastics, wood, ceramics, or glass, but rather living beings or living tissues, the implications of every project reach far beyond the form/function equation and any idea of comfort, modernity or progress” (2018, p.7). Dade-Robertson says that “You can’t master life in the way a painter masters oils or a joiner masters wood” (2021a, p. 95). To Collet (2020), growing would now be part of the design process, which impacts form, structure, aesthetics, and material specification. The creating and controlling, she argues, brings to light new competencies to the designer besides the traditional methods they would be used to. Camere and Karana (2018) refer to these new skills and competencies as the “new designerly sensibilities”.

It seems relevant to understand how teaching and learning are happening in biodesign to develop how it could be further introduced in design curricula. It doesn’t seem that an analysis of formal education was made yet. To address this research gap, this paper aims to understand the traditional education scene in biodesign through an analysis of some of the main biodesign courses and programs. In the following sections, the methodological strategy for finding and analyzing the courses and programs is presented; following the results and discussion; finally, conclusions are drawn with recommendations for future studies.

One last consideration to be acknowledged before beginning is that this research intention still lies in an anthropocentric perspective of science because it still thinks in means to operationalize collaboration with living organisms in terms of a useful resource. But the hope is that it leads to a respectful conscience and way of treating living organisms, and towards a more ecocentric attitude of design (MELKOZERNOV; SORENSEN, 2020). This is also why the term collaboration is used to describe the relationship of the designer with other living organisms.

## 1. Methodological Strategy

The systematic review is adapted from Conforto, Amaral, and Silva’s (2011) roadmap. The selected search engine is Google, using the search strings: “biodesign” AND “course”; “biodesign” AND “master’s” OR “Ph.D.” OR “graduation”; “biodesign” AND “program” OR “programme”.

The filter application follows an open reading strategy, exclusion criteria are:

- (1) courses that are not provided by universities
- (2) courses in which the scope are not designers

(3) term disambiguation – when the term biodesign is not related to design and only related to medical and health sciences. When it refers only to biomimicry, not to biodesign as described by Dade-Robertson (2021);

To prevent some biases, such as search strings, a narrative review was also necessary (FERRARI, 2015) and references found in the literature were added.

In the analysis process, available data were organized into three categories when the information was available: (1) Title, University, Course Load; (2) Infrastructure; (3) Course overview. The process involved reading each course material and summarizing it.

## 2. Results and Discussion

After the filter application, the systematic review retrieved 14 results. The Biostudio project summarized some of the opportunities to study biodesign (BIOSTUDIO, 2021) – through this reference, one more result was added. Finally, a paper was found about a biodesign course at the Faculty of Fine Arts and Design of the University of Economics of Izmir. The analysis comprised 1 Masterclass for Professionals, 8 courses, 1 undergraduate course (Major), 4 master’s, and 2 Ph.D. programs. Table 1 presents information for each of these initiatives:

Table 1: Masterclasses, courses, undergraduate courses, masters and Ph.D. programs

1	<p><b>Title:</b> Biological Design (course) - University of Pennsylvania</p> <p><b>Course load:</b> not informed</p> <p><b>Infrastructure:</b> not informed</p> <p><b>Course overview:</b> The course assumes the dynamics of a studio. According to Upenn (2023), it is a research-based course that “introduces new materials, fabrication, and prototyping techniques to develop a series of design proposals in response to the theme: Biological Design”. Life sciences and biotechnologies are introduced to designers, artists, and non-specialists. (UPENN, 2023)</p>
2	<p><b>Title:</b> Biomaterials: Designing with Living Systems (course) - Faculty of Fine Arts and Design of the University of Economics of Izmir</p> <p><b>Course load:</b> not informed</p> <p><b>Infrastructure:</b> not informed</p> <p><b>Course overview:</b> [...] Pedagogical objectives are: “to reinforce basic design principles through a new media and to broaden the students’ understanding of design as a cross-disciplinary problem-solving process” (PINTO; PUGLIESE, 2017, p.1). Activities of the course comprise: “observation, tinkering, playing, gathering, sketching, experimenting and predicting” (PINTO; PUGLIESE, 2017, p.2). Students work together on projects around a specified organism, like silkworms. The course is organized into two main modules: one theoretical and one “application unit”. The theoretical module presents a case study analysis and introduces to the basics of “morphological, physiological, anatomical, behavioral, origin, and distributional, aspects of many biological actuators and in particular silkworms” (PINTO; PUGLIESE, 2017, p.4-5). In the applied module students developed their own projects around a design hypothesis and scenario simulation. Students were asked to make records of their progress and the development of the other organism in the project (PINTO; PUGLIESE, 2017).</p>
3	<p><b>Title:</b> BioDesign Fundamentals course – The University of Sidney</p> <p><b>Course load:</b> 6 credit points</p> <p><b>Infrastructure:</b> not informed</p>

	<p><b>Course overview:</b> According to the course description, it presents basic concepts of designing with science and reinforces the participant's own domain expertise, augmenting the participant's existing skills with new approaches to problem-solving. The unit introduces "prototyping for science and biology, evaluating ethical implications of designing with life, communicating scientific processes to justify biodesign choices" (THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2023), and shows the participant to support peers with their own expertise. Learning objectives are related to: ethical concerns; prototyping in a biodesign context; interdisciplinary thinking; developing the ability to explain scientific concepts "using abstracted models to a broad audience"; supporting peers in the development of new skills; and "understand the theory, methods, and technology that underpin key approaches to biodesign" (THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2023).</p>
4	<p><b>Title:</b> IDE Design Master Class for Professionals – Biodesign - TUDelft  <b>Course load:</b> 2 days, paid course  <b>Infrastructure:</b> not informed  <b>Course overview:</b> The course introduces the participants to the "world of living organisms, to fundamental biodesign theories, tools, and methods to understand and design with living organisms" (TUDELFT, 2023) – it is oriented to a "cleaner production and unique experiences in everyday products" (TUDELFT, 2023). Learning objectives concern: theory and principles of biodesign; "get a feeling for bio lab tools and machines, basic bio lab technical and research skills to grow, maintain, and observe living organisms"; hands-on experiences; and "gain competence in envisioning future applications for living materials" (TUDELFT, 2023).</p>
5	<p><b>Title:</b> (1) Biodesign theory and practice: biodesign challenge part I (course) and (2) biodesign experimentation and prototyping: biodesign challenge part II (course) - University of California, Davis  <b>Course load:</b> 3 hours (part I) +3 hours (part II)  <b>Infrastructure:</b> not informed  <b>Course overview:</b> These courses prepare the participants to take part in the Biodesign Challenge (BIODESIGN CHALLENGE, 2023). Students must enroll separately in each part. Part I gives the participants an overview of biodesign foundational principles, presenting biodesign examples in many segments. Later on, it develops participants' "team-based experience in biodesign intervention; first steps in a mini-entrepreneurial start-up experience" (UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS, 2023). Part II is the continuation of the team's work, focusing on prototyping.</p>
6	<p><b>Title:</b> The Biodesign Challenge (course) – University of Cincinnati  <b>Course load:</b> not informed  <b>Infrastructure:</b> not informed  <b>Course overview:</b> The course aims to prepare students to participate in the Biodesign Challenge. Participants work in interdisciplinary teams, with advice from experts to solve a specific problem. Focus lies on ideation and prototyping (UNIVERSITY OF CINCINNATI, 2023).</p>
7	<p><b>Title:</b> Aesthetic Crossovers of Art and Science and Art and Life Manipulation (courses) – The University of Western Australia  <b>Course load:</b> not informed  <b>Infrastructure:</b> not informed  <b>Course overview:</b> There are two elective courses, the first one, called Aesthetic Crossovers of Art and Science, focuses on "A practical and theoretical investigation, through critical engagement of the nexus and differences of the art and science cultures through the use of the technologies of life science/biotechnology as an art-form" (UWA, 2022). The second course, called Art and Life Manipulation, aims at introducing biological lab "practices and techniques dealing with the manipulation of living biological systems within the context of contemporary arts practices" (UWA, 2022).</p>
8	<p><b>Title:</b> Biological Design Major – The University of Sydney  <b>Course load:</b> not informed  <b>Infrastructure:</b> not informed</p>

	<p><b>Course overview:</b> This program brings together design principles, along with biomedical science and engineering to create innovative solutions for human and planet health (THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2022). Students learn about ethical implications, prototyping for Science and biology, communicating scientific processes, and supporting peers with their own expertise. There are also interdisciplinary projects with industry partners including one aiming at the Biodesign Challenge (THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2022). The courses in the program are (some of them have an advanced version):</p> <p>- Animal behavior; BioDesign Fundamentals; BioDesign Studio; Biology of Insects; Biomedical Design and Technology; Biomedical Engineering 1B; Botany; Cell Biology; Co-Design and Participatory Approaches; Design Thinking; Design for Wellbeing; From Molecules to Ecosystems; Fundamentals of Human Anatomy; Fundamentals of Visual Design; Global Challenges: Food, Water; Human Biology; Industry and Community; Introduction to Interface Design; Key Concepts in Physiology; Life and Evolution; Principles of Design; Reproduction, Development, and Disease; Responsible Design for Innovation; Science Interdisciplinary Project; Systems Physiology; Terrestrial Plant Ecosystem Management; Zoology (THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2022).</p>
9	<p><b>Title:</b> Master of Biological Arts – The University of Western Australia  <b>Course load:</b> not informed  <b>Course overview:</b> The program emphasizes on developing "critical thought, discussing ethical and cultural issues, and encouraging cross-disciplinary experimentation in art and science" (UWA, 2022). The target audience of the master's is art practitioners, scientists, and humanities scholars who wish to engage with creative bioresearch. Students must take art and science credits – with a balance of disciplines (UWA, 2022).</p>
10	<p><b>Title:</b> Master of Arts Biodesign - University of the Arts London  <b>Course load:</b> 2 years, 30 hours per week (180 credits)  <b>Infrastructure:</b> Grow-Lab (Containment Level 1 biology laboratory); Biologist in the teaching team; International network of the Design &amp; Living Systems Lab; Knowledge exchange with industry partners. (UAL, 2022).  <b>Course overview:</b> The curriculum is research-driven, with an emphasis on ethical concerns and learning by making – students develop a personal research agenda. Learning objectives concern: understanding critical context challenges for design in the 21st century "social, political, economic, ethical and sustainable issues" (UAL, 2022); bio-informed design strategies and whole system thinking; biomimicry principles in design; biological sciences and biofabrication tools and methods; sophisticated lab-based biodesign practice; "to explore and integrate biocomputation tools into design practice" (UAL, 2022, p.5); to develop biodesign portfolio of work.  The program is divided into three units: (1) Seed; (2) Grow; (3) Harvest. The first unit forms the theoretical basis and students develop a series of small projects, it concludes with the submission of a biodesign portfolio [... and an] oral and visual presentation" (UAL, 2022, p. 8). The second unit focuses on a personal project to apply the different biodesign competencies. The third unit is dedicated to "creative production and communication of the final MA project" (UAL, 2022).</p>
11	<p><b>Title:</b> Master of Architecture Bio-Integrated Design (Bio-ID) – University College London  <b>Course load:</b> 2 years (300 credits)  <b>Infrastructure:</b> BiotA Lab (Biotechnology and Architecture Lab). Taught jointly by UCL's "The Bartlett School of Architecture" and "Biochemical Engineering Department".  <b>Course overview:</b> The course aims to "[...] integrate biotechnology, advanced computation, and fabrication to create a radically new and sustainable built environment" (UCL, 2022). Students work simultaneously in a scientific laboratory, in a design studio, and at a fabrication workshop. Participants engage in short projects in teams and also in a speculative design project (thesis). The final module aims at research career preparation. Course modules consist of:</p>

	- Introduction to Scientific Methods, Laboratory and Environmental Practices; Computational Skills; Literature Review; Preliminary Design; Year 1 Design Project and Fabrication; Year 1 Thesis Report; Design Specialisation and Interdisciplinary Context; Comprehensive Project Thesis.
12	<p><b>Title:</b> Biological Design, MS – Arizona State University  <b>Course load:</b> 30 credit hours and a thesis, or 30 credit hours including the required applied project course  <b>Infrastructure:</b> not informed  <b>Course overview:</b> The program emphasizes a continuum between technology and biology. Students have to “take one program core course (Principles of Biological Design), one course from a suite of biotechnology courses, and one from a suite of statistics courses” (ASU, 2022). In this program “students read literature; identify critical problems related to energy, environment, human health, sustainability, and security; and develop solutions to these problems using a synergy of technological and biological solutions, either in teams (course projects) or individually (thesis or applied project)” (ASU, 2022). Courses are:</p> <p>- Research Methods in Biological Design (mandatory); Topic: Six Sigma Methodology/Engineering Experimentation (statistics); Design Engineering Experiments (statistics); Regression Analysis (statistics); Mathematical Statistics (statistics); Topic: Bioenergy and Microbial Biotechnology (biotechnology); Topic: Cellular and System Modeling (biotechnology); Topic: Chimeras and Recombinant Organisms in Medicine (biotechnology); Advanced Environmental Biotechnology (biotechnology); Environmental Microbiology (biotechnology); Topic: Bio-inspired Design (biotechnology); Microbial Bioprocess Engineering (biotechnology); Topic: Nanobiotechnology (biotechnology); Topic: Synthetic Biology and Metabolic Engineering (biotechnology); Seminar; Applied Project; Thesis.</p>
13	<p><b>Title:</b> Biological Design Ph.D. – Arizona State University  <b>Course load:</b> 84 credit hours  <b>Infrastructure:</b> not informed  <b>Course overview:</b> “The program is a joint effort by the College of Liberal Arts and Sciences, The Biodesign Institute, and the Ira A. Fulton Schools of Engineering” (ASU, 2022). Besides the credits, a qualifying exam, a comprehensive exam/proposal prospectus, and a dissertation are required. There is a system of research rotations, where students rotate between laboratories in order to define a potential advisor and research topic. After the first year, students decide on one of the three labs for their Ph.D. studies. Besides the credits of specialized coursework, “there is a recommendation to include courses with components in bioethics and grant writing” (ASU, 2022). Some of the courses offered:</p> <p>-Biological Design II (required); Biological Design Proseminar; Biological Design Seminar; Research; Lab Rotations; Dissertation; Patterns in Nature; Materials Synthesis; Structure and Properties of Materials; Materials and Civilization; Sensing the World (ASU, 2022).</p>
14	<p><b>Title:</b> Biological Arts and Ph.D. – The University of Western Australia  <b>Course load:</b> not informed  <b>Infrastructure:</b> not informed  <b>Course overview:</b> Not informed, a general statement is given: “Emphasis is placed on developing critical thought, discussing ethical and cultural issues, and encouraging cross-disciplinary experimentation in art and science” (UWA, 2022).</p>

Source: Authors.

It is important to note that biodesign education happens in other educational constellations, such as the “Cluster of Excellence Matters of Activity” (MoA, 2023) and the “Hub for Biotechnology in the Built Environment” (HBBE, 2023). The cluster and the hub

gather funding around common projects – where Ph.D. students and other researchers develop their projects associated with these initiatives. The cluster even has a Ph.D. program, but it is not exclusive to biodesign projects.

Course load varies between institutions. For example, the Master’s in Biological Design, from Arizona State University requires 30 credit hours and a thesis, while the Master of Architecture in Bio-Integrated Design (Bio-ID), from the University College London, requires the completion of 300 credits.

Infrastructure is not always informed, a highlight is the University of the Arts London, which offers a containment level 1 biology laboratory, a biologist in the teaching team, an international network, and knowledge exchange with industry partners. (UAL, 2022).

Regarding the course overview, five results emphasize laboratory work or introductions (TUDELFT, 2023; UWA, 2022; UAL, 2022; UCL, 2022; ASU, 2022). A highlight of this approach is given by Arizona State University (ASU, 2022), where students rotate between laboratories to define a research interest and an advisor. Ethical implications are a main topic in five of the results (THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2023; THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2022; UWA, 2022; ASU, 2022; UWA, 2022). Project/studio structures are adopted by 7 of the initiatives (UPENN, 2023, PINTO; PUGLIESE, 2017; ASU, 2022; THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2022; UNIVERSITY OF CINCINNATI, 2023; UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS, 2023; ASU, 2022). Interdisciplinary experience is promised by 6 of the results (THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2023; THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2022; UWA, 2022; UCL, 2022; ASU, 2022; UAL, 2022). Prototyping is the focus of five of the courses/programs (UPENN, 2023; THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2023; UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS, 2023; UNIVERSITY OF CINCINNATI, 2023; THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2022). Market-driven/application-driven solutions are the goal of TUDelft (2023) and the University of California, Davis (2023). The University of Sidney (2023) and the University of the Arts London (UAL, 2022) emphasize on the ability of the students to communicate their projects. Four of the initiatives were oriented or had activities oriented to the participation in the Biodesign Challenge (2023) (UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS, 2023; UNIVERSITY OF CINCINNATI, 2023; THE UNIVERSITY OF SIDNEY, 2022). The Biodesign Challenge is an international competition sponsored by companies like Google, Science Sand Box, Ginkgo Bioworks, and others. It introduces students to the intersections of biotechnology, art, and design. Universities and high schools may register, gaining access to pedagogical resources and a mentor network.

In the next section, the final considerations are outlined, along with the recommendations for future research.

### 3. Final considerations

The biodesign community, which collaborates in interspecies designs, seems to be reaching a solid development. It seems relevant to understand how teaching and learning are happening in biodesign to develop how it could be further introduced in design curricula. It didn’t seem that an analysis of formal biodesign education had been made yet. To address this research



gap, this paper aimed to understand the formal education scene in biodesign through an analysis of some of the main biodesign courses and programs. The methodological strategy was a systematic and a narrative review through a popular search engine, Google. 16 results were analyzed: 1 Masterclass for Professionals, 8 courses, 1 undergraduate course (Major), 4 master's, and 2 Ph.D. programs.

It was found that biodesign education doesn't happen only in biodesign formal programs – but also happens in other constellations, like the “Cluster of Excellence Matters of Activity” and the “Hub for Biotechnology in the Built Environment”. The course load varies greatly between institutions. Infrastructure and resources are not widely informed, but some initiatives state that they offer laboratories. Course overview highlights are: laboratory work or introductions; ethical implications; project/studio structures; interdisciplinary experience; prototyping; focus on market-driven/application-driven solutions; the development of the ability of the students to communicate their projects; and activities oriented to the participation in the Biodesign Challenge.

For future studies, it seems interesting to interview the teachers and professors in these institutions and to look into other educational constellations, such as Matters of Activity, the Hub for Biotechnology in the Built Environment, and others.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001. The authors also acknowledges the support of the Cluster of Excellence »Matters of Activity. Image Space Material« funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) under Germany's Excellence Strategy – EXC 2025 – 390648296.

## References

- ANTONELLI, P. Vital Design. In: MYERS, W. **Biodesign. Nature, science, creativity**. High Holborn: Thames & Hudson, 2018, pp.6-7
- ARIZONA STATE UNIVERSITY (ASU). **Biological Design**, Ph.D. 2022. Available at: <<https://degrees.apps.asu.edu/masters-phd/major/ASU00/GCBDSPHD/biological-design-phd;jsessionid=3B8A30E8C20A21C0036E87D348018B0B>>. Accessed on July 12, 2022.
- BIODESIGN CHALLENGE. **Grow the Future**. 2023. Available at: <<https://www.biodesignchallenge.org/>>. Accessed on: March 15, 2023.
- BAD - BIO ART & DESIGN AWARD. **About the award**. 2021. Available at: <<https://www.badaward.nl/>> Accessed on: May 4, 2021.
- BIOFABRICATE. **Events**. Available at:< <https://www.biofabricate.events/summit>>. Accessed on May 04, 2021.
- BIOSTUDIO. **Universidades que oferecem cursos de Biodesign**. 2021. Available at: <<https://biostudiodesign.com.br/universidades-que-oferecem-cursos-de-biodesign/>> Accessed on March 14, 2023.
- BLAST STUDIO. **Projects & Exhibitions**. Available at:<<https://www.blast-studio.com/projects-exhibitions>>. Accessed on January 21, 2021.

CAMERE, S.; KARANA, E. Fabricating materials from living organisms: An emerging design practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 570–584, 2018.

COLLET, C. Designing our future bio-materiality. **AI and Society**, n. 0123456789. Springer London, 2020.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produto – CBGDP, 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2011. 12p.

DADE-ROBERTSON, M. **Living Construction**. New York: Routledge. 2021.

DESIGN MUSEUM. **Design with the Living 2020**. Available at: <https://designmuseum.org/whats-on/talks-courses-and-workshops/design-with-the-living-2020>. Accessed on May 04, 2021.

FERRARI, R. Writing narrative style literature reviews. **Medical Writing**, v. 24, n. 4, p. 230–235, 2015.

FULLGROWN. **About us**. Available at: < <https://fullgrown.co.uk/about-us-full-grown/>>, Accessed on May 17, 2021.

HBBE - HUB FOR BIOTECHNOLOGY IN THE BUILT ENVIRONMENT. 2021. Available at:< <http://bbe.ac.uk/about-3/>>. Accessed on March 15, 2023.

MoA – MATTERS OF ACTIVITY. **About us**. Available at:< <https://www.matters-of-activity.de/en/about/>>. Accessed on March 15, 2023.

MELKOZERNOV, A. N.; SORENSEN, V. What drives bio-art in the twenty-first century? Sources of innovations and cultural implications in bio-art/biodesign and biotechnology. **AI and Society**, Springer London, 2020.

MODERN SYNTHESIS. **Microbial Weaving**. 2020. Available at: <<https://modern-synthesis.com/microbial-weaving/>> Accessed on: January 02, 2021.

MYERS, W. **Biodesign. Nature, science, creativity**. High Holborn: Thames & Hudson, 2018.

PUGLIESE, S., & PINTO, R.P. **Designing with Living Systems: a pedagogical tool for basic design education**. Cumulus: Together, 2017.

REEF DESIGN LAB. **About**. Available at:< <https://www.reefdesignlab.com/about-2/>>. Accessed on May 19, 2021.

STILL ALIVE. **Welcome**. 2020. Available at: < <https://www.stillalive2020.com/welcome>>. Accessed on May 04, 2021.

THE UNIVERSITY OF SIDNEY. **Biological Design**. 2022. Available at: < <https://www.sydney.edu.au/courses/subject-areas/major/biological-design.html>>. Accessed on July 12, 2022.

THE UNIVERSITY OF SIDNEY. **BioDesign Fundamentals**. 2023. Available at: < <https://www.sydney.edu.au/units/BDSN2001>>. Accessed on March 14, 2023.



THE UNIVERSITY OF WESTERN AUSTRALIA (UWA). **Symbiotica**. 2022. Available at: < <https://www.symbiotica.uwa.edu.au/courses>>. Accessed on July 12, 2022.

TUDELFT. IDE **Design Master Class for Professionals: Biodesign**. 2023. Available at: < <https://www.tudelft.nl/io/studeren/ide-design-master-classes/biodesign>>. Accessed on March 14, 2023.

UNIVERSITY OF ARTS LONDON (UAL). **Master of Arts in Biodesign**. Available at: <https://www.arts.ac.uk/subjects/textiles-and-materials/postgraduate/ma-biodesign-csm#course-summary>. Accessed on 12, July 2022.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA, DAVIS. **Biodesign theory and practice: biodesign challenge part I**. Available at: < <https://arts.ucdavis.edu/course-description/des-128a-biodesign-theory-and-practice-biodesign-challenge-part-i-4>>. Accessed on March 14, 2023.

UNIVERSITY OF CINCINNATI. **The Biodesign Challenge**. Available at: < <https://www.uc.edu/campus-life/honors/students/experiences/seminars/seminar-spotlights/ene-d3050daap3050.html>>. Accessed on March 14, 2023.

UNIVERSITY COLLEGE LONDON (UCL). **Bio-Integrated Design (Bio-ID) MArch/MSc**. 2022. Available at: < <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/architecture/programmes/postgraduate/bio-integrated-design-bio-id-marchmsc>>. Accessed on June 12, 2022.

UNIVERSITY OF PENNSYLVANIA (UPENN). **Biological Design**. Available at: < <https://www.design.upenn.edu/courses/dsgn-2510>>. Accessed on March 14, 2023.

## **Transição de Parques a Ecoparques Industriais: insights acerca dessa necessária e complexa transformação**

### ***Transition from Parks to Eco-industrial Parks: insights into this necessary and complex transformation***

**Henrique Lisbôa da Cruz, Engenheiro Químico, Mestre em Engenharia Mecânica, Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS**

cruzhnrq@yahoo.com.br

**Carlos Alberto Mendes Moraes, Engenheiro Metalúrgico, Doutor em Ciência dos Materiais, Programas de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica e, de Engenharia Civil - Universidade do Vale do Rio dos Sinos - UNISINOS**

cmoraes@unisinós.br

#### **Resumo**

Esta pesquisa se centraliza na problemática que envolve a transição de parques a ecoparques industriais, com foco em parques de uso misto e logístico. Por meio de metodologia exploratória, um estudo de caso foi conduzido em um parque empresarial e logístico situado no Brasil, visando explorar oportunidades de aplicação dos conceitos de Simbiose Industrial. A avaliação permitiu observar que as possibilidades de aplicação da Simbiose Industrial nesse tipo de parque estão mais atreladas aos compartilhamentos de infraestrutura, utilidades e serviços do que propriamente de intercâmbios físicos. Um plano de ação foi proposto, contemplando estratégias de Simbiose Industrial e atividades complementares visando ao aumento do potencial simbiótico. As principais sugestões foram o gerenciamento coletivo de resíduos sólidos e oferta de suporte técnico ambiental. Quanto ao compartilhamento de utilidades, existe um potencial para aproveitamento da água da chuva para fins não potáveis e para a geração ou aquisição compartilhada de energias renováveis.

**Palavras-chave:** Ecoparque Industrial; Simbiose Industrial; Gestão Ambiental.



## Abstract

This research focuses on the problems involved in the transition from parks to eco-industrial parks, focusing on mixed-use and logistics parks. Through an exploratory methodology, a case study was conducted in a business and logistics park located in Brazil. The main objective was to explore opportunities for applying the concepts of Industrial Symbiosis in the park. The evaluation showed that the possibilities of application of Industrial Symbiosis in mixed-use and logistics parks are linked more to the sharing of infrastructure, utilities, and services than to physical exchanges. An action plan was proposed, contemplating Industrial Symbiosis strategies and complementary activities aimed at increasing the symbiotic potential. The main suggestions were the collective management of solid waste and the offer of environmental technical support. As for the sharing of utilities, there is a potential for the use of rainwater for non-potable purposes and the shared generation or acquisition of renewable energies.

**Keywords:** *Eco-industrial Park; Industrial Symbiosis; Environmental Management.*

## 1. Introdução

A Simbiose Industrial (SI) tem sido evidenciada em aglomerados industriais denominados Ecoparques Industriais (EIP) em diversos países desenvolvidos e em desenvolvimento (GENC et al., 2019; JI et al., 2020). Por todo o mundo, há inúmeras zonas industriais, compostas por parques industriais. Seu desenvolvimento é resultante do planejamento urbano e da implementação de instrumentos como o zoneamento econômico e ambiental (LAMBERT; BOONS, 2002; LE TELLIER et al., 2019). Os parques industriais convencionais têm sido, durante as últimas décadas, importantes estratégias adotadas por governos e iniciativa privada para o desenvolvimento econômico das regiões em que são implantados. Em contraposição, sua instalação também provoca um efeito adverso ao concentrar impactos ambientais e sociais negativos, em decorrência da poluição, emissões de gases de efeito estufa, diminuição da qualidade laboral e de comunidades adjacentes. Deste modo, a construção de EIP ou reestruturação de parques já consolidados na perspectiva de EIP é vista como uma forma útil para alcançar melhores condições socioambientais (WORLD BANK, 2021).

Nesse contexto, a transição de parques industriais para EIP como prática *mainstream* é encorajada (KECHICHIAN; JEONG, 2016; GENC et al., 2019) destacaram que a ausência de relações simbióticas e comprometimento ambiental entre as organizações, apesar dos crescentes esforços, atualmente distanciam as zonas industriais e parques convencionais do conceito de EIP. Em contrapartida, essa realidade pode ser vista como oportunidade. Zeng et

al. (2021) demonstraram que a transformação de zonas industriais tradicionais em ecoparques tem sido uma importante estratégia para o desenvolvimento ambiental na China. Assim, outros locais podem se beneficiar com essas práticas. Essa pesquisa debruça-se sobre as problemáticas que envolvem a transição a EIP em parques de uso misto, considerando um estudo de caso real no Brasil para prospecção de oportunidades de aplicação da SI.

### 1.1 Objetivos e Contribuições da Pesquisa

Apesar do crescente interesse pelo tema, Susur et al. (2019) e Tseng et al. (2021) afirmaram que ainda não há resolução definitiva sobre como promover a transição de parques industriais em EIP, uma vez que esta questão é permeada pela complexidade que os inúmeros fatores interferentes impõem. Tradicionalmente, os conceitos de EIP são aplicados em setores clássicos da indústria, conhecidos como indústria “pesada” (CHERTOW, 2000; DONG et al., 2013). Contudo, tem-se buscado expandir os conceitos de SI e EIP para outros tipos de parques, tais como os tecnológicos, business parks e parques mistos, que compreendem atividades industriais “leves”, serviços e tecnologia, conforme definiram Lambert e Boons (2002) e Le Tellier et al. (2019). Essa pesquisa está focada nesse tipo de parque.

O principal objetivo desta pesquisa é, portanto, identificar elementos, oportunidades e barreiras à aplicação da SI para fomentar a transição de parques industriais e mistos em EIP, considerando a realidade do Brasil, visto que o estudo contempla um parque empresarial localizado na região Sul. Chertow et al. (2021) e Herzer et al. (2020) destacaram que o Brasil possui poucas publicações de relevância internacional no tema da SI e EIP. Chertow et al. (2021), em revisão bibliométrica, identificaram apenas 07 artigos científicos de trabalhos realizados no Brasil nas principais bases de dados mundiais. Apesar disso, Neves et al. (2020) reconheceram o potencial da SI no Brasil e salientaram que o país, a exemplo de Canadá e México, carece de desenvolvimento no assunto.

Nesse contexto, este artigo pretende colaborar com a construção de um entendimento mais robusto sobre as problemáticas que envolvem a transformação de estruturas empresariais em modelos mais sustentáveis, como EIP. As contribuições do artigo podem ser desmembradas em dois pontos. O primeiro está relacionado ao estudo da SI e EIP em parques mistos e logísticos, visto que esses conceitos são, tradicionalmente, direcionados aos setores da indústria clássica. Em adição, o segundo ponto se relaciona à aplicação de estudo de caso e análises empíricas para explorar oportunidades em um parque tecnológico e empresarial localizado no sul do Brasil.

Como resultado dessas contribuições, pretende-se apontar as especificidades da realidade local e regional, incentivando a disseminação dos conceitos de SI e EIP em um país onde práticas desse tipo são incipientes, mas com potencial reconhecido. O artigo tem como objetivos mostrar uma breve abordagem teórica sobre os Ecoparques Industriais. Além disso, torna-se necessário definir o estado da arte com base nas iniciativas e estudos realizados nesse tema. Apresenta-se também o Estudo de Caso realizado em um parque empresarial localizado na região sul do Brasil. Nele, visa-se discutir quais são os elementos existentes que podem



facilitar ou dificultar a transição para EIP, bem como apresentar oportunidades e estratégias para essa transição.

## 2. Ecoparques Industriais: Fundamentos e Perspectivas

Quais as implicações em se introduzir o prefixo “eco” aos termos “parque industrial”? Uma mera questão de grafia? O que a literatura oferece para fomentar essa inclusão que implica em transformação? Apesar de distintas definições, existem conceitos e aspectos centrais relacionados aos Ecoparques Industriais que merecem ser enfatizados. Os EIP são uma “comunidade de organizações” (LOWE et al., 1996). Isso os distingue de parques industriais convencionais, nos quais as organizações, tipicamente, mantêm-se isoladas (sem interações) em relação às demais, mesmo estando próximas geograficamente (CHERTOW, 2000). Deste modo, nos EIP, há uma expectativa de cooperação das empresas entre si e entre a comunidade (USPCSD, 1996). Nesse sentido, a existência de relações simbióticas, como intercâmbios e compartilhamentos, desponta como condição determinante para a existência de um EIP.

Por conseguinte, há um objetivo comum, qual seja, a melhoria no desempenho quanto ao *triple bottom line* (pilares social, ambiental e econômico) da Sustentabilidade (TSENG et al., 2021). Esse objetivo se intensifica e se diferencia de outras iniciativas tradicionais ao se considerar que os benefícios proporcionados pela atuação coletiva podem ser superiores aos que poderiam ser alcançados pelo desempenho individual somado (LOWE et al., 1996). Além disso, os EIP, quando planejados – denominados *greenfield* – consideram as questões sociais e ambientais em todas as fases do empreendimento, iniciando por sua concepção até sua operação (WORLD BANK, 2021). Para os parques industriais existentes – chamados de *brownfield* – as estratégias visam sua transição a EIP, a fim de direcioná-los a um modelo mais sustentável (LAMBERT; BOONS, 2002). Esse último caso, em particular, desperta maior interesse nessa pesquisa.

## 3. Parques Logísticos: Expansão e Problemática

Os parques logísticos são destinados a empresas que atuam no ramo logístico, envolvendo o armazenamento e o transporte para distribuição de produtos diversos, podendo incluir serviços secundários, como manutenção (ZHANG et al., 2014). No Brasil, Boro (2021) enfatiza o grande movimento expansivo de parques e condomínios logísticos, potencializado pelas novas modalidades de compra pela *internet (e-commerce)* que se acentuaram durante a pandemia de Covid-19. Segundo a Associação Brasileira de Logística (ABRALOG), o segundo trimestre de 2021 registrou um recorde histórico de novas ocupações, com mais de 700 mil m<sup>2</sup>. A taxa de vacância (disponibilidade) no período foi de apenas 11%, indicando que há uma grande demanda por locação desses espaços. Devido a

isso, a área em construção perfaz 3,6 milhões de m<sup>2</sup> em novos empreendimentos, em adição aos 9 milhões de m<sup>2</sup> já existentes em todo o país. (ABRALOG, 2021). Boro (2021) destaca os 12 principais parques logísticos no Brasil, sendo 2 localizados na região Sul: o Perini Business Park, em Joinville/SC e o 3SB Parque Logístico, em Nova Santa Rita/RS. Esses parques destacam-se por oferecer estrutura de alto padrão e fácil acesso logístico, tornando-se referências para outros condomínios, tal como o estudado nessa pesquisa.

Todavia, os parques logísticos também podem causar impactos ambientais negativos, mesmo que, em tese, a geração de resíduos e emissões seja menor em comparação aos parques industriais (WANG et al., 2021). Nesse cenário, Xu *et al.* (2018) analisaram o que denominaram como Parque Logístico Verde (do original *Green Logistics Park*), desenvolvendo um modelo e um algoritmo para a seleção de locais para instalação desses parques, que é um aspecto de interesse nesse ramo. Eles destacaram que, além de fatores básicos como localização geográfica, proximidade com mercado, condições de tráfego e acesso, outros critérios relacionados aos potenciais impactos ambientais e sociais devem ser adicionalmente considerados para a melhor tomada de decisão. Os autores argumentaram que uma melhoria na eficiência e nível de serviço, mais do que reduzir os custos com transporte e energia, provoca a diminuição da liberação de poluentes pelas emissões veiculares. Ponderações semelhantes foram realizadas por Boro (2021), que estudou a expansão dos galpões e parques logísticos no Brasil a partir de uma grande rede de *e-commerce*.

Nesse contexto, os princípios de EIP repontam como um caminho viável, por meio dos princípios da Simbiose Industrial e Ecologia Industrial, para melhorias na gestão de recursos nesses parques. Por esse motivo, essas ferramentas foram selecionadas para aplicação em um estudo de caso, abordado no capítulo subsequente.

## 4. Estudo de Caso: Oportunidades e Desafios

Esta pesquisa, além da contribuição teórica, teve como objetivo discutir aplicações práticas dos conceitos de Simbiose Industrial em um parque empresarial, de modo a impelir outras iniciativas nesse mesmo sentido. Esse capítulo aborda as principais características do parque estudado, bem como a metodologia de pesquisa empregada e os resultados do reconhecimento do empreendimento.

O Ecoparque Empresarial Lourenço e Souza é um parque privado, localizado no município de Sapucaia do Sul, distante em 30 km de Porto Alegre, capital do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. O empreendimento possui quatro fases, como mostra a Figura 1. A Fase I está consolidada e ocupada em quase toda sua totalidade. Parte de suas obras foi concluída em 2012, com a perspectiva de utilização de energias renováveis, especialmente eólica. Deste modo, o parque foi intitulado como “Ecoparque” pelos seus proprietários, tendo esse nome permanecido e se consolidado no empreendimento, apesar de o projeto envolvendo energia eólica não ter avançado.



**Figura 1– Localização do Ecoparque Lourenço e Souza e fases do empreendimento**

O empreendimento está localizado em uma zona industrial, próximo a indústrias de grande porte do setor siderúrgico e de produção de bebidas. Tratando-se de um ambiente urbano, no entanto, existem áreas residenciais lindeiras ao parque. A Fase I é composta por pavilhões industriais, atualmente ocupados por 5 empresas distintas, totalizando uma área de 13 mil m<sup>2</sup> construídos, e outros 13 mil m<sup>2</sup> de pavilhões logísticos em processo de ocupação. Já as Fases II, III e IV estavam, no período desta pesquisa, em construção. Com as novas fases, haverá um aumento expressivo de área útil no parque: ao total, mais de 100 mil m<sup>2</sup> serão disponibilizados para locação até o ano de 2023. Diferentemente da Fase I, onde há indústrias instaladas, as outras fases serão dedicadas a empresas do ramo logístico. Os pavilhões serão utilizados, basicamente, como depósitos e centros de distribuição. Eles possuem infraestrutura específica para esse fim, como ampla área interna e pátio de manobra de caminhões, altura elevada entre o piso e o teto (pé direito), docas etc. Além disso, o parque possui um heliponto e localização privilegiada, junto das principais rodovias da região metropolitana. Dispõe de serviço de portaria, refeitório e sala de reuniões. Com a finalização das demais fases, abrigará estacionamento para veículos leves e auditório, além de ampliar o restaurante e as salas de reunião para comportar a demanda de colaboradores com a instalação de novas empresas.

#### 4.1 Abordagem metodológica aplicada no estudo de caso

A pesquisa realizada foi qualitativa e exploratória, pois buscou investigar elementos, oportunidades e barreiras para a transição de parque a EIP dentro da realidade regional. O trabalho de campo foi inicializado com o contato com os gestores do parque, que são também responsáveis pela gestão imobiliária do empreendimento. Tratou-se de uma etapa de sensibilização e apresentação geral da proposta de trabalho e dos principais conceitos de Simbiose Industrial, de forma simples e objetiva, como sugere a primeira etapa do guia de

Kalundborg Symbiosis (2021). Ela se revela necessária para obter não apenas a aprovação em se executar a pesquisa, mas para iniciar o comprometimento dos gestores com o projeto.

Sequencialmente, deu-se início ao processo de familiarização com o parque e suas empresas inquilinas, instaladas na Fase I. A abordagem consistiu em iniciar o reconhecimento pela parte consolidada, de modo a capturar os elementos, oportunidades e barreiras presentes, para estruturar um Plano de Ação que englobe, posteriormente, as Fases II, III e IV. Embora a realidade da Fase I (industrial, mista) seja distinta da planejada para as fases em construção (logística), entende-se que as experiências aprendidas e coletadas da Fase I têm a contribuir para as fases futuras do parque.

A familiarização ocorreu na forma de visitas individuais em cada uma das 5 empresas em operação na Fase I, doravante designadas pelas letras de A a E. O objetivo do primeiro contato foi uma aproximação inicial para apresentação do projeto. Em um segundo momento, uma nova rodada de visitas foi realizada. Desta vez, para obtenção de dados e aplicação de um questionário estruturado. O modelo de questionário utilizado foi adaptado da ferramenta recomendada por Kalundborg Symbiosis (2021) e contemplou o levantamento de: informações gerais das empresas (identificação, contatos, número de funcionários, área útil, código da atividade segundo legislação ambiental e a existência de licenciamento ambiental); questionamentos sobre os valores, interesses e posicionamento da empresa quanto a práticas mais sustentáveis e EIP, visando captar seu grau de abertura, compreensão e comprometimento para uma transição a EIP; e informações qualitativas acerca do processo produtivo e quantitativas, quando disponíveis, relacionadas à geração de resíduos sólidos, efluentes líquidos e emissões atmosféricas, bem como de uso de recursos como água, energia e materiais.

#### 4.2 Reconhecimento das empresas na Fase I

As empresas localizadas na Fase I do Ecoparque Lourenço e Souza podem ser caracterizadas como de pequeno ou médio porte segundo seu enquadramento tributário. O número de funcionários varia entre 5 e 120, dependendo da empresa, totalizando 277 colaboradores, conforme apresenta a Tabela 1.

Empresa	Atividade	Área Nº func.	Breve descrição da atividade executada
A	Metalomecânica: fabricação de equipamentos de refrigeração industrial	3.185 m <sup>2</sup> 120	Operações de caldeiraria (corte, conformação, soldagem e montagem) para fabricação de túneis de congelamento outros equipamentos de refrigeração industrial.
B	Metalomecânica: fabricação de extrusoras	2.490 m <sup>2</sup> 45	Operações de caldeiraria e usinagem para fabricação de extrusoras.

C	Fabricação de cosméticos	725 m <sup>2</sup> 5	Fabricação de ceras depilatórias, envolvendo o fracionamento das matérias-primas, manipulação em tanques encamisados e envase do produto.
D	Centro de distribuição de produtos farmacêuticos e de higiene pessoal	3.600 m <sup>2</sup> 100	Armazenamento de produtos, segmentação de acordo com a quantidade solicitada pelo cliente e expedição.
E	Centro de distribuição de polímeros peletizados	1.660 m <sup>2</sup> 7	Armazenamento de polímeros peletizados, segmentação de acordo com a quantidade solicitada pelo cliente e expedição

Tabela 1 – Resumo geral sobre as empresas localizadas na Fase I

Pode-se observar uma diversidade nas atividades executadas pelas empresas localizadas no parque: 3 indústrias (Empresas A, B e C) e 2 centros de distribuição (Empresas D e E), que, ao contrário das indústrias, não realizam atividades de beneficiamento e transformação de materiais. Assim, o parque pode ser caracterizado como misto, possuindo atividades industriais associadas a empresas de logística. Nenhuma das empresas da Fase I possui um setor de meio ambiente, de modo que colaboradores de outras áreas e com outras formações profissionais acabam por assumir também a responsabilidade pela gestão ambiental da empresa. Essa realidade é comum em empresas de menor porte e acaba por limitar as práticas a ações reativas, podendo ser apontada como uma barreira à transição a EIP, mas também como oportunidade para criação de um grupo de gestão de meio ambiente no parque.

Por outro lado, nas Fases II, III e IV, há a previsão de ocupação por grupos de maior porte. Deste modo, espera-se que existam gestores de meio ambiente nas empresas e que sua preocupação ambiental seja maior, mais proativa do que reativa, até mesmo pela cobrança de seus *stakeholders*. Esse ponto é um elemento positivo para motivar a governança do parque para a transição a EIP. Isso, porque o maior grau de maturidade dos inquilinos pode exigir uma gestão ambiental mais adequada e avançada, em contraposição ao que atualmente é demandado, em razão das empresas da Fase I possuírem uma maturidade ambiental mais básica.

#### 4.3 Análise dos processos produtivos

A partir da coleta de informações pelo questionário e entrevista, foi obtido um panorama acerca das principais entradas e saídas de processo nas empresas avaliadas no estudo de caso na Fase I, como mostra a Figura 2. Os recursos empregados para atividades administrativas e para uso humano não foram considerados na figura para fins ilustrativos.

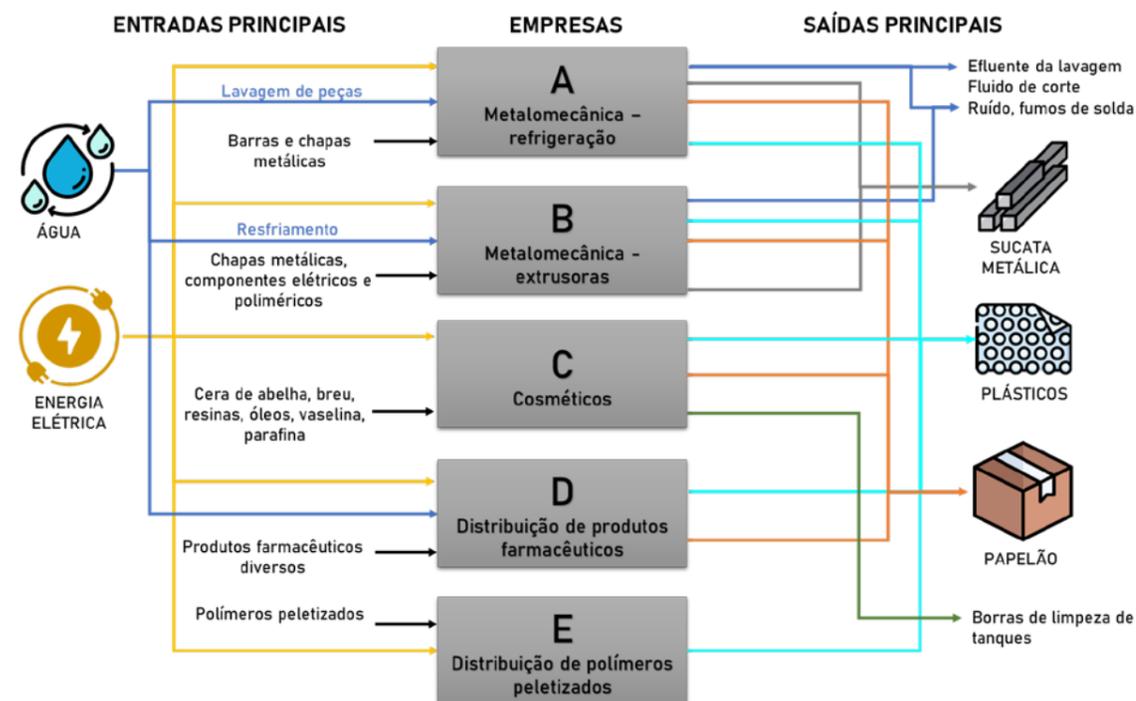


Figura 2 – Fluxograma simplificado de entradas e saídas de processo das empresas da Fase I

Como pode ser verificado, no *status* atual, nenhuma empresa realiza intercâmbios de materiais, água ou energia, distanciando o empreendimento do conceito principal de um EIP. Além disso, por meio da análise realizada, em um primeiro momento, não foram identificadas possibilidades nesse sentido, dado que as atividades são distintas e não se inter-relacionam, mesmo para as duas empresas metalomecânicas. De acordo com a literatura, a diversidade de empresas é um fator considerado como positivo para a realização de intercâmbios simbióticos, visto que há maiores chances e possibilidades para se configurar uma rede (LIWARSKA-BIZUKOJC, et al., 2009). Entretanto, no caso em estudo, são identificadas apenas organizações geradoras de resíduos, quando devem existir, paralelamente, empresas consumidoras para viabilizar as relações simbióticas, conforme discutem Geng e Côte (2002). Todavia, por gerarem resíduos sólidos de tipologias semelhantes, essa pode ser uma oportunidade. A perspectiva para as Fases II, III e IV é que essa diversidade seja ainda menor, tendo em vista que os pavilhões serão dedicados a atividades de logística.

Nada obstante, a ausência de relações simbióticas envolvendo intercâmbios físicos era, de certa forma, esperada para o estudo de caso. De fato, essa limitação serviu como uma das motivações para a execução do estudo nesse tipo de empreendimento, a fim de verificar de que outra forma a Simbiose Industrial e a Ecologia Industrial poderiam colaborar com a gestão de recursos e melhorias socioambientais. Enquanto nos complexos industriais clássicos há maior propensão em existir certa similaridade e complementariedade, nos parques mistos não há interações óbvias entre as organizações em termos de materiais, água e energia,

tornando-se mais desafiador encontrar potenciais sinergias (LAMBERT; BOONS, 2002). Nesse sentido, as oportunidades de aplicação da SI como fator determinante para transição a EIP devem passar por outras estratégias, inclusive mencionadas pelos gestores entrevistados, como o compartilhamento de serviços, utilidades e informações. Concomitantemente, ações complementares são sugeridas, visando aumentar o potencial simbiótico entre as organizações e entre o parque e seus *stakeholders*.

#### 4.4 Plano de Ação

De acordo com Tseng *et al.* (2021), a transição a EIP é um processo que exige ações coordenadas e esforços constantes para alcançar uma cultura de sinergia e cooperação. Assim sendo, um Plano de Ação foi formulado a partir das experiências e metodologia adotada, sendo apresentado na Tabela 2. As estratégias estão estruturadas em uma sequência lógica de implementação, apresentando uma interface com o modelo proposto por Rocha (2010). Inicialmente, tem-se um enfoque para as questões legais e organizacionais, indispensáveis para a operação adequada dos empreendimentos e para o processo de aprendizagem organizacional e implantação de uma cultura preventiva. O amadurecimento por parte dos gestores das empresas e do Ecoparque acarretam que ações mais avançadas sejam propostas.

Tabela 2 – Plano de Ação: o quê, por quê, como e quando iniciar as ações

O que fazer?	Por que fazer?	Como fazer?	Quando fazer?
1 - Normas Ambientais Internas do Ecoparque	Demonstra organização, padronização e comprometimento com as questões ambientais e sociais (internas e externas), além de ser um resguardo legal. Permite maior controle sobre a conduta de seus inquilinos.	Agregar às Normas Internas do Ecoparque já existentes as questões ambientais legais pertinentes ao licenciamento ambiental, gerenciamento de resíduos, uso consciente de recursos materiais, água e energia, prevenção de acidentes ambientais e de poluição. Aprovar mediante Convenção.	Curto prazo
2 - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS)	Documento necessário por lei para diversas empresas, que aborda os principais procedimentos para o gerenciamento adequado de resíduos, incluindo conceitos e oportunidades de Prevenção da Poluição e de Produção mais Limpa. Pode ser realizado tanto para o Parque como para cada empresa instalada.	Viabilizar empresa parceira para elaborar e executar o PGRS do parque. No caso individual de cada empresa, cada uma poderá ter seu responsável técnico.	Curto prazo
3 - Gerenciamento coletivo de Resíduos Sólidos	Padroniza o gerenciamento, evita problemas como descarte incorreto e multas ambientais, possibilita a reutilização e a reciclagem em razão do maior volume armazenado e reduz os custos com transporte e destinação. É um serviço adicional que pode ser oferecido/indicado pelo parque, como uma solução para as empresas. Com uma Central Única de Resíduos, melhora a organização para resíduos das 2 classes (Perigosos e Não-Perigosos) em um único local, facilitando o licenciamento ambiental e seu gerenciamento. Cresce a possibilidade de venda como coproduto de algum dos resíduos não recebidos por cooperativas.	Viabilizar um PSA (empresa privada ou cooperativa) que fará a coleta e a destinação dos resíduos, podendo existir uma Central Única de Resíduos no parque, com o devido controle do volume depositado por cada empresa. Para impacto social positivo, viabilizar parceria com cooperativas para coleta dos recicláveis (papelão, plásticos de rotulagem 1 a 5, vidros e metais).	Médio prazo
4 - Oferecimento de serviço de suporte ambiental	Agrega mais um serviço aos oferecidos pelo Ecoparque às organizações, apresentando-as soluções completas para sua instalação em termos de licenças ambientais, alvarás e projetos necessários. Para o Ecoparque, maior suporte e controle das condições de operação, evitando problemas para os quais o	Viabilizar empresa parceira para prestação do serviço	Curto prazo

(continua)

parque pode ser inclusive responsabilizado. Custo compartilhado/repassado não onera em demasia nenhuma empresa nem o parque.

Tabela 2 – Plano de Ação: o quê, por quê, como e quando iniciar as ações

O quê?	Por que fazer?	Como fazer?	Quando fazer?
5 - Prevenção da Poluição e P+L nas empresas	Redução dos impactos ambientais negativos em cada empresa, prevenindo a geração de poluentes e consequentes problemas ambientais. Foco na gestão da demanda de materiais, água e energia.	Incentivar as empresas a adotarem melhores práticas e redução de seus impactos. Pode ser viabilidade junto ao suporte técnico ambiental oferecido às empresas.	Médio-Longo Prazo
6 – Buscar o apoio de <i>stakeholders</i> e firmar novas parcerias	Inúmeras possibilidades de investimentos e projetos podem ser realizadas com parcerias estratégicas. Exemplo: parceria com universidades e agências de emprego para banco de currículos para oferecer às empresas; projetos para qualificar mão de obra etc.	Buscar parcerias com universidades, centros de pesquisa, associações, prefeitura, na ótica da trílice hélice.	Curto-Médio prazo
7 – Formação de time com representantes das empresas	Facilita a comunicação e o diálogo das empresas entre si e com a gestão do Ecoparque. Permite a resolução de problemas e demandas de modo mais assertivo, gerando um ambiente de cooperação e coletividade.	Contatar as empresas para apresentar a ideia e verificar o colaborador que participará do time. Reunir-se ordinariamente, com periodicidade a definir (ex.: trimestralmente)	Curto-médio prazo
8 – Aquisição/Geração de Energia Renovável (solar fotovoltaica)	Reduz as emissões de carbono (melhora os indicadores de pegada de carbono). Pode tornar o parque autossuficiente em energia. Custos de instalação cada vez menores, telhados já possuem estrutura para instalação. Custos podem ser divididos (instalação e manutenção) entre parque e empresas. Medida de gestão de oferta a ser implementada após gestão adequada da demanda.	A medida em que os pavilhões forem sendo locados, viabilizar a instalação das placas solares, considerando as questões comerciais envolvidas.	Longo prazo
9 – Uso da água da chuva	Redução do consumo de água potável e melhoria do indicador de pegada hídrica. Redução de custos com aquisição de água potável e disponibilidade em caso de falta de abastecimento. Medida de gestão de oferta a ser implementada após gestão adequada da demanda.	Viabilizar empresa para realizar a instalação do sistema de captação, armazenamento e distribuição.	Longo prazo

As possibilidades de aplicação da Simbiose Industrial merecem destaque. Fatores como diferenças entre as entradas e saídas nos processos produtivos, existência de somente geradores de resíduos e de nenhum consumidor potencial e de inúmeras atividades que não envolvem processos de beneficiamento e transformação, dificultam a realização de intercâmbios físicos envolvendo materiais, água e energia. Por isso, para o parque analisado, as oportunidades são restritas, inicialmente, ao compartilhamento de utilidades (água e energia elétrica) e serviços. Sem embargo, do ponto de vista prático, elas se apresentam como mais factíveis, pragmáticas e mais próximas da realidade das empresas.

Durante as visitas técnicas, as empresas demonstraram interesse em participar de um projeto de transição a EIP que contivesse estratégias de compartilhamento, pois vislumbram mais claramente os potenciais benefícios e os riscos são menores. Porém, quaisquer ações que demandem um risco e investimento financeiro mais elevado devem ser objeto de estudo mais cuidadoso e construção de projetos sob a liderança da governança do parque. Por conseguinte, fica evidente uma barreira econômica associada a investimentos em ações de gestão ambiental, tendo em vista que esses custos não estão internalizados nas empresas, especialmente de menor porte. Além disso, tratando-se de um espaço locado e coletivo, a governança do parque deve aprovar modificações que impliquem em intervenções estruturais ou nas interações com as atividades vizinhas. Nesse sentido, barreiras comerciais e técnicas podem surgir entre as empresas e a gestão do parque.

## 5. CONCLUSÃO

A pesquisa realizada dedicou-se à problemática que envolve a transição a EIP em parques de uso misto. Por meio de metodologia exploratória, evidenciou-se como a Simbiose Industrial pode contribuir para práticas mais sustentáveis, tendo como estudo de caso o Ecoparque Empresarial Lourenço e Souza, um parque de uso misto (industrial e logístico) situado na região sul do Brasil. Como resultado, foram estabelecidas estratégias em um Plano de Ação com ações a curto, médio e longo prazo, para melhorias socioambientais que podem ser estendidas e replicadas nas futuras fases do empreendimento, assim como em outros parques de tipologia semelhante.

Em contrapartida, foram identificados elementos pré-existent no parque, relacionados à gestão da oferta de água e energia, que podem ser aproveitados como oportunidades para aplicação da Simbiose Industrial e fomentar o processo de transição a EIP. Em que pese a ausência de correlação e complementariedade entre as entradas e saídas nos processos produtivos, existem oportunidades de sinergias envolvendo o compartilhamento de serviços de gerenciamento de materiais excedentes dos processos produtivos. Além disso, a estrutura e proximidade física proporcionada por parques que seguem um modelo de condomínio empresarial favorece o compartilhamento de utilidades de processo. Assim, essa pesquisa identificou, como principal estratégia para transição de parques de uso misto e logístico a EIP,



o compartilhamento de utilidades e serviços, aliando-se a gestão da oferta e da demanda de recursos como materiais, água e energia.

A pesquisa apresenta algumas limitações. Pela ausência de dados quantitativos, o estudo delimitou-se em uma análise empírica qualitativa de estudo de caso único. Para trabalhos futuros, outros parques logísticos podem ser investigados, assim como uma continuidade pode ser realizada por meio da implementação das estratégias propostas, elaboração de indicadores e monitoramento das ações. Outra possibilidade é a realização do estudo abrangendo os *stakeholders* principais das empresas, como seus principais clientes e fornecedores.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa DT2 a um dos pesquisadores. Agradecemos também o Ecoparque Lourenço & Souza de Sapucaia do Sul – RS pela oportunidade do estudo.

#### Referências

- ABRALOG. E-commerce garante crescimento do setor de condomínios logísticos. 2021. Disponível em: <https://www.abralog.com.br/noticias/e-commerce-garante-crescimento-do-setor-de-condominios-logisticos/>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- BORO, G. **A Expansão do varejo on-line no Brasil (2010-2020) e seus potenciais impactos econômicos no setor logístico: o caso do Mercado Livre**. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Econômicas) - Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: [https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/61610/Monografia - Guilherme Boro - 113.738 - versão final.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unifesp.br/bitstream/handle/11600/61610/Monografia%20-%20Guilherme%20Boro%20-%20113.738%20-%20vers%C3%A3o%20final.pdf?sequence=1&isAllowed=y). Acesso em: 20 fev. 2022.
- CHERTOW, M. Industrial symbiosis: Literature and taxonomy. **Annual Review of Energy and the Environment**, [s. l.], v. 25, n. 1, p. 313–337, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.25.1.313>. Acesso em: 3 mar. 2021.
- CHERTOW, M. *et al.* Tracking the diffusion of industrial symbiosis scholarship using bibliometrics: Comparing across Web of Science, Scopus, and Google Scholar. **Journal of Industrial Ecology**, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jiec.13099>. Acesso em: 3 mar. 2021.
- DONG, L. *et al.* Promoting low-carbon city through industrial symbiosis: A case in China by applying HPIMO model. **Energy Policy**, [s. l.], v. 61, p. 864–873, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.084>. Acesso em: 20 mar. 2021.

GENC, O. *et al.* A socio-ecological approach to improve industrial zones towards eco-industrial parks. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 250, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109507>. Acesso em: 21 set. 2021.

GENG, Y.; CÔTÉ, R. P. Scavengers and decomposers in an eco-industrial park. **International Journal of Sustainable Development and World Ecology**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 333–340, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/13504500209470128>. Acesso em: 3 nov. 2021.

HERZER, E. *et al.* Simbiose Industrial e a redução dos impactos ambientais dos processos produtivos: estudos realizados entre 2012 e 2017. **COLÓQUIO - Revista do Desenvolvimento Regional**. Taquara, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.26767/COLOQUIO.V17I3.1742>. Acesso em: 7 set. 2021.

JI, Y. *et al.* Which factors promote or inhibit enterprises' participation in industrial symbiosis? An analytical approach and a case study in China. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 244, p. 118600, 2020a. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2019.118600>. Acesso em: 18 mar. 2021.

KALUNDBORG SYMBIOSIS. **Guide for industrial symbiosis facilitators**. [s.l.]: [s. n.], 2021. Disponível em: <http://www.symbiosis.dk/en/>. Acesso em: 13 mar. 2021.

KECHICHIAN, E.; JEONG, M. H. **Mainstreaming Eco-Industrial Parks**. Washington, DC: [s. n.], 2016. Disponível em: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/24921>. Acesso em: 05 nov. 2021.

LAMBERT, A.; BOONS, F. Eco-industrial parks: Stimulating sustainable development in mixed industrial parks. **Technovation**, [s. l.], v. 22, n. 8, p. 471–484, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(01\)00040-2](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(01)00040-2). Acesso em: 6 set. 2021.

LE TELLIER, M. *et al.* Towards sustainable business parks: A literature review and a systemic model. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 216, p. 129–138, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.145>. Acesso em: 2 set. 2021.

LOWE, E. A. *et al.* **Fieldbook for the Development of Eco-Industrial Parks Indigo Development**. [S. l.: s. n.], 1996. Disponível em: <http://infohouse.p2ric.org/ref/10/09932.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2021.

NEVES, A. *et al.* A comprehensive review of industrial symbiosis. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 247, p. 119113, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119113>. Acesso em: 11 dez. 2020.

ROCHA, L. K. **A Simbiose Industrial aplicada na inter-relação de empresas e seus stakeholders na cadeia produtiva metal-mecânica na bacia do Rio dos Sinos**. 210 f. 2010.



Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo: 2010.

SUSUR, E.; *et al.* A strategic niche management perspective on transitions to eco-industrial park development: A systematic review of case studies. **Resources, Conservation and Recycling**, [s. l.], v. 140, p. 338–359, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2018.06.002>. Acesso em: 6 set. 2021.

TSENG, M.-L. *et al.* A causal eco-industrial park hierarchical transition model with qualitative information: Policy and regulatory framework leads to collaboration among firms. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 292, p. 112735, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112735>. Acesso em: 25 ago. 2021.

USPCSD. Eco-Industrial Park Workshop Proceedings. **Eco-Industrial Park Workshop**, Washington, 1996. Disponível em: [https://clintonwhitehouse2.archives.gov/PCSD/Publications/Eco\\_Workshop.html%0Ahttp://clinton2.nara.gov/PCSD/Publications/Eco\\_Workshop.html#for](https://clintonwhitehouse2.archives.gov/PCSD/Publications/Eco_Workshop.html%0Ahttp://clinton2.nara.gov/PCSD/Publications/Eco_Workshop.html#for). Acesso em: 05 nov. 2021.

WANG, C. *et al.* Emergy-based ecological efficiency evaluation and optimization method for logistics park. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 28, n. 41, p. 58342–58354, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14781-x>. Acesso em: 11 nov. 2021.

WORLD BANK. **International Framework for Eco-Industrial Parks v.2**. Washington, DC: n. 2, 2021. Disponível em: [https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-04/An\\_international\\_framework\\_for\\_eco-industrial\\_parks\\_v2.0.pdf](https://www.unido.org/sites/default/files/files/2021-04/An_international_framework_for_eco-industrial_parks_v2.0.pdf). Acesso em: 08 nov. 2021.

XU, Y. *et al.* Analysis on the location of green logistics park based on heuristic algorithm. **Advances in Mechanical Engineering**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 1–13, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/1687814018774635>. Acesso em: 10 dez. 2021.

ZENG, D. *et al.* China's green transformation through eco-industrial parks. **World Development**, [s. l.], v. 140, p. 105249, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105249>. Acesso em: 6 set. 2021.

ZHANG, D. *et al.* Optimal Hierarchical Decision Model for a Regional Logistics Network with Environmental Impact Consideration. **The Scientific World Journal** [s. l.], 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1155/2014/542548>. Acesso em: 19 jan. 2022.



## Ações interuniversitárias para a constituição de rede de materiotecas

### *Interuniversity actions for the constitution of a network of material libraries*

**Denise Dantas, Dra., FAUUSP**

dedantas@usp.br

**Elizabeth Romani, Dra., UFRN**

elizabeth.romani@ufrn.br

**Kátia Broeto Miller, Dra., UFES**

katia.miller@ufes.br

**Lorena Gomes Torres, Dra., UFRN**

Lorena.torres@ufrn.br

#### Resumo

Este artigo tem como objetivo relatar as ações para a construção e implementação da parceria interinstitucional entre a Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), para a constituição de uma rede de materiotecas. Para isso, apresenta a relevância do tema para projeto de Design e Arquitetura e suas particularidades; contextualiza a criação das materiotecas da rede, bem como as ações e projetos desenvolvidos em parceria; e mostra as similaridades entre as materiotecas e a importância da constituição da rede. Por fim, o relato evidencia os esforços necessários para a construção da rede, bem como ações futuras já planejadas para os próximos meses de implementação.

**Palavras-chave:** Materioteca; Biblioteca de materiais; Acervo; Materiais e Design

#### Abstract

*This paper aims to report on the actions taken to build and implement the interinstitutional partnership between the University of São Paulo (USP), Federal University of Rio Grande do Norte (UFRN), and Federal University of Espírito Santo (UFES) to establish a network of material libraries. To do so, it presents the relevance of the topic for Design and Architecture projects and its peculiarities; contextualizes the creation of the network's material libraries, as well as the actions and projects developed in partnership; and shows the similarities between the material libraries and the importance of establishing the network. Finally, the report highlights the efforts required to build the*

*network, as well as future actions already planned for the next implementation months.*

**Keywords:** *Material library; Collection; Materials and Design.*

### 1. Introdução

Este trabalho tem como objetivo relatar as ações para a construção e implementação da parceria interinstitucional da Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) e Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), para a constituição de uma rede de biblioteca de materiais. Esta parceria é um desdobramento do acervo Materialize, acervo de materiais para o design e arquitetura da FAUUSP, já implantado nesta instituição e em processo de consolidação nas duas instituições parceiras, UFRN e UFES. Para alcançar tal objetivo, apresenta-se a contextualização de cada uma das instituições parceiras, o acordo para instituir a rede Materialize e as ações conjuntas já realizadas envolvendo as instituições, com o intuito de desenvolver projetos e ações para construção do acervo físico e digital, em especial no compartilhamento de informações e na catalogação de materiais regionais e novos materiais frutos de pesquisas acadêmicas desenvolvidas nas universidades que integram a rede.

A escolha dos materiais e processos produtivos é uma etapa fundamental para qualquer projeto de produto e visual, no que se refere à execução, design e aplicação do artefato, desta forma os dados sobre propriedades físicas e químicas dos insumos orientam na tomada de decisão sobre o desenvolvimento e viabilidade de um projeto. Autores como Manzini (1993) e Ashby e Johnson (2010) trazem claras indicações em suas obras sobre a importância da seleção de materiais em projetos de design, bem como nos indicam a relevância dos aspectos técnicos e expressivo-sensoriais que constroem a cultura material na sociedade. Del Curto, em 2009, já indicava a importância dos materiais e tecnologias para o Design, demonstrando em seu texto, a partir de uma perspectiva histórica, a profunda conexão entre design, materiais e tecnologias, destacando a importância desse conhecimento para que se obtenha um design inovador. Entretanto, as informações essenciais para essa escolha nem sempre estão facilmente disponíveis durante o processo de concepção, provocando equívocos nas fases posteriores e alterações na cadeia produtiva, por vezes por falta de acesso à informação em tempo hábil. Nas áreas de design, arquitetura e engenharia, usualmente os escritórios solicitam catálogos de fornecedores quando se deparam com alguma demanda nova, que pode ser provocada por uma tendência do mercado ou por uma solicitação do cliente. No entanto, em universidades, os estudantes possuem dificuldade em obter acesso aos dados e amostras, principalmente dos materiais mais recentes ou regionais.

Muitos exemplos de materiotecas encontrados em pesquisas anteriores feitas pelas autoras têm ênfase na engenharia de materiais e privilegiam parâmetros quantitativos para especificações em projetos, além de utilizar sistemas de classificação de acordo com características e propriedades físico-químicas, podendo não apresentar os dados da melhor forma para a aplicação em projetos de design, que necessitam de parâmetros qualitativos, além de envolver aspectos da percepção sensorial e da atribuição de valor. A barreira linguística dificulta pesquisa em sites e portais estrangeiros e, muitas vezes, não é possível

encontrar no Brasil fornecedores de materiais inovadores divulgados nesses locais. Além disso, a importação desses materiais em quantidades pequenas é muito complicada devido à burocracia, prazos, valor de câmbio e taxas do país. Sendo assim, a implantação de um acervo de materiais de acesso gratuito em universidades públicas brasileiras tem o potencial de revelar novos materiais para os profissionais, permitir sua aplicação em projetos e incentivar novas pesquisas no campo da inovação. Essa plataforma também pode gerar e alavancar novas atividades, serviços, empregos e como consequência fortalecer o desenvolvimento sociocultural (DANTAS; BERTOLDI; TARALLI, 2016).

Além disso, a troca de informações entre os fornecedores de materiais e o projetista é fundamental para o avanço da tecnologia e inovação da indústria, assim a materioteca atua como uma ponte entre o fabricante e o futuro profissional. Entretanto, se o pesquisador quiser inovar utilizando materiais diferenciados, a exemplo, materiais de origem natural, há uma dificuldade de encontrar informações acerca das características e propriedades destes, bem como suas técnicas de utilização e conservação. A depender da região em que são produzidos, as informações técnicas nem sempre são divulgadas de forma acessível. Entende-se, ainda, que o conhecimento dos materiais, entre outros fatores, permite que o designer faça escolhas mais conscientes para criação de artefatos ou serviços, tendo ciência da produção e seu impacto ambiental (BRAUNGART; MCDONOUGH, 2014).

Em 2005, Walter *et all.* já indicavam também a importância da criação de uma rede de materiotecas. Em seu projeto InfoDMat, os autores destacavam sua intenção em “ (...) não apenas desenvolver uma Materioteca, mas sim um método para ser reproduzido em diferentes localidades, de modo a colaborar no desenvolvimento desta ferramenta informacional no país” (2005, p.10). Essa iniciativa, na época pioneira no país, estava também amparada em outras iniciativas de implementação de materiotecas desenvolvidas por Silva *et all.* (2002) e também por Kindlein (2002) no NdSM/UFRGS no mesmo período.

A implantação e gerenciamento de uma materioteca exige grande esforço de todos os envolvidos, na captação de novos materiais, na elaboração de informações confiáveis a serem divulgadas publicamente, na gestão das amostras e no correto manuseio, bem como na gestão e atualização dos bancos de dados sobre os materiais. A integração entre sistemas físicos e virtuais também é importante, como relatam Librelotto e Ferroli (2016). Além disso, Dantas, Bertoldi e Taralli (2016) destacam alguns pontos para a compreensão da necessidade de considerar os aspectos para a implantação de um acervo de materiais: custo ao acesso às informações de qualidades dos materiais inovadores; foco principal nos aspectos técnicos dos materiais; barreira linguística e acesso aos fornecedores, principalmente multinacionais ou materiais importados. Por esse motivo, considera-se relevante estabelecer parcerias e possibilidades de implementação de uma rede de materiotecas entre universidades públicas no país, de modo a otimizar esforços, recursos e ampliar a divulgação e o acesso à informação para estudantes e pesquisadores interessados no tema.

## 2. Contextualização das IES parceiras e suas iniciativas de criação das materiotecas

A concepção de uma biblioteca de materiais envolve uma logística e um conhecimento específico para sua implementação. É de conhecimento que cada Instituição de Ensino

Superior (IES), em especial as públicas, possui cada qual uma realidade distinta, assim como restrições de recursos e de infraestrutura pessoal e física. Diante disso, apresenta-se a seguir uma breve contextualização sobre as iniciativas para a criação das materiotecas que compõem atualmente a rede Materialize.

A Materialize foi um projeto que nasceu da iniciativa do LabDesign da FAUUSP em implementar um acervo físico e digital de materiais na instituição, a partir da experiência e parceria anterior estabelecida com a Profa. Dra. Barbara Del Curto, do Politecnico di Milano, à época responsável pelo acervo *Materiali e Design*, da mesma instituição. Descrita detalhadamente em Bertoldi e Dantas (2017) e em Dantas, Bertoldi e Del Curto (2015), a implantação do acervo iniciou-se em 2014 com financiamento do programa da USP Pró-Ensino 2013, destinado a implementar novas abordagens para o ensino de graduação. O principal desafio desta parceria foi a convergência entre a experiência acumulada em 15 anos pela Profa. Del Curto e a adequação aos requisitos e necessidades dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e de Design (gráfico e de produto, um curso generalista) no contexto de uma instituição pública de ensino no Brasil. Para poder estabelecer esta parceria foi necessário compatibilizar terminologia técnica dos materiais, propriedades e processos produtivos em italiano, inglês e português; aprimorar o uso e expansão do **Sistema Decimal de Classificação de Materiais** (SDCM) de Del Curto (2000) para a inclusão de novas subcategorias mais adequadas às necessidades dos materiais brasileiros e da especificidade dos cursos da FAU USP.

O acervo digital **Materialize** (2015) está online, e o acervo físico está disponível para consulta desde 2016, sob agendamento, e a partir de fevereiro de 2022 em espaço próprio na FAUUSP. Vale destacar, nesse processo, a criação de sistema próprio de catalogação de materiais, o **Sistema de Catalogação de Amostras de Materiais por Configuração** (SCAMC) (DANTAS; BERTOLDI, 2016), feito em conjunto com as bibliotecárias da FAU USP Maria José Polletti e Paola DeMarco Lopes dos Santos, a partir de princípios do sistema de biblioteca da tabela Cutter-Sanborn (2022). Este sistema foi pensado para que a configuração do acervo físico fosse centrada na prática projetual, deixando lado a lado amostras de materiais que poderiam ser utilizados em um mesmo tipo de projeto, privilegiando sua configuração formal ao invés dos aspectos de engenharia. Buscando ampliar e difundir este portal, estabeleceram-se parcerias com outras universidades públicas brasileiras: a UFRN, em 2018, com a assinatura da Declaração de acordo de colaboração para utilização do SDCM e do SCAMC para a implantação da materioteca na UFRN e a UFES, em 2021, com a submissão de proposta para financiamento conjunto das pesquisas junto a instituição de fomento brasileira.

No caso da UFRN, a materioteca nasce em 2018 com o projeto de extensão “Materioteca UFRN: proposta de implantação de futuro acervo de materiais para projetos de inovação” e o desejo de levantar as informações técnicas das fibras existentes do estado, especialmente, no agreste nordestino, como é o caso do coco, sisal, caroá, macambira, abacaxi. O design se apresenta como um grande nicho na aplicação destas fibras durante o desenvolvimento de peças únicas e exclusivas com alto valor agregado, principalmente no campo do home têxtil, considerando o crescimento da indústria têxtil no interior do estado. Por outro lado, o conhecimento técnico e as especificações de uso estão centradas em artesãos que se utilizam das fibras naturais para a criação de peças diferenciadas. Dessa forma, informações sobre determinados materiais regionais ficam inacessíveis para os designers e

para os estudantes. Destaca-se ainda, que até o momento da implantação da Materialize UFRN, inexistia um acervo físico organizado e disponível para pesquisadores no território nordestino, pontuando apenas duas iniciativas digitais, uma é financiada pela Assintecal, na Paraíba, destinada à indústria de calçados, e outra é oriunda de uma ação de extensão sobre biblioteca de tecidos.

Neste sentido, a parceria firmada e a implantação da Materialize UFRN contribuirá, diretamente, com as componentes curriculares previstas no Projeto Pedagógico do Curso (PPC) de Bacharelado em Design da UFRN, atualizado em 2022. A proposta de concepção de uma biblioteca de materiais está também vinculada a uma orientação do Bacharelado em Design da UFRN em promover a inovação, como pode ser identificado entre os objetivos do curso, "Estimular, por meio da reflexão e da prática de projeto e do estímulo para a aprendizagem contínua, o conhecimento e a pesquisa de linguagens, de métodos e processos, de materiais, que possam contribuir para a produção de artefatos e para o desenvolvimento sustentável" (UFRN, 2022).

Já a materioteca da UFES é, atualmente, um laboratório de pesquisa que foi idealizado em 2017, sendo oficialmente fundado em 2019 com a aprovação do seu regimento. Possui foco não apenas em materiais e suas tecnologias, mas também no desenvolvimento de produtos. Desde então, tem reunido materiais para o seu acervo de diferentes naturezas, além de funcionar como um laboratório de fabricação digital e prototipação física. Destaca-se que não há bibliotecas de materiais com foco em projetos de Design e Arquitetura nas instituições de ensino do Espírito Santo, mas que há iniciativas informais e pontuais de acervo de materiais com ênfase nos aspectos químico-físicos dos materiais, ou seja, em seus aspectos técnicos. Possui dois projetos de pesquisa cadastrados e ativos no Programa de Pós-Graduação da UFES (PRPPG), sendo um deles o "Acervo da materioteca do Centro de Artes" com foco na sistematização do acervo, por meio da classificação, catalogação, armazenamento e divulgação dos seus materiais. Atualmente, passa por revisão em seu regimento para incorporação na rede e para a sua migração de um laboratório de pesquisa para um laboratório multiusuário, que também atua na extensão e no ensino. A parceria com a rede Materialize e a reestruturação reforçam a revisão no Projeto Pedagógico de Curso (PPC) do Design da UFES que foi atualizado e implementado em 2020 (UFES, 2020) em dois importantes aspectos: (i) a inserção da extensão como componente curricular obrigatório em cumprimento à lei Federal nº 13.005 (BRASIL, 2014); e (ii) a divisão do curso em Ciclos Básico e Avançado, no qual este último possui subdivisões em eixos temáticos, o que criou o eixo Design de Produtos que engloba temáticas como materiais, fabricação digital, prototipação física, desenvolvimento de produtos, entre outras, o que reforça a importância da parceria da rede Materialize.

### 3. Aproximações para instituir a rede Materialize

As primeiras conversas e aproximações com a Materialize FAUUSP se iniciam em 2017, ainda sem uma formalização institucional, a partir de iniciativas individuais das docentes envolvidas no acordo que formalizou a rede. Nesse sentido, a visita técnica para conhecer a Materialize foi o passo fundamental. Cabe destacar, ainda, que alguns docentes da UFRN já conheciam a biblioteca de materiais do Politecnico di Milano, o que impulsionou o

desejo pela implantação de um espaço de similar propósito. É a partir da compreensão que um acervo em um ambiente acadêmico deve se configurar como um espaço independente, sem fins comerciais, com compromissos com a pesquisa científica e divulgação do conhecimento, não visando lucros ou quaisquer proveitos econômicos provenientes das informações divulgadas, que aproxima as três IES. Concebido para atender estudantes da graduação, pós-graduação, pesquisa, extensão e profissionais de design e áreas afins, seu objetivo principal deve ser incentivar a pesquisa na área, promovendo a formação de um olhar mais consciente, sensível e criativo sobre os materiais. Soma-se a isso o propósito de fornecer informações confiáveis e atualizadas sobre materiais e processos produtivos, nacionais e internacionais, possibilitando a análise comparativa entre diferentes fornecedores (DANTAS; CAMPOS, 2008).

Após firmada a Declaração de acordo de colaboração para utilização do SDCM (Del Curto (2000); Dantas e Bertoldi (2016)) e do SCAMC (Dantas e Bertoldi, 2016) entre as instituições que se inicia o estudo para compreender o Sistema de Catalogação. No caso da UFRN, constituiu-se um projeto de extensão para estudar, conjuntamente com técnicos da biblioteca Setorial do Departamento de Artes/Design, o SCAMC e o SDCM. Para isso, a Materialize FAUUSP forneceu a planilha em formato excel, na qual serve de base para a organização das informações. Assim, foram realizadas várias reuniões com os membros do projeto de extensão, que incluía docentes e discentes do curso de Design e bibliotecários da UFRN, além disso contou com a colaboração da professora Denise Dantas da USP.

Os projetos de extensão, relatados no próximo tópico, serviram para que a materioteca de Natal pudesse dar seus primeiros passos enquanto compreensão e apropriação do Sistema de catalogação desenvolvido para Materialize FAUUSP, por meio de reuniões remotas ocorridas entre os membros da parceria. Além disso, foi no contexto de ações de extensão que se levantou uma relação de empresas regionais e na sequência foram realizados os primeiros contatos para solicitar os catálogos e as amostras para construção do acervo físico. Atualmente, o acervo obtido está armazenado no Laboratório de Pesquisa PACTO (A prática e a crítica na produção ontológica em design e na significação dos artefatos), sendo sua consulta restrita a solicitações. No entanto, entende-se o espaço como um local provisório para o funcionamento da consulta de um acervo físico ainda em construção.

No caso da UFES e a partir das planilhas em excel fornecidas pela Materialize FAUUSP, foi desenvolvido um sistema preliminar para operacionalizar uma pré-catalogação das amostras. Esse sistema se configurou em uma planilha eletrônica automatizada que demandou o cadastro da tipologia formal dos materiais, da classificação por famílias, dos fornecedores, do nome dos materiais, do ano e de características singulares que difere um material do outro, conforme o SCAMC e SDCM (DANTAS, BERTOLDI, 2016). Em paralelo a esse cadastro, as monitoras da biblioteca de materiais iniciaram o processo de catalogação e armazenamento: (i) triaram e separaram as amostras conforme relevância para o acervo, sendo removidas as amostras repetidas, deterioradas pelo tempo, desatualizadas ou de pouca relevância; (ii) classificaram por famílias de materiais, o que as separava visualmente por cores e facilitava a identificação nos nichos da estante de materiais; (iii) catalogaram conforme sua configuração formal e demais informações do código do material; (iv) identificaram com etiquetas fixadas no material (quando possível) e na caixa de armazenamento; (v) e armazenaram em caixas coloridas conforme a classificação dos materiais e dispuseram em nichos identificados pela catalogação formal. Após esse exercício,

percebeu-se a necessidade de um conhecimento prévio sobre materiais que permitisse uma correta classificação pelos responsáveis por esse processo, além de critérios mais específicos para a catalogação formal, a construção de um manual operacional para o sistema e a revisão das amostras catalogadas por um terceiro. Além disso, o uso da planilha eletrônica automatizou parte do processo, mas a possibilidade de livre alteração dos dados e a falta de experiência de alguns usuários com a ferramenta comprometem a confiabilidade dos códigos dos materiais. Além de não permitir a inserção de imagens que facilitem a identificação visual das amostras.

Desse modo, as três IES passam a utilizar o mesmo sistema de catalogação de materiais. A rede Materialize pretende utilizar o sistema online da base de dados já operacional criado para o Materialize FAUUSP, transformando esse ambiente virtual em um portal multiusuário. Logo, cada universidade parceira poderá ter acesso aos materiais disponibilizados pela sede em São Paulo, e também podem inserir dados de materiais locais de seu interesse, aproveitando-se do sistema de classificação e catalogação já existente e testados nos últimos nove anos. Também haverá possibilidade de projetos compartilhados entre as instituições, de modo a fomentar maior integração e difusão de informações sobre materiais para o design no país. Do mesmo modo, os usuários da USP poderão ter acesso a informações de materiais regionais de outros estados, ampliando as possibilidades de seu uso em projetos nos quais se privilegiam materiais nacionais. No caso da USP, a implantação da rede permitirá a difusão do processo de classificação SDCM (Del Curto, 2000) e do Sistema de Catalogação de Amostras de Materiais por Configuração, o SCAMC, ampliando seu uso no território nacional.

Possuir um acervo próprio para uso no ensino de projeto amplia a capacidade de pesquisa e traz às instituições envolvidas pioneirismo em iniciativas acadêmicas desse tipo, respectivamente na cidade de São Paulo, Natal e Vitória. A parceria possibilita contar com a expertise de seus docentes, a troca de informações, otimização da inserção das informações no sistema e ainda a autorização para uso e ampliação do sistema de classificação decimal de materiais desenvolvido por eles para adequação às necessidades dos cursos. Logo, acredita-se que as três materiotecas buscam priorizar o acesso aos espaços, sejam físicos ou virtuais, que permitam aos discentes entrar em contato com as amostras e suas respectivas informações, estimulando a investigação e ampliando o repertório em materiais. Idealizadas para subsidiar as práticas projetuais nos cursos Design e de Arquitetura da USP e dos cursos de Design da UFRN e UFES, com consultas em tempo real e utilização durante as aulas.

#### 4. Projetos de pesquisa e extensão para o fortalecimento da rede Materialize

No âmbito do projeto "Materiais e criação em design e arquitetura" (2015-2018), desenvolvido em parceria entre o LabDesign FAUUSP e a Profa. Del Curto (Politecnico di Milano), foi feito o primeiro workshop "Design e materiais – experimentações com Cores e Texturas para Criação de produtos Cerâmicos", em 2016 na FAU USP. Nesta atividade, estudantes do curso de Design da FAUUSP, acompanhados das docentes Cristiane Bertoldi, Barbara Del Curto, Denise Dantas puderam realizar experimentos com novas possibilidades de massas cerâmicas, explorando texturas e coloração. Em 2018 foi oferecido o workshop

"DIY Materials: criação e avaliação qualitativa de materiais para design", e posteriormente a sua versão 2.0, relatada adiante. Esses workshops contaram com a participação de docentes da UFRN e da UFES, bem como pesquisadores nacionais e internacionais de instituições parceiras, e discentes dos cursos de graduação e pós-graduação em Design.

Além das iniciativas realizadas na FAUUSP, outros projetos de extensão foram criados para estreitar a parceria institucional e troca de conhecimento entre as IES para implantar as materiotecas. Na UFRN, a exemplo disso, foram executados três projetos de extensão. A seguir optou-se em relatar aqueles que envolveram diretamente o intercâmbio entre as pesquisadoras. Em 2018, o projeto intitulado "Materioteca UFRN: proposta de implantação de futuro acervo de materiais para projetos de inovação" objetivou estabelecer as bases para elaboração e levantamento de um acervo físico de materiais existentes no mercado e que possam ser utilizados no desenvolvimento de projetos. Este primeiro momento do projeto de extensão foi de suma importância para compreender o funcionamento do acervo da Materialize FAUUSP, coordenado pela professora Denise Dantas, e a Ficha Catalográfica de um acervo de materiais. Além da construção do sistema de catalogação, como parte do processo de estreitamento das relações institucionais, a professora Cristiane Bertoldi ministrou uma oficina intitulada "Workshop Design e Materiais: Papel - Experimentações com Materiais e Processos de Conformação", no Departamento de Artes/Design, com carga horária de 12 horas. Participaram da formação 20 discentes do curso de Design da UFRN e duas docentes da mesma instituição. Nesta ação se discutiu a sustentabilidade a partir de possibilidades exploratórias do papel artesanal. Assim, foram feitas a execução de papeis artesanais com adição de elementos naturais e artificiais (figura 1), bem como se elaboraram moldes de gesso para refletir sobre a criação de texturas e a aplicabilidade na criação de embalagens mais ecológicas. Esta oficina teve como desdobramento a oferta de uma nova edição na Semana Acadêmica do Bacharelado em Design, o permitiu disseminar o conhecimento para mais participantes.

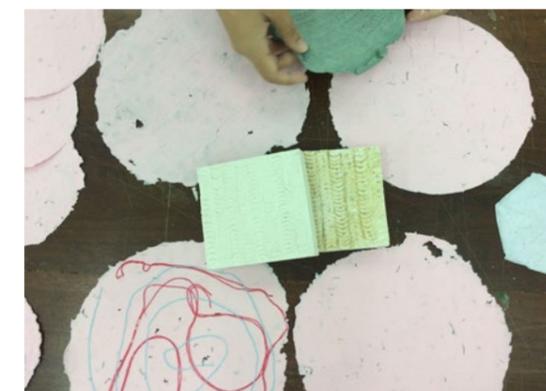


Figura 1: Exemplos de papeis artesanais elaborados no Workshop Design e Materiais.

Fonte: elaborado pelas autoras.

Em 2019, o projeto de extensão foi renovado, intitulado de "Materioteca UFRN: construção do acervo físico de amostras e uma aproximação aos artesãos no interior do Rio

Grande do Norte para uma correspondência entre artesanato e design como valorização do território". Tal iniciativa pretendia facilitar e incentivar a pesquisa de inovação no uso de insumos nas áreas de design, arquitetura e engenharia, especialmente, na investigação da economia criativa no Rio Grande do Norte (RN). Neste sentido, com intuito de fortalecer a parceria institucional com a Materialize FAUUSP, as docentes Denise Dantas e Cristiane Bertoldi, além da designer e doutoranda do PPG Design Amanda Sousa Monteiro, ministraram um workshop intitulado "DIY Materials 2.0: criação e avaliação qualitativa de materiais para design", com carga horária de 12h, no LabDesign FAU USP. O objetivo foi criar materiais compósitos a partir de resíduos têxteis e realizar avaliação sensorial, interpretativa, afetiva e interativa de amostras (figura 2). Quanto à experiência vivenciada na FAUUSP, com a matéria-prima utilizada para a realização do workshop, no caso, restos de tecido, é uma escolha favorável para o território do Rio Grande do Norte, uma vez que, há indústria têxtil localizada na grande Natal. Dessa maneira, almeja-se promover futuramente a parceria com a indústria, enquanto fornecedor de amostras e catálogos para a Materioteca.

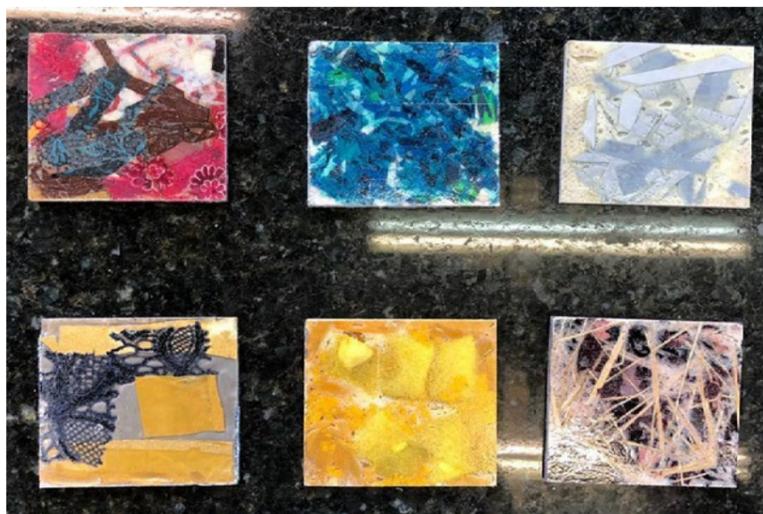


Figura 2: Amostras de compósitos criadas a partir de resíduos têxteis elaborados no Workshop DIY Materials 2.0. Fonte: elaborado pelas autoras.

## 5. A criação da rede Materialize e ações futuras

Após a análise das ações de extensão realizadas, visando aproximar as três IES para a criação de materiotecas, entendeu-se que o compartilhamento de informações em uma plataforma multiusuários seria um caminho mais interessante, por permitir uma otimização de recursos das instituições envolvidas, bem como resolveria a automação para inserção dos dados e consulta no sistema sem necessidade de duplicação da base de dados. Desse modo, após reuniões entre as coordenadoras das três IES, optou-se por expandir a Materialize FAUUSP para as demais universidades parceiras, viabilizando assim a implantação das materiotecas nas outras duas cidades e a instituição de um trabalho em rede.

O sistema de classificação e catalogação de materiais para o design é um ponto nevrálgico de todas as materiotecas. Com diversas visitas feitas anteriormente, e análises para os sistemas encontrados, entendeu-se que a uniformização de um único sistema de códigos e entradas poderia otimizar e facilitar a implementação de novos espaços, sem que se demandasse das novas IES que tem interesse em implementar uma materioteca um novo estudo para esse fim. Na Biblioteconomia há uma sistematização universalizada na catalogação de livros, que se repete em diversas bibliotecas ao redor do mundo. Fazendo um paralelo com o acervo de materiais, pode se concluir que a mesma universalização é necessária e que não há ganhos no uso de sistemas diferentes que não conversam entre si, gerando mais fragmentação entre esses esforços. Por isso, optou-se por utilizar o SCAMC como base para os dois novos acervos, constituindo-se, desse modo, o que se denomina aqui Rede Materialize.

Funcionando no formato de espaço virtual compartilhado, optou-se também por manter a identidade visual criada para o Materialize, identificando-se a que cidade este acervo se refere (Materialize FAUUSP Materialize UFES, Materialize UFRN), caracterizando-se assim a construção efetiva de uma rede. Quanto a ações futuras previstas para a implementação da rede Materialize tem-se: (i) definição, redação e assinatura do instrumento utilizado para a parceria, bem como o regramento para o uso e compartilhamento de metodologias e ferramentas para a sistematização do acervo; (ii) envolvimento das docentes que coordenam a rede no projeto de extensão "Brinquedo inclusivo de baixo custo: proposta de criação de materiais educativos para a estimulação sensorial de crianças"; (iii) o objeto da licença capacitação da Profa. Katia Miller que tem previsão para 2024.1 e terá como foco a implementação e operacionalização do sistema de catalogação e indexação, por meio do estudo do sistema e de sua aplicação, justificado pela necessidade da qualificação do biblioteca de materiais e laboratório multiusuário da UFES e conhecimento em materiais e processos de fabricação pelos discentes nas disciplinas de "Forma, função e materiais", "Da matéria à forma", "Seleção de materiais e processos aplicada ao design", "Ciclo de vida dos produtos", "Experimentação com materiais", "Processos de fabricação", "Design de mobiliário 1", "Materiais sustentáveis" e "Fabricação digital 1", ofertadas pelo curso de Design da UFES; (iv) criação do manual de implementação da materioteca e utilização do sistema de catalogação e indexação das amostras; e (v) identificação de outras instituições e materiotecas interessadas em compor a rede.

## 6. Considerações Finais

Os esforços relatados refletem a importância da implantação de uma biblioteca de materiais em curso de Design e Arquitetura. A rede institucional se mostrou como uma solução para IES com pouca infraestrutura física e pessoal para iniciar um projeto desta dimensão. Além disso, a sistematização do acervo de materiais, que é um elemento fundamental para o funcionamento da materioteca, foi compartilhado entre as universidades parceiras, o que permitiu de fato viabilizar os projetos mencionados neste trabalho. As ações empreendidas pelas instituições, apesar de estarem ainda em fase inicial, demonstram a compatibilidade entre os interesses das materiotecas da rede Materialize e os esforços necessários para a sua constituição oficial junto aos departamentos e programas aos quais



estão vinculadas às docentes autoras deste relato. Espera-se que, com esse relato, seja possível ampliar a rede para outras instituições universitárias em diferentes regiões do país, viabilizando um aumento expressivo de materiotecas vinculadas a cursos de design e arquitetura, com otimização de esforços e recursos humanos, financeiros e físicos. Por fim, cabe ressaltar que outras iniciativas já implementadas de materiotecas em universidade do país que já possuam sistemas próprios de catalogação e classificação de materiais terão mais dificuldade de se integrar à rede, uma vez que grande esforço já foi feito por seus docentes e equipe na sistematização e catalogação das amostras com outros sistemas. Neste caso, cabe aos coordenadores desses espaços analisar a viabilidade ou não da substituição de seus sistemas de catalogação e classificação para poder se integrar à rede.

## Referências

ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. **Materiais e Design: Arte e Ciência da Seleção de Materiais no Design de Produto**. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências**. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm). Acesso em: 02 fev. 2023.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. **Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente**. São Paulo: Editora G. Gili, 2013.

BERTOLDI, C. A.; DANTAS, D. Materialize: Acervo Físico e Digital de Materiais da FAU-USP. In: **Revista de Graduação USP**, [S. l.], v. 2, n. 2, p. 13-21, 2017. DOI: 10.11606/issn.2525-376X.v2i2p13-21. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/gradmais/article/view/124418>. Acesso em: 22 fev. 2023.

DANTAS, D.; BERTOLDI, C. A. Sistema de catalogação e indexação de amostras de materiais orientado a projetos de design para uso em materiotecas. **DAT Journal**, [S. l.], v. 1, n. 2, p. 62–75, 2016. DOI: 10.29147/2526-1789.DAT.2016v1i2p62-75. Disponível em: <https://datjournal.anhembri.br/dat/article/view/29>. Acesso em: 20 fev.2023.

\_\_\_\_\_. Materialize: acervo físico e digital de materiais da FAU USP. In: **Actas de Diseño**, v. 34, p. 201-205, 2021.

DANTAS, D.; BERTOLDI, C. A.; DEL CURTO, B. Materialize: Materials Collection based on International Cooperation between LabDesign (FAU USP - Brazil) and Materiali e Design (Politecnico di Milano). In: 7TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON EDUCATION AND NEW LEARNING TECHNOLOGIES EDULEARN15. **Proceedings**. Valencia: INTED, 2015. p. 4999-5007.

DANTAS, D.; CAMPOS, A. P. Análise Comparativa de Materiotecas: recomendações para a construção de modelos acadêmicos. In: 8º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E

DESENVOLVIMENTO EM DESIGN/P&D DESIGN 2008, 2008, São Paulo. **Anais do 8o. Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design/P&D 2008**, São Paulo: Aend Brasil, 2008. p. 56-72.

DEL CURTO, B. **Progetto per la creazione di un laboratorio di materiali per il design: navigatore schede**. 2000, 81p. Tese de Laurea em *Disegno Industriale*, Politecnico di Milano, Architettura Leonardo, Milano, 2000.

DEL CURTO, B. **The Importance of Materials and Technologies in Design**, in: 3rd. INTERNATIONAL TECHNOLOGY, EDUCATION AND DEVELOPMENT CONFERENCE - INTED2009, **Proceedings**. Valencia: IATED, 2009. p.1790-1797.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. Sistema de classificação e seleção dos materiais: leitura integrada de amostras físicas e catálogos virtuais em materioteca com ênfase na aplicação da ferramenta FEM e análise da sustentabilidade. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**, [S. l.], v. 3, n. 2, 2016. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/design-tecnologia-sociedade/article/view/13657>. Acesso em: 22 fev. 2023.

MANZINI, E. **A Matéria da invenção**. Lisboa: Centro Português de Design, 1993.

MATERIALIZE. **Acervo de materiais para o design e arquitetura da FAUUSP**. 2015. Disponível em: <https://materialize.fau.usp.br>. Acesso em : 22 fev. 2023.

SILVA, E. S. A.; ETCHEPARE, H. D.; HAUEMSTEIN, D. M.; PEREIRA, C. A.; CASSEL, G. P.; KINDLEIN JÚNIOR, W. Implementação de uma Biblioteca de Materiais - Materioteca. In: **Revista Tecnologia e Tendências**, Novo Hamburgo - RS, v. 1, p. 65-71, 2002.

TABELA Cutter-Sanborn: **Versão Online 2022**. Disponível em: <<http://www.numero.cutter.com.ar/tablas-cutter/cutterABC.html>>. Acesso em 22 de fev. 2023.

UFES. Departamento de Desenho Industrial da Universidade Federal do Espírito Santo. **Organização curricular PPC 2020**. Disponível em: <https://design.ufes.br/organizacao-curricular-ppc-2020>. Acesso em: 02 fev. 2023.

UFRN. **Departamento de Design da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Projeto Pedagógico do Curso**. Disponível em: [https://sigaa.ufrn.br/sigaa/public/curso/ppp.jsf?lc=pt\\_BR&id=6992521](https://sigaa.ufrn.br/sigaa/public/curso/ppp.jsf?lc=pt_BR&id=6992521). Acesso em: 20 fev. 2023.

WALTER, Y.; MARAR, J. F.; FERRANTE, M.; ALENCAR, F.; FERRAZ, G. B. **Materiotecas: Diretrizes de Projeto para uma Ferramenta de Informação e Inspiração**. In: 2o. CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESIGN DA INFORMAÇÃO, 2005, São Paulo. **Anais do II Congresso Internacional de Design da Informação**, 2005. v. 1. p. 1-10.



### Agradecimentos

CNPq Ciências sem Fronteiras  
PRG USP  
ProCEU USP  
PROEX UFRN  
PRPPG UFES  
Centro de Artes UFES

### Vigas de Madeira Reforçadas à Flexão com Barras de Plástico Reforçado com Fibra (PRF): Análise Teórica e Exemplificação

#### *Timber Beams Reinforced with Fiber Reinforced Polymers (FRP) Rods: Analysis and Exemplification*

**Almir Barros da S. Santos Neto, Dr., Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).**

almir.neto@ufsm.br

**André Lübeck, Dr., Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).**

andre.lubeck@ufsm.br

**Rogério Cattelan A. de Lima, Dr., Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).**

rogerio@ufsm.br

**Luciana Fernandes Hoppe, Eng<sup>a</sup>, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).**

luhoppe@hotmail.com

#### **Resumo**

A madeira por ser um material natural, originário de fontes renováveis e, portanto, de consciência ecológica e sustentável oferece uma alternativa viável para o seu uso em edificações. Devido às suas propriedades mecânicas é possível uma ampla aplicabilidade na construção civil. Por outro lado, é possível obter resistência e rigidez maiores para a madeira com a inclusão de reforços estruturais. Uma dessas técnicas utiliza elementos em Polímero Reforçado com Fibras (PRF). Neste artigo, vigas de madeira, são reforçadas com barras de PRFV (Polímero Reforçado com Fibras de Vidro) e PRFC (Polímero Reforçado com Fibras de Carbono). É desenvolvida a análise teórica do comportamento mecânico da viga, analisando sua rigidez e momento resistente último. Ao final do trabalho é desenvolvido um exemplo numérico de uma viga de madeira sem reforço e também com a inclusão desses reforços. Os resultados mostraram um acréscimo tanto na resistência ao momento fletor, quanto rigidez à flexão da viga de madeira com reforço, em relação a viga sem reforços.

**Palavras-chave:** Vigas de madeira; Reforço de PRF; Barras de PRFV; Barras de PRFC

#### **Abstract**

*Wood, as a natural material, originating from renewable sources and therefore ecologically*

and sustainably aware, offers a viable alternative as a structure system for buildings. Due to its mechanical properties, wide applicability in civil construction is possible. On the other hand, it is possible to obtain greater strength and rigidity for wood with the inclusion of structural reinforcements. One of these techniques uses Fiber Reinforced Plastic (FRP) elements. In this article, wooden beams are reinforced with fiberglass and carbon fiber bars. A theoretical analysis of the mechanical behavior of the beam is developed, analyzing its stiffness and ultimate resistance moment. At the end of the work, a numerical example of a wooden beam without reinforcement is developed and also with the inclusion of these reinforcements. The results showed an increase in both bending moment resistance and flexural stiffness of the wooden beam with reinforcement, in relation without one.

**Keywords:** wooden beams; FRP reinforcement; fiberglass rebars; carbon fiber rebars.

## 1. Introdução

A madeira é considerada um dos materiais de construção mais antigos, ainda em uso, devido suas propriedades mecânicas, tais como a considerável resistência à tração e compressão, o que atribui uma ampla aplicabilidade na construção civil. Além disso, por ser um material natural, originário de fontes renováveis, a madeira oferece uma alternativa viável para o uso em edificações de consciência ecológica e sustentável.

A respeito das vantagens apresentadas pelo material, é necessário também destacar que a madeira pode apresentar defeitos naturais como nós ou modificação na direção das fibras, fatores que influenciam na sua qualidade e nos valores de suas propriedades físicas e mecânicas. No caso do uso da madeira serrada existe ainda a limitação nas dimensões comerciais, sendo uma condição limitante para o uso em estruturas, na construção civil. Na busca por soluções a estas limitações, foram realizados estudos para o desenvolvimento de sistemas estruturais construtivos, de forma a minimizar os efeitos das condicionantes naturais e o desgaste causado pelo tempo durante o desempenho da função estrutural a que se destina a peça.

Um desses produtos é a Madeira Lamelada Colada Estrutural (MLCE), sistema que combina as técnicas de laminação e colagem. Neste sistema construtivo os elementos estruturais são concebidos a partir de tábuas, dispostas com as fibras paralelas entre si, unidas com cola sintética por meio da prensagem. Assim, o método faz uso de pequenas seções transversais de madeira para constituir peças de grandes dimensões superando, portanto, as limitações de tamanho e padrão da madeira maciça.

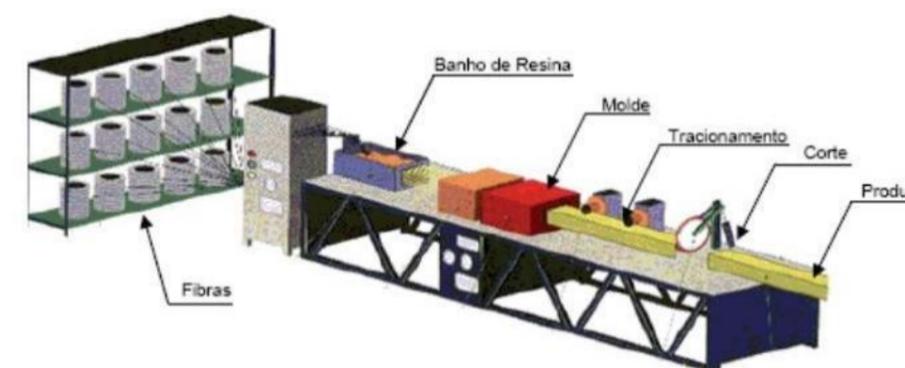
Outra possibilidade para se obter uma rigidez e resistência maiores para a madeira, é a inclusão no elemento estrutural de reforços. Técnicas de reforço para uso na madeira foram propostas no passado, em especial com o uso de elementos metálicos, sejam estes em barras ou chapas, fixados na madeira. Mais recentemente tem-se acompanhado o avanço no uso dos Polímeros Reforçados com Fibras (de sigla PRF ou

FRP - do inglês *Fiber Reinforced Polymer*) nos reforços em elementos estruturais de madeira.

Reforços metálicos com barras de aço foram utilizados em (DZIUBA, 1985 e BULLEIT et al., 1989). Já o polímero reforçado com fibra, está disponível na forma de chapas, hastes e barras (GENTILE et al., 2002; FIORELLI e ALVES, 2003). Atualmente, os polímeros reforçados com fibra de carbono (PRFC), fibra de vidro (PRFV) e fibra de basalto (PRFB) são os principais tipos de reforços utilizados (ALAM et al., 2009; GARCÍA et al., 2013; LI et al., 2014).

A recomendação para o uso dos PRF se deve ao fato destes materiais apresentarem vantagens peculiares como a flexibilidade de uso e praticidade, rigidez adaptável aos critérios de projeto, além da alta resistência à tração, imunidade à corrosão, facilidade de aplicação em locais de difícil acesso, capacidade de deformação, tamanhos e geometrias diversas (FIB BULLETIN 14, 2001).

Segundo o (ACI 440R, 1996), o processo de fabricação das barras de polímero reforçado com fibras, denominado de pultrusão, compreende a fabricação de perfis lineares de seção constante e unidirecionais, a partir de fibras contínuas (em inglês *rovings*) impregnadas com resina. Este material é então puxado através de um molde de metal aquecido, de maneira que a mistura fibra-resina toma a forma deste, sendo a temperatura do molde a responsável por ativar a reação presente na mistura, ver Figura 1.



**Figura 1: Processo de pultrusão. Fonte: FiberMeyer – Soluções em Fiberglass (<https://fibermeyer.com.br/perfis-pultrudados/>).**

Diferentes seções transversais de perfis podem ser produzidas pelo processo de pultrusão, utilizando também diferentes tipos de fibra (vidro, carbono, aramida, basalto), inclusive com combinação entre as fibras. A Figura 2 apresenta diferentes diâmetros de barras de plástico reforçado com fibra de vidro (PRFV).



Figura 2: Barras (vergalhões) de PRFV. Fonte: <http://www.anjiezj.com/>.

Já no início da década de 1990, quando Plevris e Triantafillou (1992) aplicaram pela primeira vez PRF (ou FRP) unidirecional para fortalecer as estruturas de madeira, estudos mostraram que, com o reforço de FRP na zona de tração, existe uma melhora na capacidade de carga, rigidez à flexão e ductilidade de deformação das vigas de madeira (LORENZIS et al., 2005; RAFTERY e WHELAN, 2014; MORALES-CONDE et al., 2015). Além disso, observou-se um aumento na capacidade de resistência ao cisalhamento das estruturas de madeira através do reforço de PRF (CORRADI et al., 2015).

Atualmente, as técnicas de reforço mais comuns utilizando sistemas com os FRP são, segundo o (ACI 440.2R, 2008), o reforço colado externamente (EBR – do inglês *Externally-Bonded Reinforcing*) e o montado próximo à superfície (NSM – do inglês *Near-Surface Mounted*), conforme apresentado na Figura 3.

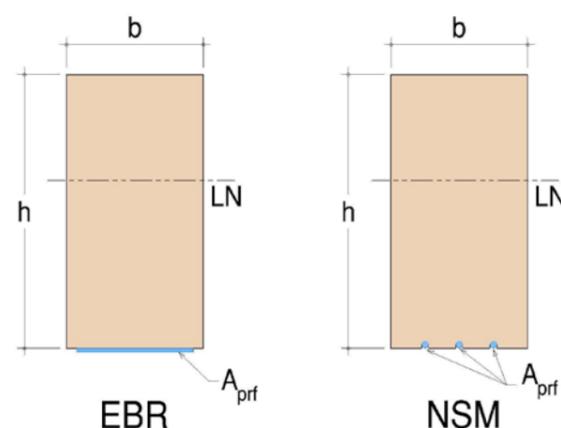


Figura 3: Representação dos sistemas EBR e NSM. Fonte: ACI 440-2R:08 (adaptado).

A técnica de reforço EBR tem sido amplamente estudada e utilizada, não só em estruturas de concreto, mas também em estruturas de madeira. Segundo (LORENZIS e TENG, 2007), a técnica NSM é mais recente, mas sua eficácia no ganho de resistência à flexão e cisalhamento é bastante relevante. Quando comparado ao EBR, o reforço NSM apresenta algumas vantagens, como:

- (a) na quantidade de armadura *in situ*, o trabalho de instalação pode ser reduzido, uma vez que não é mais necessária a preparação da superfície além da ranhura (por exemplo, a remoção da cobertura não é necessária; as irregularidades da superfície da madeira podem ser mais facilmente acomodadas);
- (b) o reforço NSM é menos propenso a descolar do substrato;
- (c) os elementos NSM podem ser mais facilmente ancorados em membros adjacentes para evitar falhas de descolamento;
- (d) Os elementos NSM são protegidos pela cobertura de madeira e, portanto, estão menos expostos a impactos acidentais e danos mecânicos, incêndios e vandalismo;
- (e) a estética da estrutura reforçada é praticamente inalterada.

Na literatura são encontradas poucas publicações relacionadas às aplicações de PRF com a técnica NSM em estruturas de madeira, como por exemplo, (BORRI *et al.*, 2005; JOHNSON *et al.*, 2007 e AHMAD, 2010). Os resultados apontados nestes trabalhos revelam um bom desempenho da técnica NSM para aumento tanto da capacidade de resistência, quanto da rigidez.

Neste artigo, vigas de madeira, são reforçadas com barras de polímero reforçado com fibra de vidro (PRFV) e carbono (PRFC). É desenvolvida a análise teórica do comportamento mecânico da viga e madeira reforçada com barras aplicadas sob a técnica NSM, analisando sua rigidez e momento resistente último. Ao final do trabalho são apresentados exemplos analíticos, comparando-se os momentos resistentes de uma viga de madeira sem reforço com outras onde aplicou-se cada um dos materiais de reforço.

## 2. Análise Teórica

### 2.1. Rigidez à Flexão

A rigidez à flexão da viga reforçada é obtida utilizando o método da seção transformada ou homogeneizada, amplamente utilizado em análises estruturais. Nesse método, os diferentes materiais são considerados todos como um único, adaptando suas dimensões em função da relação entre os módulos de elasticidade ( $\alpha_e$ ). Assim, a profundidade da linha neutra da viga foi calculada como o centroide da seção transformada (ver Figura 4), utilizando a equação.

$$\bar{x} = \sum \frac{A_i x_i}{A_i} \quad (1)$$

Por ser formado por dois materiais (madeira e PRF) com propriedades diferentes, é necessário homogeneizar a seção. Essa homogeneização é feita substituindo-se a área de PRF ( $A_{prf}$ ) por uma área correspondente de madeira equivalente ( $A_{m,eq}$ ).

$$\alpha_e = \frac{E_{prf}}{E_m} \quad (2)$$

$$A_{m,eq} = \alpha_e \cdot A_{prf} \quad (3)$$

Sendo  $\bar{x}$  a profundidade da linha neutra, medida a partir da face superior da viga,  $A_i$  a área dos elementos e  $x_i$  a distância do centro de cada elemento até a face superior. Considerando o momento estático em relação a linha neutra ( $Q_{LN}$ ) igual a zero, é possível calcular a profundidade  $x_1$  da linha neutra.

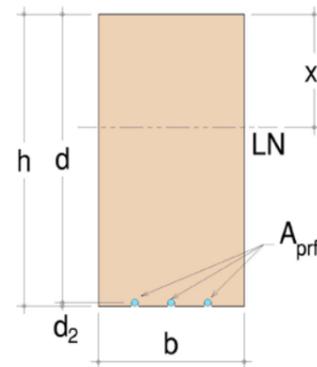


Figura 4 – Seção transversal da viga.

$$Q_{LN} = b \cdot x_1 \cdot \frac{x_1}{2} - b(h - x_1) \cdot \frac{(h - x_1)}{2} - (\alpha_e - 1) \cdot A_{prf} \cdot (d - x_1) = 0 \quad (4)$$

Assim, obtém-se  $x_1$ :

$$x_1 = \frac{\frac{b \cdot h^2}{2} + (\alpha_e - 1) \cdot A_{prf} \cdot d}{b \cdot h + (\alpha_e - 1) \cdot A_{prf}} \quad (5)$$

Obtido  $x_1$  pode-se calcular o momento de inércia equivalente da seção transversal ( $I_{eq}$ ).

$$I_{eq} = \frac{b \cdot h^3}{12} + b \cdot h \cdot \left(x_1 - \frac{h}{2}\right)^2 + (\alpha_e - 1) \cdot A_{prf} \cdot (d - x_1)^2 \quad (6)$$

A rigidez à flexão da seção é calculada multiplicando o momento de inércia equivalente pelo módulo de elasticidade da madeira.

## 2.2. Reforço à Flexão – Critérios de Projeto

O reforço à flexão nas vigas de madeira pode ser posicionado nas faces tracionadas e comprimidas da viga, podendo ser na forma de placas coladas externamente (EBR) ou com reforços de barras ou tiras/fitas próximas à superfície da viga (NSM). No caso das placas coladas externamente, estas não são recomendadas para reforço à compressão devido a possibilidade flambagem do elemento estrutural (SCHÖBER *et al.* 2015).

A análise dos elementos reforçados à flexão é baseada na teoria clássica da resistência dos materiais, considerando as seguintes hipóteses:

- A seção transversal é simétrica no plano de flexão;
- A seção permanece plana na flexão;
- Existe uma perfeita ligação entre a madeira e o reforço PRF (não há escorregamento nem descolagem entre os materiais);
- O comportamento da madeira é linear na tração (Figura 5a) e não linear na compressão (Figura 5b);
- O comportamento do PRF é linear até a ruptura, tanto à tração quanto compressão (ver Figura 5c).

Muitos modelos constitutivos foram utilizados, considerando o comportamento não linear da madeira na compressão. O modelo bilinear (BUCHANAN, 1990) assume o comportamento elástico-linear até o ponto de escoamento, seguido de uma curva em ramo descendente até a ruptura. Este modelo foi corroborado em alguns resultados experimentais satisfatórios, (BORRI *et al.*, 2005; GENTILE *et al.*, 2002 e BRADY e HARTE, 2008). Em alguns estudos o ramo descendente até a ruptura não foi encontrado, sendo neste caso utilizado um modelo elasto-plástico perfeito, (KLIGER *et al.*, 2008; HERNANDEZ *et al.*, 1997). Modelos com aproximações quadráticas também foram utilizados com sucesso, (LI *et al.*, 2009).

Com o objetivo de definir o momento resistente último, todos os possíveis modos de ruptura devem ser considerados. No entanto, na revisão bibliográfica realizada não foi encontrado relato de a ruptura ter acontecido no reforço de PRF. A Figura 6 apresenta a distribuição de deformações e tensões na seção transversal da viga.

As simbologias utilizadas nesta figura podem ser assim definidas:  $y$  distância do eixo neutro até a face superior da viga;  $\sigma_{c1}$  tensão de compressão na madeira e  $\sigma_{co}$

tensão de escoamento na compressão da madeira;  $\sigma_{t1}$  tensão de tração na madeira;  $A_{prf}$  área de reforço de fibra e  $\sigma_{prf}$  a tensão de tração no reforço de fibra.

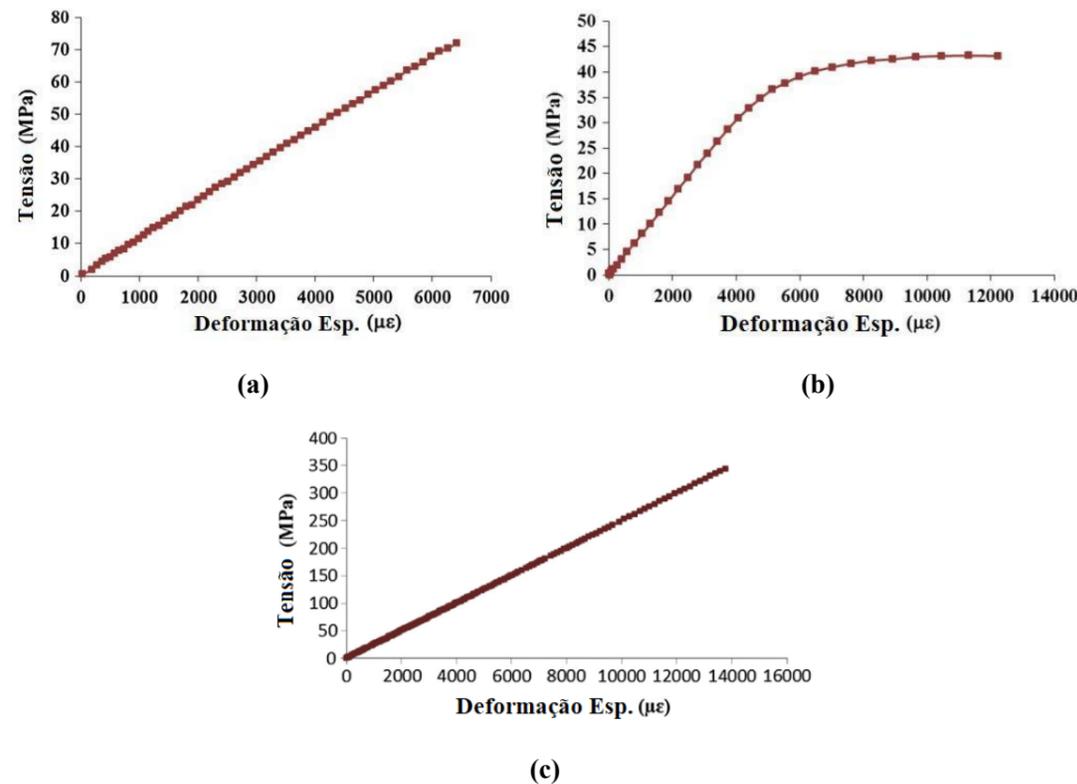


Figura 5 – (a): Comportamento típico tensão-deformação da madeira na tração; (b) Comportamento típico tensão-deformação da madeira na compressão; (c) Comportamento típico tensão-deformação do PRF na tração. Fonte: Nadir et al. (2016).

As deformações específicas  $\epsilon_{c1}$ ,  $\epsilon_{t1}$ ,  $\epsilon_{co}$  e  $\epsilon_{prf}$  são as deformações específicas de compressão e tração na madeira, deformação de escoamento na compressão da madeira e deformação de tração do PRF, respectivamente.

O momento resistente último é calculado considerando o instante que a madeira atinge a deformação de ruptura na compressão na face superior da viga ou sua tensão de ruptura à tração, na face inferior da viga.

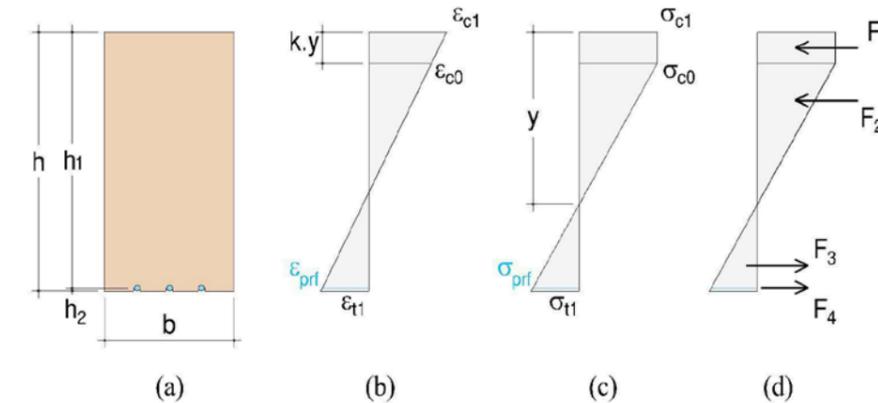


Figura 6 - (a) seção transversal; (b) deformações específicas; (c) tensões; (d) forças resultantes. Fonte: Nadir et al. (2016).

Assim, aplicando as equações de equilíbrio das forças, Figura 6d, tem-se:

$$F_1 + F_2 - F_3 - F_4 = 0 \quad (7)$$

Onde, as forças na região comprimida da seção são dadas por:

$$F_1 = \sigma_{c1} \cdot b \cdot k \cdot y \quad (8)$$

$$F_2 = \frac{\sigma_{co}}{2} \cdot b \cdot y \cdot (1 - k) \quad (9)$$

E as forças na região tracionada são dadas por:

$$F_3 = \frac{\sigma_{t1}}{2} \cdot b \cdot (h - y) \quad (10)$$

$$F_4 = A_{prft} \cdot \sigma_{prft} \quad (11)$$

Utilizando as relações lineares das deformações, é possível encontrar, Figura 6b:

$$\frac{\epsilon_{c1}}{y} = \frac{\epsilon_{t1}}{h-y} = \frac{\epsilon_{co}}{y-(k \cdot y)} = \frac{\epsilon_{prft}}{h_1-y} \quad (12)$$

A partir das relações constitutivas dos materiais madeira e PRF é possível definir:

$$\sigma_{c1} = E_1 \cdot \epsilon_{c1} \quad \text{se } \epsilon_{c1} \leq \epsilon_{co} \quad (13)$$

$$\sigma_{c1} = \sigma_{co} \quad \text{se } \epsilon_{c1} > \epsilon_{co} \quad (14)$$

$$\sigma_{t1} = E_1 \cdot \epsilon_{t1} \quad (15)$$

$$\sigma_{prft} = E_{prf} \cdot \epsilon_{prft} \quad (16)$$

Utilizando as equações (7) a (16) é possível encontrar a equação que define a profundidade da linha neutra, para cada caso de ruptura. Uma vez obtida a profundidade da linha neutra, o momento resistente último pode ser calculado da seguinte maneira:

$$M_u = F_1 \cdot \left[ \frac{k \cdot y}{2} + (y - k \cdot y) \right] + \frac{2}{3} F_2 \cdot (y - k \cdot y) + \frac{2}{3} F_3 \cdot (h - y) + F_4 \cdot (h_1 - y)$$

### 3. Exemplo Numérico

Neste item é desenvolvido o exemplo numérico de uma viga de madeira. São utilizadas as propriedades da madeira e do reforço, obtidas em (NADIR et al., 2016), onde os autores utilizaram madeira da espécie *H. brasiliensis*, de densidade 605 kg/m<sup>3</sup>, com teor de umidade média de 10%. As propriedades mecânicas da madeira, na direção longitudinal, foram obtidas de acordo com as normas (ASTM D143, 2009 e ASTM D695, 2002), ver Tabela 1.

O material PRF utilizado neste trabalho é composto por elementos em fibra de vidro (PRFV) e fibra de carbono (PRFC). As propriedades destes materiais à tração foram também obtidas em (NADIR et al., 2016), de acordo com as prescrições da (ASTM D3039, 2000) e são encontradas na Tabela 2.

**Tabela 1: Propriedades mecânicas da madeira, na direção longitudinal (valores médios).**

Propriedade da Madeira	Unidade	Valor	Desvio Padrão
Deformação última à compressão	-	0,011	0,0041
Deformação de escoamento à compressão	-	0,0058	0,00025
Deformação última à tração	-	0,0115	0,001
Resistência última à compressão	MPa	43,05	1,39
Resistência de escoamento à compressão	MPa	41,00	1,87
Resistência última à tração	MPa	82,72	5,11
Módulo de elasticidade na compressão	GPa	8,17	0,908
Módulo de elasticidade na tração	GPa	8,68	1,27

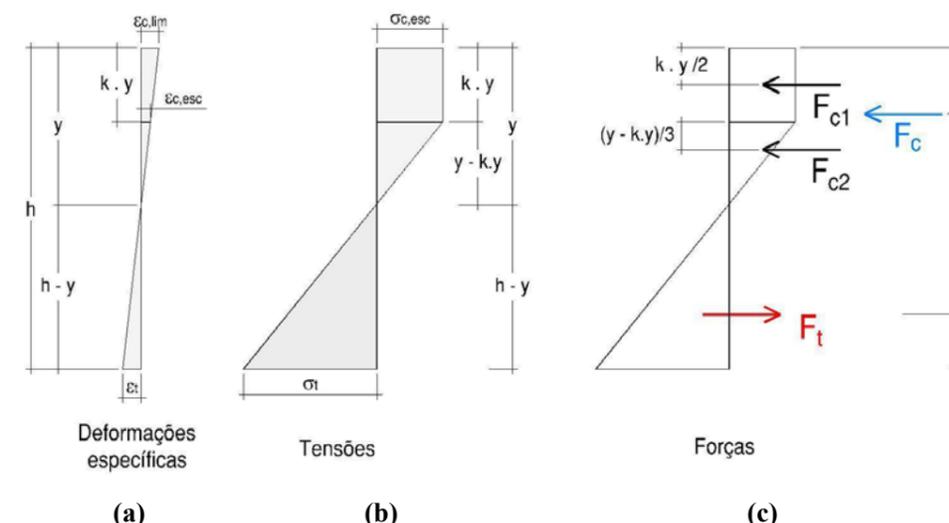
Fonte: Nadir et al. (2016).

**Tabela 2: Propriedades mecânicas à tração dos PRFs (valores médios).**

Materia	Módulo de Elasticidade (GPa)	Resistência última à tração (MPa)	Deformação última à tração (%)
PRFV	25,02	344,13	1,37
PRFC	100,19	1834,65	1,83

Fonte: Nadir et al. (2016).

Considerando a resistência da madeira à compressão como limitante, tem-se o esquema de deformações, tensões e forças como o da Figura 7.



**Figura 7 - Equilíbrio da seção sem reforço: (a) deformações específicas; (b) tensões; (c) forças.**

Encontrando o valor de  $k \cdot y$  por semelhança de triângulos, tem-se:

$$\frac{\varepsilon_{c,lim}}{y} = \frac{\varepsilon_{c,esc}}{y - k \cdot y}$$

A força de compressão resistente da seção é dada pelas parcelas  $F_{c1}$ , da região plastificada, e  $F_{c2}$ , da região não plastificada. Sendo  $F_c$  a soma dessas duas parcelas.

$$F_{c1} = k \cdot y \cdot \sigma_{c,esc} \cdot b$$

$$F_{c2} = (y - k \cdot y) \cdot \sigma_{c,esc} \cdot \frac{b}{2}$$

A deformação da madeira na fibra mais tracionada é encontrada por semelhança de triângulos.

$$\frac{\varepsilon_{c,lim}}{y} = \frac{\varepsilon_t}{h - y}$$

Com a deformação de tração, pode-se encontrar a tensão máxima atuante na fibra mais tracionada.

$$F_t = (h - y) \cdot \frac{\sigma_t}{2}$$

Lembrando que as forças de compressão e tração precisam se equilibrar.

$$F_c = F_t$$

E o momento resistente da seção será dado por:

$$M_R = F_c \cdot z = F_t \cdot z$$

Sendo  $z$ , o braço de alavanca entre as forças resultantes de tração e de compressão.

Imaginando um exemplo numérico, para uma viga de madeira com seção transversal de largura ( $b$ ) de 12 cm e altura ( $h$ ) de 20 cm, com as propriedades mecânicas indicadas na Tabela 1, resulta:

$$\begin{aligned} b &= 12 \text{ cm} & \varepsilon_{c,lim} &= 0,011 & \sigma_{c,esc} &= 4,1 \text{ kN/cm}^2 \\ h &= 20 \text{ cm} & \varepsilon_{c,esc} &= 0,0058 & E_t &= 868 \text{ kN/cm}^2 \end{aligned}$$

Substituindo os termos na equação encontra-se o valor de  $k$ :

$$k = 0,473$$

Na sequência, iterativamente encontra-se o valor de  $y$  que satisfaz o equilíbrio de forças, resultando:

$$y = 11,141 \text{ cm}$$

E as demais equações assumem os valores:

$$\begin{aligned} F_{c1} &= 259,11 \text{ kN} & \varepsilon_t &= 0,00875 \\ F_{c2} &= 144,5 \text{ kN} & \sigma_t &= 7,59 \text{ kN/cm}^2 & z &= 12,77 \text{ cm} \\ F_c &= 403,61 \text{ kN} & F_t &= 403,61 \text{ kN} & M_R &= 5154 \text{ kNcm} = 51,54 \text{ k} \\ h' &= 4,277 \text{ cm} & h_i &= 2,953 \text{ cm} \end{aligned}$$

Quando são inseridas as barras de reforço, a deformação nas barras será proporcional à da fibra mais tracionada (ver Figura 8).

Mais uma vez, por semelhança de triângulos, tem-se:

$$\frac{\varepsilon_{prf}}{(h-y)-h_2} = \frac{\varepsilon_t}{h-y}$$

Na nova condição de equilíbrio tem-se:

$$F_{t1} + F_{prf} = F_{c1} + F_{c2}$$

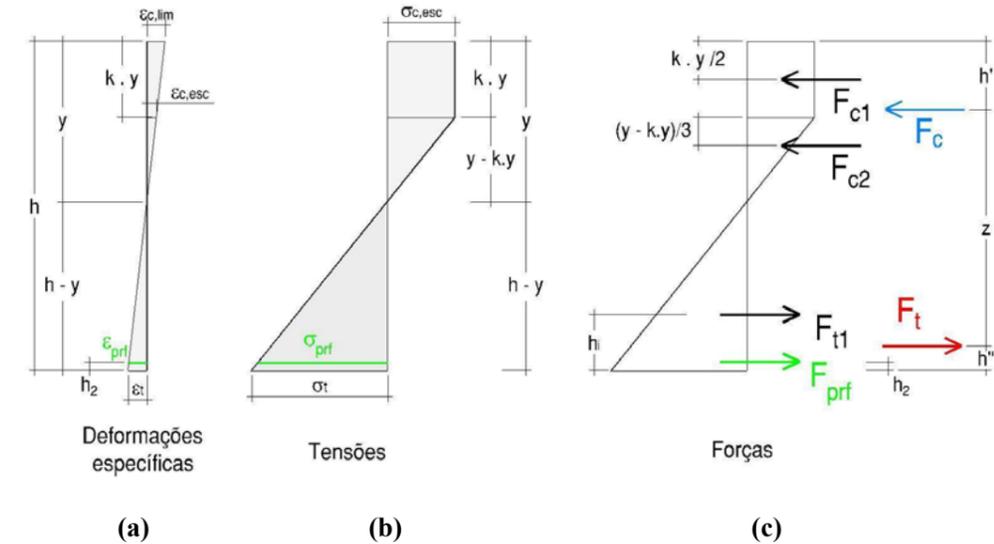


Figura 8 - Equilíbrio da seção com reforço: (a) deformações específicas; (b) tensões; (c) forças.

A resultante de tração na porção inferior da viga é:

$$F_t = F_{t1} + F_{prf}$$

E o momento resistente da seção reforçada pode ser calculado por:

$$M_R = F_c \cdot z = F_t \cdot z$$

Substituindo os valores para o cálculo do acréscimo de resistência e rigidez proporcionado pelos reforços. Considerando que o reforço proposto são três barras de diâmetro de 10 mm ( $A_{prf} = 2,36 \text{ cm}^2$ ), instaladas de forma reentrante na base da viga (montagem NSM), a nova situação de equilíbrio passa a ser para os dois materiais de reforço de PRFV (fibra de vidro) e PRFC (fibra de carbono), com as propriedades mecânicas dadas na Tabela 2.

#### PRFV

$$\begin{aligned} y &= 11,429 \text{ cm} \\ M_R &= 5389 \text{ kNcm} = 53,89 \text{ kNm} \end{aligned}$$

#### PRFC

$$\begin{aligned} y &= 12,194 \text{ cm} \\ M_R &= 5945 \text{ kNcm} = 59,45 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Para o caso da limitante ser a resistência à tração na peça, considerando que a região comprimida fica inteiramente plastificada.

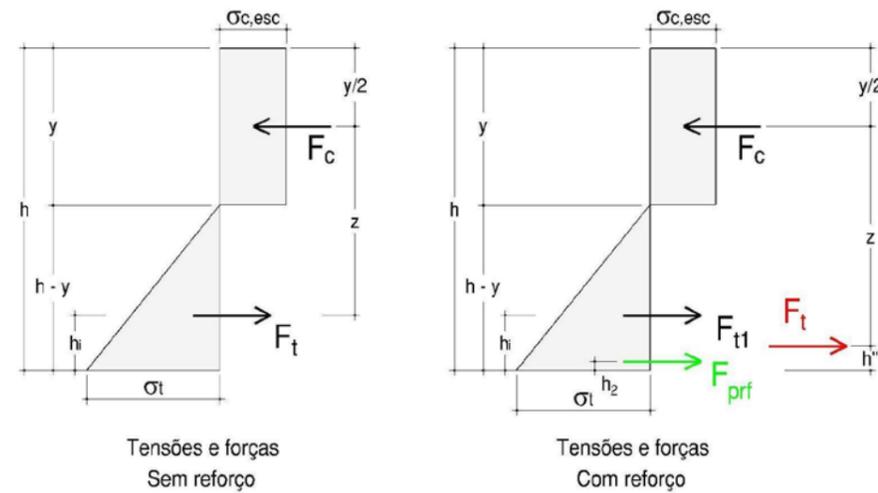
$$\begin{aligned} \sigma_c &= \sigma_{c,esc} \\ F_c &= y \cdot \sigma_{c,esc} \cdot b \end{aligned}$$

A região tracionada tem altura ( $h-y$ ) e segue uma distribuição linear de tensões.

$$\sigma_t = \sigma_{t,lim}$$

$$F_t = \frac{\sigma_{t,lim} \cdot (h-y) \cdot b}{2}$$

Na Figura 9 apresenta-se a distribuição de tensões e forças atuantes nos casos de haver ou não reforço.



(a)

(b)

Figura 9 - Equilíbrio da seção, tensões e forças, para seções limitadas pela resistência à tração: (a) sem reforço; (b) com reforço.

Primeiramente, para o caso sem reforço (Figura 9a). A resultante de tração  $F_t$  fica distante de  $h_i$  em relação ao fundo da seção da viga.

$$h_i = \frac{h-y}{3}$$

E com isso o braço de alavanca  $z$  é dado por:

$$z = h - \left(\frac{y}{2}\right) - h_i$$

O momento resistente é calculado fazendo:

$$M_R = F_c \cdot z = F_t \cdot z$$

Quando existe reforço instalado na porção tracionada da viga (Figura 9b), a nova situação de equilíbrio passa a ser:

$$F_c = F_t = F_{t1} + F_{prf}$$

Onde  $F_{t1}$  é a parcela resistida à tração pela madeira e  $F_{prf}$  é a parcela resistida pelo reforço.

$$\frac{\epsilon_{prf}}{(h-y)-h_2} = \frac{\epsilon_t}{h-y}$$

Com a deformação de tração na fibra, pode-se encontrar a tensão atuante no reforço.

$$\sigma_{prf} = E_{prf} \cdot \epsilon_{prf}$$

Mais uma vez, repetindo o exemplo, mas agora considerando o limite sendo a resistência à tração da madeira. Primeiramente para a situação sem o reforço de PRF.

$$y = 10,044 \text{ cm} \quad h_i = 3,32 \text{ cm} \quad M_R = 5762 \text{ kNcm} :$$

$$F_c = F_t = 494,15 \text{ k} \quad z = 20 - \left(\frac{10,044}{2}\right) - 3,32 = 11,66$$

Para o caso com reforço de PRFC, chega-se a:

$$y = 12,605 \text{ cm} \quad \sigma_{prf} = 107,43 \text{ kN/cm}^2 \quad M_R = 7463 \text{ kNcm} :$$

$$F_c = 620,16 \text{ kN} \quad F_{prf} = 253,12 \text{ kN}$$

$$F_{t1} = 367,04 \text{ kN} \quad h'' = 1,66 \text{ cm}$$

$$\epsilon_{prf} = 0,01072 \quad z = 12,03 \text{ cm}$$

Já para o caso com reforço de PRFV, tem-se:

$$y = 10,693 \text{ cm} \quad \sigma_{prf} = 27,23 \text{ kN/cm}^2 \quad M_R = 6244 \text{ kNcm} :$$

$$F_c = 526,09 \text{ kN} \quad F_{prf} = 64,15 \text{ kN}$$

$$F_{t1} = 461,93 \text{ kN} \quad h'' = 2,79 \text{ cm}$$

$$\epsilon_{prf} = 0,01088 \quad z = 11,87 \text{ cm}$$

Com as propriedades dos materiais de reforço, é possível calcular também a inércia equivalente para os dois casos. Considerando que a seção de madeira maciça tem momento de inércia em relação ao eixo horizontal que passa pelo centro da seção igual a  $8000 \text{ cm}^4$ , pode-se obter o acréscimo de inércia para cada um dos reforços.

**PRFV**

$$x_1 = 10,17 \text{ cm}$$

$$I_{eq} = 8393 \text{ cm}^4$$

$$\frac{I_{eq}}{I} = \frac{8393}{8000} = 1,05$$

**PRFC**

$$x_1 = 10,89 \text{ cm}$$

$$I_{eq} = 10031,6 \text{ cm}^4$$

$$\frac{I_{eq}}{I} = \frac{10031,6}{8000} = 1,25$$

#### 4. Considerações Finais

Neste artigo considerou-se a análise teórica de vigas de madeira reforçadas com barras (vergalhões) de PRF, em fibra de vidro (PRFV) e fibra de carbono (PRFC). Ao final do trabalho desenvolve-se um exemplo numérico para uma melhor compreensão da influência da inclusão desses reforços na resistência e rigidez da viga de madeira.

Foi considerada, nas análises, a possibilidade de ruptura à compressão da madeira, desenvolvendo o equilíbrio das forças na seção adotando a deformação última de compressão da madeira, e também a hipótese de ruptura à tração da madeira, adotando a sua deformação última de tração. De acordo com as propriedades da madeira utilizadas no trabalho, a resistência da viga à flexão foi limitada pela compressão da madeira.

Os resultados mostraram que o uso das barras de PRFV produziram um acréscimo de momento resistente de 4,6%, em relação ao momento da viga de madeira sem o reforço. Por outro lado, a inclusão das barras de PRFC produziram um acréscimo de momento resistente de 15,3%, em relação ao momento da viga de madeira sem o reforço.

O pequeno acréscimo no valor do momento resistente produzido pelo reforço de PRFV se deve ao fato da madeira utilizada no trabalho apresentar já uma resistência relativamente elevada.

Os acréscimos de rigidez à flexão na viga de madeira foram de 5% e 25% para os reforços de PRFV e PRFC, respectivamente, em relação a viga sem reforço. No caso da rigidez à flexão, o acréscimo no valor produzido pelo reforço de PRFC foi mais significativo. Evidenciado, claro, devido ao elevado módulo de elasticidade da fibra de carbono.

#### Referências

AHMAD, Y. Bending behavior of timber beams strengthened using fiber reinforced polymer bars and plates. 2010. Tese de Doutorado. Universiti Teknologi Malaysia.

ALAM, P.; ANSELL, M.P.; SMEDLEY, D. Mechanical repair of timber beams fractured in flexure using bonded-in reinforcements. *Composites Part B: Engineering*, v. 40, n. 2, p. 95-106, 2009.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI 440.2R-08). *Guide for the Design and Construction of Externally Bonded FRP Systems for Strengthening Concrete Structures*. Farmington Hills, MI. 2008.

AMERICAN CONCRETE INSTITUTE (ACI 440R-96). *State-of-the-Art Report on Fiber Reinforced Plastic (FRP) Reinforcement for Concrete Structures*. (Reapproved in 2002). Farmington Hills, MI. 1996.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM D 143). *Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber*. 2009.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM D 695). *Standard Test Method for Compressive Properties of Rigid Plastics*. 2002.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (ASTM D3039). *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. 2000.

BORRI, A.; CORRADI, M.; GRAZINI, A. A method for flexural reinforcement of old wood beams with CFRP materials. *Composites Part B: Engineering*, v. 36, n. 2, p. 143-153, 2005.

BRADY, J.F., HARTE, A.M. Flexural reinforcement of glue-laminated timber beams using prestressed FRP plates. In: *Proceedings of 4th International*



Conference on Advanced Composites in Construction (ACIC), Edinburgh, UK, 2008.

BUCHANAN, A. Bending strength of lumber. ASCE Journal of Structural Engineering, Vol. 116, No. 5, 1990, pp.1213-1229.

BULLEIT, W.M.; SANDBERG, L. B.; WOODS, G.J. Steel-reinforced glued laminated timber. Journal of Structural Engineering, v. 115, n. 2, p. 433-444, 1989.

CORRADI, M.; RIGHETTI, L.; BORRI, A. Bond strength of composite CFRP reinforcing bars in timber. Materials, v. 8, n. 7, p. 4034-4049, 2015.

DZIUBA, T. The ultimate strength of wooden beams with tension reinforcement. *Holzforschung und Holzverwertung*, v. 37, n. 6, p. 115-119, 1985.

FÉDÉRATION INTERNATIONALE DU BÉTON. BULLETIN 14: Design and use of externally bonded fibre reinforced polymer reinforcement (FRP EBR) for reinforced concrete structures. 2001.

FIORELLI, J.; DIAS, A.A. Analysis of the strength and stiffness of timber beams reinforced with carbon fiber and glass fiber. *Materials research*, v. 6, p. 193-202, 2003.

GARCÍA, P.R.; ESCAMILLA, A.C.; GARCÍA, M.N.G. Bending reinforcement of timber beams with composite carbon fiber and basalt fiber materials. *Composites Part B: Engineering*, v. 55, p. 528-536, 2013.

GENTILE, C.; SVECOVA, D.; RIZKALLA, S.H. Timber beams strengthened with GFRP bars: development and applications. *Journal of Composites for Construction*, v. 6, n. 1, p. 11-20, 2002.

HERNANDEZ, R., DAVALOS, J.F., SONTI, S.S., KIM, Y., MOODY, R.C., Strength and stiffness of reinforced yellow-poplar glued-laminated beams, Research Paper FPL-RP-554, Department of Agriculture, Forest Service, Forest Products Laboratory, Madison, WI, US, 1997.

JOHNSSON, H.; BLANKSVÄRD, T.; CAROLIN, A. Glulam members strengthened by carbon fibre reinforcement. *Materials and Structures*, v. 40, n. 1, p. 47-56, 2007.

KLIGER, R., JOHANSSON, M., CROCETTI, R. Strengthening timber with CFRP or steel plates – short and long-term performance. In: *Proceedings of World Conference on Timber Engineering*, Miyazaki, Japan, 2008.

LI, M.; Wang, L-J.; LI, D.; Cheng, Y-L.; ADHIKARI, B. Preparation and characterization of cellulose nanofibers from de-pectinated sugar beet pulp. *Carbohydrate Polymers*, v. 102, p. 136-143, 2014.

LI, Y.F., XIE, Y.M., TSAI, M.J. Enhancement of the flexural performance of retrofitted wood beams using CFRP composite sheets. *Construction and Building Materials*, Vol. 23, 2009, pp.411-422.

LORENZIS, L.; SCIALPI, V.; LA TEGOLA, A. Analytical and experimental study on bonded-in CFRP bars in glulam timber. *Composites Part B: Engineering*, v. 36, n. 4, p. 279-289, 2005.

LORENZIS, L.; TENG, J-G. Near-surface mounted FRP reinforcement: An emerging technique for strengthening structures. *Composites Part B: Engineering*, v. 38, n. 2, p. 119-143, 2007.

MORALES-CONDE, M. J.; RODRÍGUEZ-LIÑÁN, C.; RUBIO-DE HITA, P. Bending and shear reinforcements for timber beams using GFRP plates. *Construction and Building Materials*, v. 96, p. 461-472, 2015.

NADIR, Y.; NAGARAJAN, P.; AMEEN, M.; ARIF, M.M. Flexural stiffness and strength enhancement oh horizontally glued laminated wood beams with GFRP and CFRP composite sheets. *Construction and Building Materials*, v. 112, pp. 547-555, 2016.



PLEVRIS, Nikolaos; TRIANTAFILLOU, Thanasis C. FRP-reinforced wood as structural material. *Journal of materials in Civil Engineering*, v. 4, n. 3, p. 300-317, 1992.

RAFTERY, Gary M.; WHELAN, Conor. Low-grade glued laminated timber beams reinforced using improved arrangements of bonded-in GFRP rods. *Construction and building materials*, v. 52, p. 209-220, 2014.

SCHOBBER, K-U., HARTE, A. M., KLIGER, R., JOCKWER, R., XU, Q.; CHEN, J-F. FRP reinforcement of timber structures. *Construction and Building Materials*, 97, 106-118. 2015.



## Baile das abelhas: jogo para o público infantil sobre a importância das abelhas

### *Dancing bees: game for children about the importance of bees*

Ana Luiza dos Santos Matos, Graduanda, Universidade Federal de Santa Catarina

ana.luiiza.1001@gmail.com

Ayara Menezes Aragones, Graduanda, Universidade Federal de Santa Catarina

ayara.aragones@gmail.com

Ana Veronica Pazmino, Dra. Universidade Federal de Santa Catarina

anaverpw@gmail.com

#### Resumo

O presente artigo tem como objetivo informar de forma lúdica, por meio de um jogo sobre, a perda de biodiversidade, os riscos de extinção das abelhas e como isso afeta a sociedade atual. Tendo essa problemática em mente e buscando o alcance das futuras gerações, o trabalho refere-se a um projeto de design que tem como resultado um jogo de tabuleiro educativo com a temática de abelhas, com o público-alvo destinado a crianças entre sete (7) a doze (12) anos. A realização do projeto teve como base os métodos de design seguidos de diretrizes que foram aplicadas durante a disciplina de Metodologia de Projeto do curso de design de produto da UFSC. O trabalho mostra as ações do projeto e o resultado de um jogo que coloca as abelhas relacionadas a personagens da cultura brasileira e propõe um ensino lúdico, podendo ser utilizado dentro e fora de sala de aula, proporcionando uma dinâmica de perguntas e respostas sobre o conhecimento do assunto e suas problemáticas.

**Palavras-chave:** Abelhas; Perda de biodiversidade; Biodiversidade; Jogo.

#### Abstract

*This article aims to inform in a playful way, through a game, about the loss of biodiversity, the risks of extinction of bees and how this affects today's society. Bearing this problem in mind and seeking to reach future generations, the work refers to a design project that results in an educational board game with the theme of bees, with the target audience for children between seven (7) to twelve (12) years. The realization of the project was based on design methods followed by guidelines that were applied during the Project Methodology discipline of the product design course at UFSC. The work shows the project's actions and the result of a game that places bees related to characters from Brazilian culture and proposes a playful teaching, which can be used inside and outside the classroom, providing a dynamic of questions and answers about knowledge of the subject and its problems.*

**Keywords:** Bees; Loss of biodiversity; Biodiversity; Game.

#### 1. Introdução

A questão da biodiversidade no planeta vem sendo abordada regularmente e ela está ameaçada, consequentemente se tornando um risco para o meio ambiente e a humanidade. Thomas Lovejoy, considerado um ambientalista especializado em conservação, afirma que é necessário pensar na biodiversidade como uma biblioteca para o desenvolvimento das ciências da vida (LOVEJOY, 2011), ou seja, a perda de biodiversidade representa a redução e perda da variedade de seres vivos e plantas como consequência de ações humanas, impactando o meio ambiente de diversas formas, por exemplo: extinção das espécies, destruição de habitats, mudanças climáticas e segurança alimentar reduzida.

Segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza IUCN (2019), mais de 28 mil espécies de fauna e flora estão em risco de extinção e é estimado que com a perda de biodiversidade, estimasse que a extinção ameaça até um milhão de espécies, conhecidas ou não. Entre diversas espécies que estão em risco de extinção, uma que vem alarmando o mundo todo é a abelha.

Dessa forma, viu-se a necessidade de se aprofundar na pesquisa sobre as abelhas e os riscos da sua extinção para o ser humano e após esse processo deu-se início ao desenvolvimento do projeto até o resultado do jogo educativo e propor uma forma de informar sobre as abelhas.

#### 2. Biodiversidade

Conforme a WWF Brasil (2010):

A diversidade biológica é o recurso do qual dependem famílias, comunidades, nações e gerações futuras. É o elo entre todos os organismos existentes na terra, que liga cada um deles a um ecossistema interdependente, em que cada espécie desempenha sua função. É uma verdadeira teia da vida.

O patrimônio natural da Terra é composto por plantas, animais, terra, água, atmosfera e os seres humanos! Juntos, fazemos todos parte dos ecossistemas do planeta, o que equivale a dizer que, se houver uma crise de biodiversidade, nossa saúde e meios de subsistência também entram em risco.

Porém, atualmente estamos usando 25% mais recursos naturais do que o planeta é capaz de fornecer. O resultado é que espécies, habitats e comunidades locais estão sofrendo pressões ou ameaças diretas. Um exemplo de ameaça que já atinge seres humanos é a perda de acesso à água doce.

A perda de biodiversidade representa a consequência de ações humanas. De acordo com BARBIERI (2012) é estimado que o mundo perderá em torno de 2% a 7% das espécies nos próximos vinte e cinco anos. Os estudos apontam que a aflição com a situação do planeta terra é vista de diferentes formas que as pessoas nascidas após a década de 80, que acreditam que os impactos ambientais cada vez mais serão agravados e irreversíveis.

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2001) Brasil é, atualmente, o país com a maior concentração de biodiversidade do planeta, e é constituída por uma variedade de animais de diversas espécies, porém o futuro da biodiversidade Brasileira é incerto, pois foi estimado que em poucas décadas espécies, principalmente endêmicas, podem desaparecer por completo principalmente por interferência humana.

O bioma representativo da Região Nordeste é a Caatinga. O único bioma exclusivamente brasileiro é rico em biodiversidade, apresentando um total de 178 espécies de mamíferos, 591 espécies de aves, 117 de répteis, 79 espécies de anfíbios, 241 de peixes e 221 de abelhas, sendo esses apenas os catalogados (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, s.a.). De acordo com o site Cerratinga (s.a.), o nome do bioma advém do tupi-guarani e significa “mata branca”, uma referência à cor dos troncos das plantas que perdem sua folhagem nos períodos mais secos.

[...] o bioma tem sido desmatado de forma acelerada, principalmente nos últimos anos, devido principalmente ao consumo de lenha nativa, explorada de forma ilegal e insustentável, para fins domésticos e industriais, ao sobre pastoreio e a conversão [da vegetação] para pastagens e agricultura. Frente ao avançado desmatamento que chega a 46% da área do bioma, segundo dados do Ministério do Meio Ambiente (MMA), o governo busca concretizar uma agenda de criação de mais unidades de conservação federais e estaduais no bioma, além de promover alternativas para o uso sustentável da sua biodiversidade (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, s.a.)

Apesar de toda a biodiversidade, a área protegida por unidades de conservação no bioma é em torno de 7,5%, sendo assim um dos menos conservados do Brasil.

### 3. Abelhas

As abelhas são insetos de grande importância para a biodiversidade. De forma que, em busca da sua própria refeição, o pólen, as abelhas polinizam as plantações de frutas, legumes e grãos e é através dessa polinização que 80% das plantas se reproduzem. Elas visitam aproximadamente 7 mil flores por dia, mantendo o equilíbrio dos ecossistemas. A maior importância ecológica das abelhas é a polinização, é estimado que mais de 90% das flores e plantas necessitam da polinização realizada por animais. Esses animais polinizadores estão divididos entre 250 espécies e 87% delas são constituídas por abelhas (GIANNINI, 2016). Por esses e outros motivos, as abelhas são consideradas “Agentes de biodiversidade” (WOLFF, REIS E SILVA, 1999).

De acordo com a Associação Brasileira de Estudo das Abelhas (A.B.E.L.H.A, 2020), existem cerca de 20 mil espécies de abelha no mundo e no Brasil, os cientistas calculam que possui aproximadamente 2500 espécies, sendo uma das maiores diversidades do inseto no mundo. É importante ressaltar que, no Brasil, a maioria das espécies nativas fazem parte da tribo Meliponini, nome designado à tribo das espécies de abelha sem ferrão. As abelhas sem ferrão são conhecidas por não picarem e produzirem mel ainda mais saboroso. No Brasil, são contabilizadas 244 espécies meliponíneas e as mais conhecidas são as espécies: Jataí, Uruçu, Irapuá e Tiúba. Os meliponíneos não são as únicas espécies de abelhas a residirem no país, um exemplo é a espécie *Apis mellifera*, conhecida popularmente como abelha-africana. Essas abelhas são conhecidas por sua picada dolorida e por produzir a maioria do mel que consumimos.

Ao observar os dados, é explícito a importância das abelhas para o ecossistema e o porquê a preocupação com o risco de extinção da espécie. As causas de as abelhas estarem em risco são, principalmente, pelo uso excessivo de pesticidas e agrotóxicos utilizados na agricultura para eliminar animais e pragas que afetam a colheita e conseqüentemente, acabam eliminando as abelhas também. Assim como o uso de químicos para promover um grande aumento das plantas prejudica a polinização e acaba afetando o próprio ecossistema. Outra causa alarmante para a extinção das abelhas ocorre pelos próprios apicultores que não respeitam as regras de distância entre apiários que causa a competição entre as abelhas, que se dá muitas perdas devido à fome. Outro motivo alarmante é que as abelhas são ameaçadas por espécies invasoras, que aniquilam colmeias inteiras, por exemplo: as vespas asiáticas. Além de que, ao serem expostas a cheiros fortes ou se sentirem ameaçadas com os humanos, as abelhas utilizam seu mecanismo de defesa, o ferrão, e vem a óbito.

### 4. Projeto para sensibilização ambiental

Diante dessa problemática, foi desenvolvido um projeto por meio de técnicas apresentadas nas aulas da disciplina de Metodologia de Projeto na segunda fase do curso de Design de produto da UFSC.

As ferramentas apresentadas em aula viabilizaram a condução do projeto dando início a uma oportunidade de sanar a problemática ambiental. Para o desenvolvimento do trabalho foi usado o processo projetual Duplo Diamante, que consiste em quatro triângulos conectados que representam as quatro fases do processo que leva à inovação. O projeto foi dividido em 4 fases sendo elas a parte da pesquisa, que buscou investigar e estudar as abordagens do tema, evidenciando os problemas por meio de observação e coleta de dados; assim sendo identificado uma problemática na qual o design pode entrar como um meio de apoio para conteúdo pedagógico. Na fase 2, foram reunidos todos os dados coletados e definido o público-alvo e seus ambientes a fim de entender suas necessidades; por fim, a fase 3 foram definidos os requisitos de projeto, geração de alternativas e refinamento para na fase 4 foi detalhado para ser reproduzido.

#### 4.1 Pesquisa e público-alvo

Para a realização da pesquisa exploratória, foi usado o método AEIOU que consiste em uma investigação e análise sobre o tema: meio ambiente e sustentabilidade, no qual o estudo do mesmo resultou em um aprofundamento dos seus usuários, as atividades realizadas baseadas no tema, os objetos que são utilizados para realizar as atividades, os espaços que frequentam e como interagem com a sociedade.

Com os dados coletados foi possível identificar que os primeiros passos para compreensão da importância de cuidar do meio ambiente e do planeta ocorre por meio da educação infantil - ministrada por professores e educadores. Por meio dessas informações, o projeto conduziu seu desenvolvimento focando seu público-alvo (Usuários) nas crianças, especificamente de 7 a 12 anos. Também foi inferido que as ONGs e projetos de proteção e/ou conscientização na qual possuem o mesmo público-alvo, usam como ferramenta

materiais didáticos que, os mesmos frequentemente dependem de um adulto (professor ou responsável) para a condução do conteúdo.

A partir disso, foi sintetizado um mapa mental, organizando e evidenciando as informações coletadas na pesquisa como mostra na figura 1.



Figura 1. Mapa Mental. Fonte: elaborado pelas autoras.

Optou-se assim por desenvolver um produto ainda mais didático e que aborde o momento de aprendizado como algo divertido. As crianças poderão aprender brincando e levar informações sobre as abelhas para casa, para que dessa forma toda a família esteja inserida no processo de informação. Para que estes critérios sejam alcançados, foi escolhido como produto o jogo de tabuleiro, que permite na elaboração e especificações do produto, dinâmicas mais flexíveis e divertidas além da contribuição gráfica e lúdica que chama a atenção das crianças assim contemplando o público-alvo.

#### 4.2 Análise Sincrônica e lista de requisitos

A análise sincrônica ou paramétrica serve para reconhecer o mercado do produto em questão e para evitar reinvenções. A análise deve ser feita por meio de critérios de forma a perceber as principais características dos concorrentes. (PAZMINO, 2015)

Nesta fase, procurou-se jogos de tabuleiro com objetivos semelhantes ao nosso e em seguida, uma pesquisa de mercado foi feita. Foram selecionados 4 produtos e seus dados foram dispostos e organizados na análise sincrônica. Na lista, decidiu-se evidenciar alguns

critérios como: preço, dimensões, temática, funcionalidade, estilo, marca, número de jogadores e componentes do jogo. Por serem jogos de tabuleiro, todos tinham materiais semelhantes ou idênticos, mas suas temáticas eram distintas assim como a dinâmica. A partir disso, foi sintetizado em uma lista de verificação com os jogos que possuíam funcionalidade mais adequada e foram apontados seus pontos negativos e atributos a fim de que pudesse-se evitar esses pontos negativos no jogo e incorporar os atributos com um diferencial para que assim se destaque. Foi definido que a dinâmica usada seria similar ao do jogo Quest.

Na lista de requisitos (Figura 2), foi dada ênfase nos critérios mais importantes por serem objetivos do jogo tornando-os obrigatórios. Destaca-se também que as cores do jogo deveriam ser escolhidas entre as opções pré-definidas, resultante de uma coleta de dados feita antes desta lista. Oriundos da análise sincrônica, definiu-se que o material, preço e tamanho deveriam ser similares ao dos concorrentes, porém não obrigatoriamente para evitar a limitação do desenvolvimento do projeto.

Requisitos de Projeto	Objetivo	Classificação	Fonte
Usuário	Crianças de 7 a 12 anos	Desejável	Pesquisa/Questionário
Número de Jogadores	2 a 7 jogadores	Desejável	Pesquisa geral
Conceito	Lúdico	Obrigatório	Pesquisa geral
Função	Jogo direcionado à importância das abelhas	Obrigatório	Pesquisa geral
Jogabilidade	Perguntas e respostas	Obrigatório	Pesquisa de público-alvo
Preço de Fabricação	Até R\$ 150	Desejável	Pesquisa geral
Preço de Disponibilização	Gratuito	Desejável	Análise sincrônica das concorrentes
Cores	Tons de amarelo, laranja, marrom e preto	Obrigatório	Questionário
Materiais	Papel paraná e papel adesivado	Desejável	Análise sincrônica
Tamanho	Caixa: 400 X 500 X 70 mm Tabuleiro: 300 X 300 X 4 mm	Desejável	Análise sincrônica
Educacional	Aprender brincando a importância das abelhas pro ecossistema	Obrigatório	Pesquisa geral
Personagens culturais	Interdisciplinaridade com figuras culturais brasileiras	Desejável	Pesquisa geral

Figura 2. Lista de Requisitos de Projeto. Fonte: Elaborado pelas autoras

Para trazer um diferencial ao jogo, decidiu-se analisar a temática geral e inspecionar detalhes que poderiam ser mais explorados. Desta forma, na fase de criatividade decidiu-se que o jogo seria sobre abelhas da espécie nativa brasileira, um jogo com temática da cultura nacional, que seria uma ferramenta didática podendo ser usada em escolas. A partir disso, foram incorporadas figuras da literatura e arte brasileira por meio dos personagens do jogo, que possuíam os nomes e características semelhantes aos escritores/artistas. Dentre os ícones foram selecionados: Machado de Assis, Cruz e Souza, Ariano Suassuna, Cora Coralina, Tarsila do Amaral, Clarice Lispector e Rita Von Hunty.

O objetivo é incorporar sutilmente as personalidades nos personagens e familiarizar as

crianças aos nomes importantes da cultura brasileira.

### 4.3 Geração de alternativas

A partir desses materiais, foi possível gerar alternativas para interagir com o público-alvo. Foram criados *sketches* e modelos digitais a fim de auxiliar a visualização e a conceptualização do projeto tornando-a satisfatória. Na figura 3 mostra uma das alternativas que, usando a teoria da forma, se caracteriza por incorporar figuras geométricas (neste caso um hexágono) fazendo alusão a um favo de mel. A alternativa foi elaborada com o objetivo de trazer a ludicidade máxima e incorporação completa do tema ao jogo. Contém também cartas com perguntas e respostas e 7 peças, sendo elas, abelhas representando figuras culturais brasileiras.

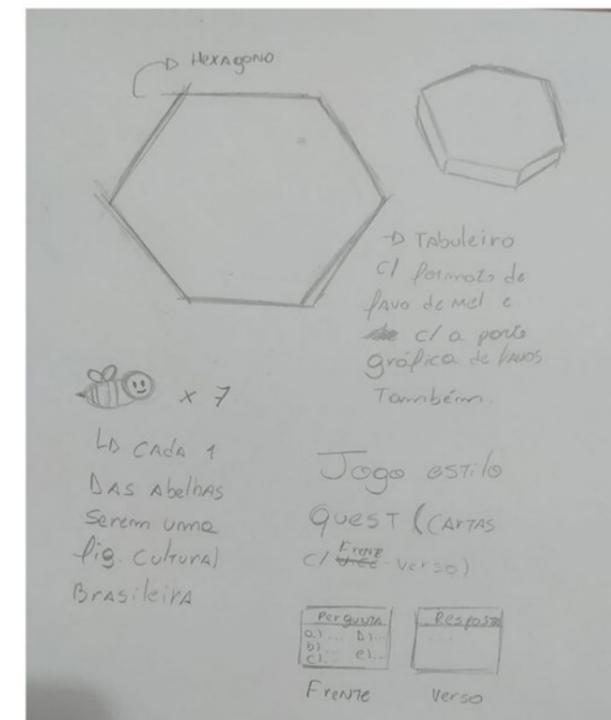


Figura 3. Alternativa 1. Fonte: elaborado por uma das autoras.

A segunda alternativa (figura 4) foi precursora do modelo final do projeto. Consiste em uma caixa comum e retangular com uma estética simples, porém temática. O tema escolhido foi o estilo de desenho *Rubber Hose* e inspirado nos desenhos dos anos 30. Nela contém um tabuleiro, cartas dos personagens, dados, peões representando os personagens, cards informativos com a história dos personagens e uma cartela de figurinhas. Por conta de a dinâmica do jogo ser simples, foi pensado durante a elaboração dessa alternativa em investir em componentes diferentes e divertidos no jogo, além da parte estética que deveria ser mais apurada e detalhada, trazendo detalhes divertidos e lúdicos ao jogo. Essa opção

traz incorporações gráficas do jogo *CupHead*, que foi uma das inspirações estéticas da alternativa.

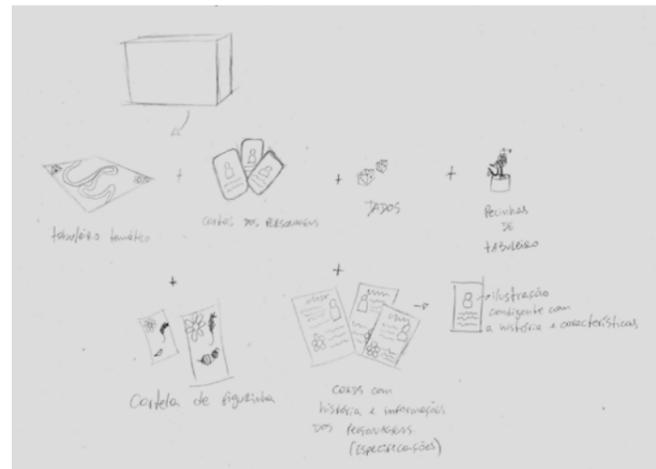


Figura 4. Alternativa 2. Fonte: Elaborado pelas autoras

O resultado é um jogo de tabuleiro de perguntas e respostas sobre abelhas com 36x23x7cm seguindo a temática *Rubber Hose*. O jogo contém o tabuleiro, cartas com perguntas e respostas de diversas dificuldades, peões com as personalidades brasileiras, dado e um manual com as instruções e informações a mecânica do jogo. As cores utilizadas foram: amarelo escuro, amarelo claro, marrom, branco, laranja e roxo. A figura 5 mostra alguns dos personagens e algumas cartas de Tarsila do Amaral, Clarice Lispector e Rita Von Hunt.



Figura 5. Desenhos dos personagens e cartas. Fonte: Elaborado pelas autoras

A figura 6 mostra o jogo materializado, os peões e bases em mdf cortados em laser, as cartas impressas em papel reciclado. Pode-se ver que as dimensões são adequadas para a jogabilidade.



Figura 6. Jogo a dança das abelhas e detalhe de peões. Fonte: Elaborado pelas autoras

A figura 7 mostra as cartas do jogo, p. ex. a carta com marca azul que tem dificuldade média e se o jogador acertar a resposta, anda duas casinhas e o card indicando um dos personagens do jogo que é a abelha Tarsila que representa a espécie de abelha sem ferrão *mandaçaia* que gosta da flor da maçã, acerola e goiaba.



Figura 7. Cartas do jogo. Fonte: Elaborado pelas autoras

Após os testes do jogo será produzido em pequena escala para ser distribuído em escolas e ambientes educacionais.

### 5. Conclusão

Durante o projeto foi possível compreender que o papel do designer no contexto ambiental é ser um profissional que por meio de suas competências pode ajudar e



sensibilizar a sociedade por meio de informações para cuidar do meio ambiente, capacitando e facilitando os estudos sociais de forma que resultam na ampliação do conhecimento ambiental. Essa transformação começa nas escolas, onde os alunos começam a ficar curiosos sobre seu ambiente e o mundo natural ao seu redor. O professor pode então transmitir seu conhecimento sobre as abelhas e seu papel na biodiversidade e ajudar a desenvolver ainda mais a curiosidade do aluno. A complexidade do ambiente natural deve ser compreendida de forma simples e para que assim possa ser entendida e protegida.

Por meio de um jogo o apreender poder ser facilitado e este precisa do design lúdico, divertido que com criatividade fazem relações mais interessantes. A relação de abelhas brasileiras com personagens da cultura são um elemento interessante para tornar a aprendizagem agradável.

#### Referências

**A importância do ser abelha: extinção das abelhas provocaria extinção dos humanos em 4 anos.** [S. l.], 11 mar. 2015. Disponível em: <https://jra.abae.pt/plataforma/artigo/a-importancia-do-ser-abelha-extincao-das-abelhas-provocaria-extincao-dos-humanos-em-4-anos/>. Acesso em: 7 maio 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDO DAS ABELHAS. **Origem e diversidade.** [S. l.], 18 ago. 2020. Disponível em: <https://abelha.org.br/origem-e-diversidade/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

AZEVEDO, Julia. **Entenda os impactos da perda da biodiversidade.** [S. l.], 27 jan. 2022. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/perda-da-biodiversidade/>. Acesso em: 8 jul. 2022.

BARBIERI, Edison. **A redução da biodiversidade**, [s. l.], setembro 2012. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/339254630\\_A\\_REDUCAO\\_DA\\_BIODIVERSIDADE](https://www.researchgate.net/publication/339254630_A_REDUCAO_DA_BIODIVERSIDADE). Acesso em: 8 jul. 2022.

CAMPOS, Marina. **S.O.S., as abelhas pedem socorro.** [S. l.], 13 set. 2018. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/s-o-s-as-abelhas-pedem-socorro/>. Acesso em: 7 maio 2022.

CDDI, IBGE (ed.). **Fauna ameaçada de extinção.** [S. l.: s. n.], 2001. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv775.pdf>. Acesso em: 8 jul. 2022.

CHIVIAN, Eric; BERNSTEIN, Aaron (Ed.). **Sustaining life: how human health depends on biodiversity.** Oxford University Press, 2008.

**Crianças produzem livro mostrando a importância das abelhas para a sociedade e o meio ambiente.** [S. l.], 19 out. 2020. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/2020/10/19/criancas-produzem-livro-mostrando-a-importancia-das-abelhas-para-a-sociedade-e-para-o-meio-ambiente/> Acesso em: 7 maio 2022.

GIANNINI, Tereza. **Abelhas polinizadoras importantes para a agricultura brasileira.** [S. l.], 26 fev. 2016. Disponível em: <https://abelha.org.br/abelhas-polinizadoras-importantes-para-a-agricultura-brasileira/>. Acesso em: 13 jul. 2022.

KOLBERT, Elizabeth. **O que perdemos com a extinção dos animais.** In: .. [S. l.], 23 out. 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/animais/2019/10/o-que-perdemos-com-extincao-dos-animais>. Acesso em: 8 jul. 2022.

LEGADO DAS ÁGUAS. **Importância das abelhas para a biodiversidade.** [S. l.], 1 jun. 2020. Disponível em: <https://legadodasaguas.com.br/importancia-das-abelhas-para-a-biodiversidade>. Acesso em: 13 jul. 2022.

MELO, João. **Entenda a importância das abelhas para a biodiversidade do planeta.** [S. l.], 3 out. 2021. Disponível em: <https://noticias.r7.com/tecnologia-e-ciencia/entenda-a-importancia-das-abelhas-para-a-biodiversidade-do-planeta-29062022>. Acesso em: 13 jul. 2022.

NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Relatório das Nações Unidas alerta para perda de biodiversidade sem precedentes na história.** [S. l.], 15 set. 2020. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/90967-relatorio-das-nacoes-unidas-alerta-para-perda-de-biodiversidade-sem-precedentes-na-historia>. Acesso em: 13 jul. 2022.

PACHECO, Paula. **Sustentabilidade em pauta: meio ambiente domina preocupação empresarial,** [S. l.], 16 jan. 2020. Disponível em:

PAZMINO, Ana Veronica. **Como se cria: 40 métodos de design de produtos.** Ed. Blucher. São Paulo, 2015.

**Projeto Cidade Amiga das Abelhas.** [S. l.]. Disponível em: <https://www.semabelhasalimentacao.com.br/projeto-cidade-amiga-das-abelhas/>. Acesso em: 7 maio 2022.

**Relação do homem X natureza.** [S. l.]. Disponível em: <https://blog.portaleducacao.com.br/relacao-do-homem-x-natureza/>. Acesso em: 7 maio 2022.

ROOS, Alana. **A biodiversidade e a extinção das espécies. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 7, n. 7, p. 1494-1499, 2012.

Save the bees. [S. l.]. Disponível em: <https://beemission.com/>. Acesso em: 7 maio 2022.

STEHMANN, João Renato et al. **Biodiversidade no Brasil. Farmacognosia: do produto natural ao medicamento.** Porto Alegre, Artmed, 2017. Acesso em: 7 maio 2022.

TOKITAKA, Sonia. **Sustentabilidade na Educação Infantil, por quê?** [S. l.], 8 jun. 2021. Disponível em: <https://www.escolaviva.com.br/blog/sustentabilidade-na-educacao-infantil-por-que>. Acesso em: 7 maio 2022.



United Nations Children's Fund (UNICEF) (2018). **Learning through Play: Strengthening Learning through Play in Early Childhood Education Programmes**. New York: UNICEF Education Section, Programme Division.

VIEIRA, Liszt. **O rumo atual e a perda da biodiversidade no Brasil**. [S. l.], 15 set. 2014. Disponível em: <https://oeco.org.br/analises/28642-o-rumo-atual-e-a-perda-da-biodiversidade-no-brasil/>. Acesso em: 7 maio 2022.

WOLFF, L. F. **Abelhas e polinização: perda de biodiversidade no Bioma Pampa**. [s. l.], 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1130700/1/Wolf-Congresso-sobre-Bioma-Pampa.pdf>. Acesso em: 13 jul. 2022.

ZANON, Mariana S.; VALE, Mariana M.; ALVES, Maria Alice S. **Missing for the last twenty years: the case of the southernmost populations of the Tropical Mockingbird *Mimus gilvus* (Passeriformes: Mimidae)**. *Zoologia* (Curitiba), v. 32, p. 01-08, 2015.

## **Moda e sustentabilidade – uma tendência progressiva e permanente: análise dos artigos publicados nas 10 edições do ENSUS**

### *Fashion and sustainability - a progressive and permanent trend: analysis of the articles published in the 10 editions of ENSUS*

**Glauber Soares Junior, Doutorando em Processos e Manifestações Culturais, Feevale.**

[glaubersoares196@hotmail.com](mailto:glaubersoares196@hotmail.com)

**Ítalo José de Medeiros Dantas, Doutorando em Processos e Manifestações Culturais, Feevale.**

[italodantasdesign@hotmail.com](mailto:italodantasdesign@hotmail.com)

**Fabiano Eloy Atilio Batista, Doutorando em Economia Doméstica, Universidade Federal de Viçosa.**

[fabiano\\_jfmg@hotmail.com](mailto:fabiano_jfmg@hotmail.com)

**Jailson Oliveira Sousa, Mestrando em Design de vestuário e moda, Universidade do Estado de Santa Catarina.**

[jailson.designmoda@outlook.com](mailto:jailson.designmoda@outlook.com)

### **Resumo**

Esse artigo procura compreender as perspectivas e as contribuições de pesquisas que interconectam moda e sustentabilidade, utilizando como contexto específico o caso do evento científico Encontro de Sustentabilidade em Projeto – ENSUS. Trata-se de um estudo de abordagem quantitativa-qualitativa do tipo exploratório-descritiva, realizada mediante a uma análise sistemática de bibliografia, em que, com apoio no *software IRaMuTeQ®*, foram elencadas redes temáticas. Quanto aos principais resultados, foram encontrados 76 textos classificados em três redes de temas: I) Sustentabilidade, processos produtivos e uso de resíduos; II) Designer de moda e sustentabilidade; e III) Moda, consumo e impacto ambiental. Se em outrora, os debates tramados focalizavam nos impactos ambientais ocasionados pela produção e consumo de roupas de forma rápida e massificada, no atual contexto contemporâneo, as discussões centralizam-se cada vez mais na criação de estratégias e na utilização de tecnologias que visam a diminuição das consequências socioambientais acarretadas pela indústria da moda.

**Palavras-chave:** Moda; vestuário; têxteis; sustentabilidade; pesquisas.

### Abstract

*This article aims to understand the perspectives and contributions of researches that interconnect fashion and sustainability, using as specific context the case of the scientific event Encontro de Sustentabilidade em Projeto - ENSUS. This is a study of quantitative-qualitative approach of exploratory-descriptive type, carried out through a systematic analysis of bibliography, in which, with support of the software IRaMuTeQ®, thematic networks were listed. As for the main results, 76 texts were found classified into three thematic networks: I) Sustainability, production processes and waste use; II) Fashion designer and sustainability; and III) Fashion, consumption and environmental impact. If in the past, the debates focused on the environmental impacts caused by the production and consumption of clothes in a fast and massive way, in the current contemporary context, the discussions are increasingly centered on the creation of strategies and the use of technologies that aim to reduce the socio-environmental consequences caused by the fashion industry.*

**Keywords:** Fashion; clothing; textiles; sustainability; research.

## 1. Introdução

O mercado da moda, bem como as pesquisas realizadas sobre esse campo temático, incorpora de forma progressiva os preceitos da sustentabilidade. Se por um lado, a indústria têxtil e de vestuário ainda é uma das que mais poluem o meio ambiente, por outro, existe uma série de pesquisadores e eventos científicos que trabalham buscando por soluções para que o processo produtivo de novos produtos desse segmento seja cada vez menos prejudicial à esfera ambiental.

Existe então um empenho em modificar algumas lógicas mercadológicas e produtivas, visando solucionar e diminuir os efeitos gerados por essa indústria. A sustentabilidade tornou-se uma tendência global, enquanto essa temática é cada vez mais discutida nos âmbitos acadêmico e de mercado. Em relação às pesquisas realizadas acerca do diálogo moda-sustentabilidade, existe uma gama de subtemas cuja focalização se dá de forma bastante específica e diversificada.

A partir desses pressupostos, esse artigo foi desenvolvido com a finalidade de compreender as perspectivas e as contribuições de pesquisas que relacionam moda e sustentabilidade, utilizando como contexto específico o caso do evento científico Encontro de Sustentabilidade em Projeto – ENSUS – que foi realizado em dez edições. Pesquisas como essa se justificam inicialmente pelo levantamento e análise do estado da arte de uma temática específica.

A escolha pelo ENSUS foi estimulada pela compreensão de que se trata de um dos principais eventos científicos do Brasil no que diz respeito a sustentabilidade, assimilando que o mesmo possibilita que sejam discutidas tensões relacionadas a moda e ao design de vestuário. Ainda, pelo evento, poder-se-á averiguar as progressões dos estudos que interrelacionam moda e sustentabilidade, sobretudo ao observar que a primeira edição ocorreu no ano de 2007 e a última em 2022, havendo um espaço temporal de 15 anos – tempo em que

ocorreram modificações significativas, sobretudo tecnológicas, que possibilitaram novas discussões em relação à aplicação do conceito de sustentabilidade no desenvolvimento de produtos têxteis.

## 2. Procedimentos Metodológicos

Em relação à metodologia, trata-se de uma pesquisa de abordagem quantitativa-qualitativa, pois foram levantados e posteriormente analisados um número específico de dados bibliográficos. No que concerne aos objetivos, é um estudo exploratório-descritivo ao explorar e conhecer um determinado nicho de pesquisas, gerando descrições das principais características destas.

Quanto aos procedimentos técnicos, realizou-se uma revisão sistemática de literatura, extraíndo as principais contribuições de uma determinada área temática. Apoiando-se em Wolf e Capra (2018), o texto foi desenvolvido a partir de quatro etapas: I) escolha da base de dados; II) busca por marcadores; III) seleção do que seria analisado; IV) realização da análise dos conteúdos e criação de redes temáticas.

Os dados foram analisados por meio da construção de redes temáticas como propõe Attride-Stirling (2001), com auxílio do *software IRaMuTeQ®*, local onde foram manuseadas especificamente as ferramentas 'nuvem de palavras' e 'dendrograma de classificação'. Nessa análise, os artigos foram decodificados e separados em grupos temáticos. Em cada grupo foram amalgamados estudos que possuíam temáticas centrais semelhantes ou próximas.

A base de dados utilizada para a busca dos textos foram os anais do evento ENSUS. Nessa base, buscou-se pelos marcadores moda, vestuário, roupa, têxtil e têxteis. Como critério de inclusão, pelo menos um destes termos deveria estar presente nos títulos e/ou nas palavras-chave dos manuscritos encontrados. Pelos marcadores, encontraram-se 76 artigos. A primeira etapa realizada foi a leitura dos títulos, palavras-chave e dos resumos dos textos. A partir disso, todos os manuscritos selecionados foram incluídos nas análises.

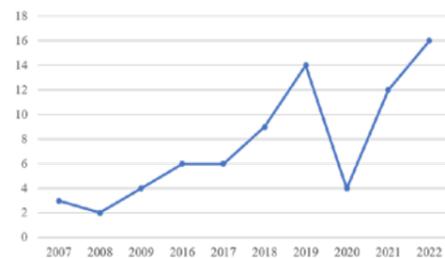
Posteriormente, realizou-se a leitura dos artigos em sua totalidade, decodificando os temas, subdividindo-os em três grandes áreas temáticas, sendo estas: I) Sustentabilidade, processos produtivos e uso de resíduos; II) Designer de moda e sustentabilidade; e III) Moda, consumo e impacto ambiental. Em relação às dificuldades quanto a metodologia, destaca-se que este caminho metodológico foi uma possibilidade, mas não o único. A busca pelos termos supramencionados deu especificidade a este manuscrito, mas, simultaneamente, pode ter ocasionado na exclusão de outros textos, fazendo com que o levantamento possa ter sido subestimado.

## 3. Resultados e discussões

Quanto aos resultados quantitativos, constatou-se a existência de 76 artigos que versam sobre a temática ora estudada. Em relação à periodicidade das publicações, como mostra os dados do Gráfico 1, desde a primeira edição do evento, pelo menos dois textos foram publicados em cada ano. Para além, consegue-se constatar que a partir de 2016 – com exceção para o ano de 2020 – esses estudos foram sendo cada vez mais publicados. Os textos mostram que é cada vez mais necessária a preocupação com o meio ambiente quanto a degradação

causada pela indústria da moda. Uma das explicações para esse crescimento pode ser a criação de sessões temáticas específicas para a moda e design de vestuário.

Gráfico 1: Artigos publicados por ano do evento.



Fonte: Dados da pesquisa (2023).

Prosseguindo as análises quantitativas, mas já iniciando conjuntamente a investigação qualitativa, foi produzida através do IRaMuTeQ® uma nuvem de palavras com o uso dos resumos dos artigos. Por essa ótica, consegue-se observar a multiplicidade dos temas desses textos. Assim, atenta-se para o vocábulo moda (frequência de 127) circundado por assuntos distintos, tais quais: produto e design (125), sustentabilidade e sustentável (105), resíduo e têxtil (73), consumo e consumidor (56), material (51), processo (43), ambiental (39), desenvolvimento (34), indústria (34), estudo (31), entre outros termos que auxiliam a desvelar as preocupações e os tensionamentos dos pesquisadores que interrelacionam moda e sustentabilidade.



Figura 1: Nuvem de palavras das pesquisas. Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A etapa posterior foi a separação e o agrupamento dos artigos conforme os temas centralizados. Nessa circunstância, as redes criadas podem ser melhor observadas na Figura 2, em que novas nuvens de palavras (realizadas pela ferramenta dendrograma de classificação) subdividem esses textos em três seções que serão apresentadas e detalhadas nos próximos tópicos.

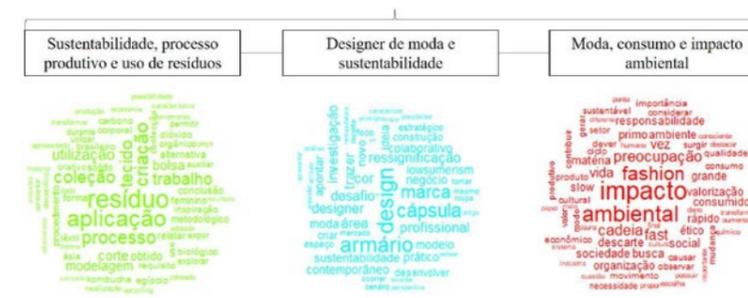


Figura 2: Redes temáticas das pesquisas. Fonte: elaborado pelos autores (2023).

### 3.1. Sustentabilidade, processo produtivo e uso de resíduos

Em meio aos 76 artigos que discutiram as dinâmicas tramadas no diálogo entre a indústria têxtil e de vestuário e a sustentabilidade, 26 textos focalizaram na exploração e/ou no desenvolvimento de processos produtivos, na criação de novas fibras e principalmente, na reutilização de resíduos para a confecção de novas peças de vestuário. É interessante observar que o primeiro texto desta seção foi publicado no ano de 2008, entretanto, foi a partir de 2016 que estas temáticas passaram a circular no evento de maneira constante, sendo um indicativo da progressão dos estudos dessa temática e da inserção de tecnologias nos processos produtivos de artigos de moda.

No que tange aos trabalhos que abordam os processos produtivos, o destaque central está na análise e na aplicação de conceitos ligados a sustentabilidade na cadeia de produção dos artefatos de moda. Dessa forma, o primeiro dos textos publicados nessa seção, de Mucci (2008) abordou a utilização da moulage – modelagem tridimensional – intuindo aproveitar 100% dos tecidos para usufruir de toda a matéria-prima e não gerar desperdícios, eliminando os recortes das peças. Em direcionamento similar, focalizando processos de modelagem, outras pesquisas destacaram a tentativa de utilizar do conceito de *zero waste* – lixo zero – como metodologia produtiva para a redução do desperdício de matérias, sendo o caso do trabalho publicado por Rocha e Piccoli (2018), que desenvolveram uma coleção de vestuário feminino por meio do uso de algodão e tingimento natural. Para atingir o conceito supramencionado, foram desenvolvidas peças amplas semelhantes a túnicas. Cavalcanti e Silva (2022) alinharam o conceito de *zero waste* a economia circular, demonstrando a possibilidade de utilização mais consciente de recursos naturais.

Outros manuscritos evidenciaram as possibilidades da técnica do *upcycling* – reutilização – na indústria da moda, algumas inclusive, elucidando questões como experiências sensoriais para pessoas com deficiência. Entre esses casos, tem-se os tensionamentos de Binotto (2019) que pesquisou a contextura da coleção re-FARM da marca FARM, em que roupas inutilizadas e resíduos foram utilizados para a criação de novas peças. Outros conceitos abordados nesse grupo foram o de *prosumer* – quando o consumidor participa do desenvolvimento dos produtos – e da aplicação da *biomimética* – conhecimento acerca de estruturas biológicas para serem aplicadas em diversas áreas – especificamente quanto a biodiversidade amazônica, na moda.

Em referência a criação de novos materiais, foram encontrados textos que exploram fibras têxteis pouco utilizadas e outros que desenvolvem novas, e entre esses projetos, consegue-se visualizar a progressão das tecnologias para a diminuição dos impactos causados ao meio ambiente. Pode-se citar o trabalho de Santos *et al.*, (2019) que observaram a aplicação de

tecidos confeccionados por meio da utilização da *Kombucha*, produzindo a partir de tal, acessórios de moda. Outros materiais observados por distintas pesquisas foram a juta, a malva, a celulose bacteriana, a casca de arroz, folhas de fórmio, caruma, cana de bambu, folha de palmeira e a criação de um compósito de fibra têxtil desfibrada proveniente de uniformes e resina poliuretana vegetal de mamona. Importante pontuar que a maioria desses estudos demonstra os benefícios e as dificuldades da utilização dessas fibras, mas reverberam que estes materiais possuem condições de serem usados para a produção de moda. Nesse agrupamento, também foram amalgamados artigos que se utilizam de materiais não tão convencionais como abordado por Merisio e Rosa (2017) que propuseram a possibilidade da aplicação de borracha de pneus descartados como superfícies táteis para o design de moda inclusivo.

Por fim, quanto ao aproveitamento de resíduos têxteis, as pesquisas são das mais diversas, mas possuem como núcleo comum a questão do reaproveitamento visando prolongar o ciclo de vida de materiais têxteis e de reutilizar refugos desperdiçados. Algumas pesquisas são de cunho bibliográfico e abordam principalmente o aspecto da reciclagem, especialmente a respeito das sobras de têxteis deixadas pelo setor de corte de confecções. Outros projetos propõem a utilização desses dejetos e trama relações com cooperativas locais, visando reciclar, reaproveitar e aplicar esses artefatos em novos produtos. Entre essas reflexões, têm-se os estudos de Coutinho e Frade (2022) que idealizaram a confecção de adornos a partir de resíduos de cacos de cerâmica cozidos. Ainda nessa ótica dos resíduos, destacam-se os estudos de Carvalho *et al.*, (2020) que por um estudo de caso realizado em uma indústria localizada no Estado de Santa Catarina, elucidaram que a reciclagem, o reuso e a descontaminação são as destinações mais adequadas para esses refugos. Finalmente, um dos artigos possuía uma temática de preocupação bastante atual que diz respeito a geração de resíduos plásticos e microplásticos e a estagnação da reciclagem destes. Assim, Beppler, Dickie e Santos (2020) apresentam no estudo o desenvolvimento de uma coleção de acessórios produzidos por meio da reciclagem artesanal de resíduos plásticos ressaltando a possibilidade de reutilização destes materiais.

### 3.2. Designer de moda e sustentabilidade

Em se tratando da segunda rede temática identificada, pode resumi-la como a dimensão em que o papel do designer de moda, profissional que atua na área, cruza com as diversas fronteiras da sustentabilidade aplicada ao desenvolvimento de produto ou ações, seja ela de cunho ambiental, social ou econômica. Dentre os 76 textos analisados, 25 se caracterizam enquanto pertencentes a esta rede temática. Tal como o subtópico anterior, os primeiros artigos desta temática sugeriram nos anos de 2007 e 2009, no entanto, tal escopo somente se consolidou no âmbito do encontro mais amplamente a partir de 2017, sendo confirmado como um ano relevante para as pesquisas na área do *slow fashion*, isto é, quando a questão da sustentabilidade borbulhou de maneira mais ampla entre os designers de moda e a discussões sobre sustentabilidade se massifica entre os consumidores.

Com relação ao conteúdo dos trabalhos, destaca-se, amplamente, o pensar de práticas sustentáveis na configuração de produtos de moda, em especial a ideia do fomento ao consumo e ao artesanato. Tais artigos focam na perspectiva do produtor de moda como um mediador da necessidade e busca pela valorização dos atributos artesanais como um item essencial para o desenvolvimento sustentável da sociedade ou de comunidades tradicionais e a

criação de produtos mercadologicamente orientados. Dentre os trabalhos abarcados nesta seção, enfatiza-se o de Soratto *et al.* (2017), quando os autores discutem o papel da gestão do bordado, considerando o trabalho manual, em empresas de confecção da cidade de Araranguá (Santa Catarina), e como tais ações influenciam na economia criativa local e na promoção da sustentabilidade social e econômica.

Ainda nesta seção, identificaram-se trabalhos que trazem uma perspectiva de projetos acadêmicos, bem como práticas extensionistas desenvolvidas em âmbito universitário, como contributos para a formação sustentável do designer de moda. Essas discussões podem ser vislumbradas nos artigos de Babinski Júnior *et al.* (2019) e Morgenstern (2022), onde os autores apresentam propostas que conectam o compartilhamento de espaços universitários, de aprendizados dos alunos, com a valorização da economia circular, da parceira durante o processo de criação de novos produtos de moda, seja pela vinculação a comunidades tradicionais de artesanato para proposição de novas peças ou a criação de espaços de *coworking*.

Em consonância, esta rede temática apresenta discussões voltadas a definição dos requisitos projetuais para o desenvolvimento de produtos de moda ecologicamente orientados. Os trabalhos desta seção foram os primeiros a aparecer no encontro, demonstrando a necessidade dos designers em debater e descobrir os principais meios e necessidades inerentes a proposição de tais artefatos. Nesse contexto, pode-se destacar o trabalho de Ruiz, Pinheiros e Pires (2009), em que os autores ressaltam o pensamento holístico no design de produtos de moda, partindo desde o conhecimento sobre a origem da matéria-prima, seu posterior impacto no ambiente e o papel do designer como um ator social, que viabiliza um processo produtivo e um pós-consumo mais limpo, saudável e sustentável. Tais discussões vão ao encontro da ideia de *slow fashion*, que se torna mais massificada alguns anos após a publicação deste estudo. Ainda nessa ideia, Puppim e Beduschi (2018) conduzem uma investigação acerca da epistemologia da Eco Fashion, definindo áreas de estudo que se cruzam com a prática de definição dos requisitos projetuais em moda, sendo elas a de matéria-prima, transparência nos processos, consumo e ciclo de vida do artefato.

De tal forma, em consonância a seção anterior, esta última apresenta proposta de produtos ou marcas que carregam aspectos sustentáveis, também considerando a sua triade, não somente a ambiental. Nesse entremeio, ressalta-se a pesquisa de Zacheo *et al.* (2017), no que tange a produção de um sutiã para mulheres mastectomizadas, valorizando o corpo e a sustentabilidade social. Outros estudos ressaltam o emprego de técnicas de construção *upcycling* (LUCIETTI *et al.*, 2017) e a inserção de conceitos acadêmicos, mais especificamente o *Cradle to Cradle* – a Ecoefetividade, na construção de estruturas têxteis (VAVOLIZZA; CHAVES, 2018). Assim sendo, observou-se que as práticas vislumbram mais amplamente a sustentabilidade social, e como esta pode contribuir para o bem-estar dos consumidores.

### 3.3. Moda, consumo e impacto ambiental

Uma das primeiras temáticas reverberadas no evento diz respeito as problemáticas relacionadas ao consumo exacerbado de itens de vestuário. Foram 25 os manuscritos publicados acerca dessa temática, dos quais, seis, tiveram circulação nas três primeiras edições do evento. Esses textos focalizavam principalmente em desencadear reflexões sobre a

relevância da moda ser produzida e consumida de forma consciente e ética, como já salientavam Schulte e Lopez (2007).

Essas pesquisas foram realizadas por diferentes metodologias – de investigações bibliográficas até estudos de caso – abordando aspectos que perpassam pelos problemas gerados pela indústria têxtil e de moda na produção exacerbada de artefatos que são confeccionados com o uso de recursos naturais, até a tentativa de postergar o descarte e o ciclo de vida de roupas pela compra e venda de peças de segunda mão em brechós. Em tal circunstância, Abreu (2018) urdiu análises sobre a produção e o consumo de moda por meio do estudo de dois casos, salientando o advento da indústria 4.0 e a geração de alternativas como o *zero waste* e o *upcycling*.

Também a partir de estudos de caso, outras pesquisas observaram o potencial de consumo de produtos *slow fashion* em localidades específicas, como pontuado por Dantas *et al.* (2022) que destacaram o caso do Rio Grande do Norte. Para esses autores, esse movimento de desaceleração da produção e do consumo de moda influencia de maneira positiva na decisão de compra dos consumidores de moda do RN, sobretudo em relação às dimensões da equidade, do localismo e da exclusividade.

O que se consegue apurar no geral dessas pesquisas é que a moda, o consumo e os impactos ambientais, sociais e econômicos oriundos dessa relação vem sendo, ao longo dos anos, um vasto campo de estudo na e sobre a sociedade brasileira. As principais problemáticas investigadas estão atreladas aos danos oriundos do consumo exacerbado de artefatos de moda, sua produção em larga escala e o seu descarte, o que vem apresentando grandes desafios à sustentabilidade. Nessa perspectiva, Martim *et al.* (2022) trouxeram tensionamentos específicos sobre o comportamento de consumidores, realçando elementos como a oferta abundante de artefatos de moda e como isso intensifica o consumismo, entre outras questões.

As discussões sobre sustentabilidade no Brasil vêm contribuindo no delineamento de novas teorias e conceitos relacionados aos processos da prática no campo do design de vestuário e oportunizando para que se possa reconhecer as limitações ambientais dos produtos e processos já existentes.

#### 4. Análises dos Resultados ou Discussões

A partir dos resultados, percebeu-se que quando se fala e se estuda as relações entre moda e sustentabilidade, um dos grandes desafios de designers e pesquisadores está na aplicação do conceito sustentável na cadeia e nos processos produtivos de objetos têxteis e de vestuário. Berlim (2021) auxilia na construção e no fortalecimento do conceito de *slow fashion* – moda lenta – ao salientar que a moda se tornou uma temática de discussão para si própria na modernidade tardia, em que a sociedade enfrenta problemáticas socioculturais, políticas e ambientais específicas de seu tempo. Nesse contexto, as pesquisas aqui analisadas buscam por soluções para a resolução destas tensões. Assim, no campo da moda, a questão da sustentabilidade torna-se cada vez mais um ponto indispensável para a produção e consumo de artefatos têxteis.

A vida cotidiana tornou-se pautada na velocidade. Assim, a maneira de produzir e consumir moda comede-se também de forma veloz, sendo inclusive um modelo de negócio regulado pela busca desenfreada por lucro e pela obsolescência programada de produtos feitos para serem efêmeros (LIPOVETSKY, 2009). A produção *slow* surge como um movimento

que questiona a lógica do funcionamento hegemônico do sistema capitalista, a velocidade, a massificação e a padronização da confecção e do consumo de moda (BERLIM, 2021).

É interessante perceber que conceitos distintos são imbricados nessas pesquisas, mas que se direcionam para um caminho similar. Assim, para além da sustentabilidade e do *slow fashion*, outros estudos dialogam também acerca da economia verde, visando melhorar o bem-estar social e do meio ambiente a partir de uma articulação entre a produção industrial, a sustentabilidade e a valorização da cultura. Esses estudos situam a produção do vestuário pelos prismas da economia criativa e circular, da economia compartilhada, da colaborativa e do comércio justo (DUARTE; SANTOS, 2021).

Assim como reverberam Berlim (2021), Duarte e Santos (2021) e Barros e Nunes (2021), repensar a maneira de produzir e consumir e acerca do ciclo de vida dos produtos de moda é um caminho que não tem espaço para volta. Aplicar a sustentabilidade não é mais algo diferenciador e agregador de valor, mas sim uma necessidade. Dessa forma, projeta-se a utilização de novas técnicas, tecidos e tecnologias, mas também pode-se olhar para processos já existentes, como, por exemplo, o uso de pigmentos naturais, técnicas e matéria-prima artesanal no design têxtil. Por esse ângulo, o diálogo moda e artesanato também é abordado como um caminho possível para o desenvolvimento de produtos mais sustentáveis.

Uma problemática bastante investigada diz respeito aos resíduos sólidos oriundos da indústria da moda. Para essa situação, vem sendo pensadas soluções para a redução e até mesmo eliminação destes refugos. Muitas técnicas são elaboradas e aplicadas para isso, tais quais o *upcycling* e o design multiuso e a criação de peças modulares (GENTILE; MORO; MENDES, 2016).

A sistematização de práticas produtivas para a indústria têxtil e de vestuário é uma contribuição relevante de algumas dessas pesquisas, por possibilitar que sejam repensados processos produtivos. As etapas produtivas podem ser readequadas de forma gradual, fazendo com que as empresas progridam continuamente sua maturidade sustentável (BARROS; NUNES, 2021).

Ainda, existe um grupo de estudos que focaliza na análise e no desenvolvimento de novas fibras naturais que podem ser compreendidas como materiais substitutivos para os sintéticos e plásticos. O conceito de inovação é abordado em conjunto com a sustentabilidade no estudo e na manufatura de produtos têxteis. Assim, o design de biomateriais têxteis é visto como uma possibilidade ao uso de fibras sintéticas – diminuindo, por consequência, a problemática dos microplásticos. Então, são estudadas e realizadas experimentações a partir do design estratégico, em que são produzidos têxteis por meio de amido de milho, materiais à base de gelatina e alginato de sódio (BARAUNA, *et al.*, 2022), entre outras.

#### 5. Conclusão ou Considerações Finais

Conclui-se que as pesquisas que intercambiam o design de vestuário e a moda com a sustentabilidade são desenvolvidas para: I) gerar soluções para a cadeia e processos produtivos; II) para o ensino e a aprendizagem do designer de moda; III) para o consumo e a conscientização social; IV) para orientar o descarte correto e o reaproveitamento de refugos; V) tudo isso focalizando na diminuição dos impactos ocasionados pela indústria têxtil e de vestuário nos âmbitos social e ambiental.



A partir disso, ao considerarmos as atuais condições de nosso planeta, podemos problematizar qual tem sido o papel real dos designers e dos pesquisadores. Assim, estes profissionais podem, devem e auxiliam nas mudanças de paradigmas no fazer de suas profissões, buscando a melhoria na qualidade de vida dos sujeitos e do ambiente de forma holística e sustentável.

Assim, no que diz respeito ao objetivo do presente estudo, em compreender as perspectivas e contribuições quanto as pesquisas já desenvolvidas e presentes no ENSUS, o texto mostra um dado quantitativo relevante quanto a base teórica já produzida e disseminada, uma vez que, está contribui para um estado da arte cada vez mais consistente e sólido, para que assim as discussões acerca dessa área temática sejam cada vez mais ampliadas nas futuras pesquisas, dando continuidade e promovendo amplo diálogo a respeito da sustentabilidade no contexto da moda.

## Referências

ABREU, B. Perspectivas do consumo de moda com o advento da indústria 4.0 e a produção sustentável. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 6., 2018, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2018. p. 101-110. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/16rY5oBEXL6FUMNn78zBa3vW9FeOizsLe/view>. Acesso em: 10 mar. 2023.

ATTRIDE-STIRLING, J. Thematic networks: an analytic tool for qualitative research. **Qualitative Research**, [S.L.], v. 1, n. 3, p. 385-405, dez. 2001. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/146879410100100307>. Disponível em: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/146879410100100307>. Acesso em: 18 jan. 2023.

BABINSKI JÚNIOR, V. *et al.* Sustentabilidade, universidade e comunidade: práticas extensionistas no âmbito da moda. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 7., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2019. p. 279-291. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/244902/VOLUME-5-279-291.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 mar. 2023.

BARAUNA, D.; RENCK, E.; SANTOS, M.; TOMÉ, P. D. Práticas de experimentação em design de biomateriais como uma estratégia para a moda sustentável. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 95-108, 2022. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n2.95-108. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/5244>. Acesso em: 6 mar. 2023.

BARROS, T.; NUNES, dos G. A. Sustentabilidade na indústria do vestuário: estudo de caso em uma empresa do segmento moda festa. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 115-124, 2021. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n2.115-124. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/4292>. Acesso em: 6 mar. 2023.

BERLIM, L. G. Contribuições para a construção do conceito Slow Fashion: um novo olhar sobre a possibilidade da leveza sustentável. **dObra[s] – revista da Associação Brasileira de Estudos de Pesquisas em Moda**, [S. l.], n. 32, p. 130-151, 2021. DOI:

10.26563/dobras.i32.1370. Disponível em: <https://dobras.emnuvens.com.br/dobras/article/view/1370>. Acesso em: 6 mar. 2023.

BINOTTO, R. C. O conceito Upcycling aplicado à moda: um estudo de caso da marca farm. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 7., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2018. p. 402-413. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/244949>. Acesso em: 10 mar. 2023.

CARVALHO, M. M. *et al.* Resíduos sólidos têxteis e sua destinação: o exemplo de uma empresa em Santa Catarina. In: ENSUS - encontro de sustentabilidade em projeto, 8., 2020, Palhoça. **Anais [...]**. Palhoça: UNISUL/UFSC, 2020. p. 150-161. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1OKKocTxbIutO-xTIDdRTlxTasDhJNihA/view>. Acesso em: 03 mar. 2023.

CARVALHO, M. M.; DICKIE, I. B.; SANTOS, A. S. dos Reciclagem artesanal de polímeros para aplicação no desenvolvimento de coleção de acessórios de moda. In: ENSUS - encontro de sustentabilidade em projeto, 8., 2020, Palhoça. **Anais [...]**. Palhoça: UNISUL/UFSC, 2020. p. 385-396. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1OKKocTxbIutO-xTIDdRTlxTasDhJNihA/view>. Acesso em: 03 mar. 2023.

CAVALCANTI, A. L. M. de S.; SILVA, T. S. da. Economia Circular e Zero Waste na Indústria de Moda Brasileira. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 10., 2022, Marabá. **Anais [...]**. Marabá: UNIFESSPA/UFSC, 2022. p. 831-841. Disponível em: <https://ensus2022.paginas.ufsc.br/anais/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

COUTINHO, I. P.; FRADE, J. M. C. B. C. Design de adornos de corpo obtidos a partir da conformação através de molde e posterior maquinação simples de mosaicos de resina epóxi carregados com resíduos cozidos de faiança. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 10., 2022, Marabá. **Anais [...]**. Marabá: UNIFESSPA/UFSC, 2022. p. 156-66. Disponível em: <https://ensus2022.paginas.ufsc.br/anais/>. Acesso em: 10 mar. 2023.

DANTAS, I. J. M. de. *et al.* Estudo sobre o potencial do consumo de produtos *slow fashion* no Rio Grande do Norte. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 10., 2022, Marabá. **Anais [...]**. Marabá: UNIFESSPA/UFSC, 2022. p. 763-774. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/245073>. Acesso em: 10 mar. 2023.

DUARTE, G. G.; SANTOS, A. dos. Construindo um design para a economia verde. **dObra[s] – revista da Associação Brasileira de Estudos de Pesquisas em Moda**, [S. l.], n. 32, p. 41-65, 2021. DOI: 10.26563/dobras.i32.1366. Disponível em: <https://dobras.emnuvens.com.br/dobras/article/view/1366>. Acesso em: 6 mar. 2023.

GENTILE, A. P.; MORO, R. de C. L.; MENDES, F. D. Design com foco na redução dos resíduos sólidos: um estudo de caso em malharia retilínea. **Modapalavra e-periódico**, Florianópolis, v. 9, n. 17, p. 334-358, 2016. DOI: 10.5965/1982615x09172016334. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/1982615x09172016334>. Acesso em: 6 mar. 2023.

LIPOVETSKY, G. **O império do efêmero**: a moda e seu destino nas sociedades modernas. São Paulo: Companhia de Bolso, 2009.



LUCIETTI, T. J. *et al.* O uso do *upcycling*: um estudo de caso no segmento da moda. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 5., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2017. p. 660-670. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/16J2Ha6xu4vCiRYAloZvUvyvNC5zoQkrL/view>. Acesso em: 05 mar. 2023.

MARTIM, P. *et al.* Moda desvairada, consumo inesgotável. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 10., 2022, Marabá. **Anais [...]**. Marabá: UNIFESSPA/UFSC, 2022. p. 775-786. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/245074>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MERISIO, D; ROSA, S. da. Design sustentável: a transformação de pneus em superfícies táteis. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 5., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2017. p. 351-360. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1ZFPk-wNCjPFMxMXHL4s2yIkO-nSbVOs1/view>. Acesso em: 05 mar. 2023.

MUCCI, A. E. Produtos de moda desenvolvidos por meio da moulage com total aproveitamento de matéria prima e conceitos de sustentabilidade. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto do Vale do Itajaí, 2., 2008, Vale do Itajaí. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2008. p. 1-10. Disponível em: <https://ensus2008.paginas.ufsc.br/files/2015/09/Produtos-de-moda-desenvolvidos.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2023.

PUPPIM, R; BEDUSCHI, D. P. Epistemologia do *eco fashion*: contributos à prática do design de moda e sustentabilidade. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 6., 2018, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2018. p. 221-232. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1qcGMTpAbOr6xMbuyJbBTmlZIdHUKzEvV/view>. Acesso em: 10 mar. 2023.

ROCHA, L. M; PICCOLI, M. Estudo e aplicação da modelagem Zero Waste no desenvolvimento de uma coleção de moda feminina. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 6., 2018, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2018. p. 243-254. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1O9gK4S5rF2J4\\_Un2Afm3QIY163vl\\_vMB/view](https://drive.google.com/file/d/1O9gK4S5rF2J4_Un2Afm3QIY163vl_vMB/view). Acesso em: 10 mar. 2023.

RODRIGUES, T. Z. *et al.* “Blusiã”: design de moda inclusiva e sustentável para mulheres mastectomizadas. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 5., 2017, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2017. p. 637-648. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1ybUUIGnBjlgktQW0hFBvyXx5UiMHVRbD/view>. Acesso em: 05 mar. 2023.

RUIZ, M. R. S. de; PINHEIRO, E; PIRES, D. B. responsabilidade do designer no desenvolvimento de projetos de moda sustentáveis. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 3., 2009, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2009. p. 1-8. Disponível em: <https://ensus2009.paginas.ufsc.br/files/2015/09/A-RESPOSABILIDADE-DO-DESIGN-PROJ-ETOS-DE-MODA-UNIPAR.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2023.

SANTOS, V. M. C. *et al.* A Utilização de novas tecnologias na Moda: aplicação de tecido orgânicos fabricados a partir de Kombucha na confecção de bolsas e acessórios da moda. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 7., 2019, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2019. p. 10-22. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/244883/VOLUME-5-10-22.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 mar. 2023.

SCHULTE, N. K; LOPEZ, L. D. Sustentabilidade ambiental no produto de moda. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto do Vale do Itajaí, 2., 2008, Vale do Itajaí. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC, 2007. p. 1-7. Disponível em: <https://ensus2007.paginas.ufsc.br/files/2015/08/Sustentabilidade-Ambiental-no-Produto-de-Moda1.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2023.

SILVA, B; MORGENSTERN, E. *Coworking* de moda: o crescimento de espaços de trabalho compartilhados. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 10., 2022, Marabá. **Anais [...]**. Marabá: UNIFESSPA/UFSC, 2022. p. 842-852. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/245080/Vol.%206%20842%20-%20852.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 10 mar. 2023.

VAVOLIZZA, R; CHAVES, L. T. Estudo de caso: uma proposição da teoria *Cradle to Cradle* C2C para contexto têxtil catarinense. In: ENSUS - Encontro de sustentabilidade em projeto, 6., 2018, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: UFSC/VIRTUHAB, 2018. p. 1704-1718. Disponível em: <https://drive.google.com/file/d/1y0Cy7DBLXaSA3ncQKpAoqmQr5HL6D5IL/view>. Acesso em: 10 mar. 2023.

WOLFF, F; CAPRA, A. A Análise Sistemática como técnica para pesquisa em design. In: VAN DER LINDEN, J. C. S. de; BRUSCATO, U. M; BERNARDES, M. M. S. e. (Orgs.). **Design em Pesquisa** – Vol. II. Porto Alegre: Marca visual, 2018. p 454-468.



## Indústria 4.0: conceitos, ferramentas e aplicações na indústria brasileira

### *Industry 4.0: concepts, tools and applications in the Brazilian industry*

**Icléia Silveira, Doutora, Universidade do Estado de Santa Catarina**

icleiasilveira@gmail.com

**Amanda Camara Manso, Graduanda, Universidade do Estado de Santa Catarina**

amandacamaramanso@gmail.com

**Amanda da Silveira Bairros, Especialista, Universidade do Estado de Santa Catarina**

amanda.sbairros@hotmail.com

### Resumo

Este artigo tem como objetivo reunir informações sobre as dimensões da Indústria 4.0, seus conceitos, pilares e aplicações, conceituando-os dentro da realidade mundial e brasileira. Para o embasamento teórico, foram obtidas informações por meio de uma revisão bibliográfica assistemática e qualitativa da literatura disponível em periódicos, anais de eventos e livros. Como resultado, este texto traz uma junção de informações sobre a Indústria 4.0, seus benefícios e riscos, assim como visões diferentes dos resultados de sua aplicação. Ademais, este estudo aponta obstáculos para a implementação desta na Indústria Brasileira, como falta de investimento e questões trabalhistas.

**Palavras-chave:** Indústria 4.0; Sustentabilidade; Ferramentas; Indústria Brasileira.

### Abstract

*This article aims to gather information about the dimensions of Industry 4.0, its concepts, pillars, and applications, conceptualizing them within the world and Brazilian reality. For the theoretical basis, information was transmitted through an unsystematic and qualitative bibliographical review of the literature available in newspapers, proceedings, and books. As a result, this text brings a union of information about Industry 4.0, its benefits and risks, as well as different views of the results of its application. In addition, this study points out obstacles to its implementation in the Brazilian Industry, such as lack of investment and labor issues.*

**Keywords:** Industry 4.0; Sustainability; Tools; Brazilian Industry.

## 1. Introdução

A Indústria 4.0, também conhecida como Quarta Revolução Industrial, pode ser considerada um conceito emergente que se populariza no mercado industrial global, desde sua apresentação na *Hannover Fair* na Alemanha, no ano de 2011 (GERMANO; MELLO; MOTTA, 2021; SCHWAB, 2017). Suas aplicações na Indústria podem ser feitas de formas variadas e por meio de diversas ferramentas. Logo, depois de três Revoluções Industriais, a Indústria 4.0 surge para complementar os modos de produção das indústrias globais e atende uma nova exigência criada pelos novos padrões de consumo atuais, a sustentabilidade (GERMANO; MELLO; MOTTA, 2021).

Os conceitos e ferramentas estudados na Quarta Revolução Industrial são extensos e se aprimoram cada vez mais em razão de estudos realizados na área. Na atualidade, após 11 anos de sua introdução, ferramentas como *IoT*, sistemas *ciber-físicos*, *big data* e realidade aumentada (GERMANO; MELLO; MOTTA, 2021) destacam-se e são algumas das diversas disponíveis que serão posteriormente explicadas e aprofundadas no decorrer do estudo. Ademais, as aplicações das ferramentas podem variar de acordo com a indústria onde está sendo empregada.

Segundo um estudo feito pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) em abril de 2022, 69% das empresas industriais brasileiras já utilizam ao menos uma ferramenta digital implementada pela Indústria 4.0 dentre as 18 apresentadas na pesquisa. Entretanto, ao analisar os dados obtidos pelo estudo, é possível chegar à conclusão de que o processo de digitalização se encontra em seu início ao apresentar que, a maioria das empresas que fazem uso destas ferramentas (26%) utilizam apenas 1 a 3 tecnologias digitais dentre as 18 disponíveis.

Logo, ao observar e comparar a implementação da Indústria 4.0 em um contexto global e contexto nacional Brasileiro, é possível se deparar com diferenças relevantes (PACCHINI *et al.*, 2020) e introduções de novos conceitos, como o Hibridismo Industrial (SILVA *et al.*, 2020). Entretanto, a bibliografia disponível para a aplicação da Indústria 4.0 no contexto nacional, apresenta uma necessidade de mais pesquisas sobre como aplicar os conceitos e ferramentas dentro de uma realidade Nacional Brasileira, onde ainda há falta de recursos para tal investimento (SILVA *et al.*, 2020).

Neste sentido, o estudo sobre a Indústria 4.0 pode ser considerado de extrema importância para novos avanços da indústria brasileira e trata-se de um assunto que necessita ser pesquisado frequentemente para manter os conceitos e ferramentas atualizados de acordo com as novas tecnologias ao serem implementadas na indústria global.

Isto posto, o objetivo deste artigo é reunir informações a respeito de conceitos, ferramentas e aplicações da I4.0. Para seu desenvolvimento, utilizou-se de pesquisa qualitativa, com procedimentos técnicos de pesquisa bibliográfica. Além desta introdução, como estrutura, o texto aborda a indústria 4.0 e seus princípios, discorre acerca de seus principais pilares e ilustra suas aplicações. Por fim, apresentam-se as considerações finais e referências utilizadas na construção do estudo.

## 2. Procedimentos Metodológicos

O presente artigo tem natureza qualitativa e descritiva acerca do tema Indústria 4.0, seus conceitos, pilares e aplicações dentro do mercado industrial brasileiro. Para suporte bibliográfico foi dada prioridade inicialmente às pesquisas mais recentes sobre o tema, e em seguida, às pesquisas de maior destaque e de marco teórico e histórico acerca do assunto.

Após a realização da revisão bibliográfica, a estruturação do artigo e a junção das informações sobre cada tópico foram feitas com finalidade de resumir diversos conceitos presentes em diferentes obras.

## 3. A Indústria 4.0 e seus princípios

Ao analisar o conceito da Indústria 4.0, pode-se observar que se caracteriza como uma conexão inteligente entre maquinários e processos produtivos dentro de uma fábrica em conjunto com tecnologias de informação e comunicação (BFWuE, 2018; GERMANO; MELLO; MOTTA, 2021; SILVA; KOVALEVSKI; PAGANI, 2020). De acordo com Schwab (2017), é a fusão entre as tecnologias e sua interação entre domínios físicos, biológicos e digitais que formam a Quarta Revolução Industrial. Portanto, a Indústria 4.0 é capaz de impactar a sociedade de diversas maneiras.

Na economia, o crescimento econômico é um dos pontos que mais causa divergência entre autores e economistas. Alguns acreditam que o potencial de crescimento já atingiu seu auge e seu impacto na produtividade está em seu último momento, já outros creem que haverá um ponto que causará um maior crescimento em âmbito econômico e um aumento na produtividade. Além disso, outro fator essencial a ser discutido quando se fala de economia, é o emprego, o qual pode ser impactado negativamente se não estudado e analisado em conjunto com a Quarta Revolução Industrial, devido à possível substituição da mão de obra humana por máquinas (SCHWAB, 2017).

Nesta perspectiva, a Indústria 4.0 pode impactar a rede de Negócios por meio de maneiras como mudanças na expectativa do consumidor, melhoria dos produtos e da produção por dados, novas parcerias e modos de colaborações e novos modelos operacionais digitais (SCHWAB, 2017). Com os impactos dessa nova forma de produção, um ponto indispensável a ser discutido é a sustentabilidade. Entretanto, para esta ser feita de modo assertivo, precisa ser contemplada em âmbitos sociais, econômicos e ambientais (GERMANO; MELLO; MOTTA, 2021). Lozano (2019) aponta que como a Indústria 4.0 traz benefícios claros a estes setores, ela pode ser caracterizada pelo seu caráter sustentável.

Devido à Indústria 4.0 ser um conceito relativamente novo no mercado industrial, o seu emprego nas indústrias pode provocar uma série de riscos e desafios para a sustentabilidade. Por exemplo, a sustentabilidade ambiental pode não ser garantida, pois seus benefícios ainda podem não superar os malefícios causados ambientalmente pelo descarte de maquinários e a alta demanda de energia (GERMANO; MELLO; MOTTA, 2021).

Além disso, segundo Bai *et al.* (2020) e Varela *et al.* (2019), Germano, Mello e Motta (2021) afirmam que as ferramentas apresentadas pela Indústria 4.0 tem a capacidade de reduzir o gasto de energia, os recursos no processo de produção e a rede de suprimentos, o que causa impacto diretamente ecológico ao diminuir a produção de carbono e emissão de CO<sub>2</sub> na atmosfera. Entretanto, esses impactos não poderiam ocorrer sem o uso de novas ferramentas trazidas pela Quarta Revolução Industrial, mais conhecidas também como pilares da Indústria 4.0. Para tal, na seção seguinte, alguns apontamentos acerca dos pilares da Indústria 4.0 serão ilustrados.

### 3.2. Pilares da Indústria 4.0

As tecnologias e ferramentas usadas pela Indústria 4.0 são diversas e seu emprego varia de acordo com cada intelectual. Contudo, as mais citadas em artigos científicos, livros e pesquisas são a *Internet Of Things* (IoT), *Internet of Services* (IoS), os Sistemas Ciber-Físicos e a *CyberSecurity*. É importante destacar que algumas tecnologias citadas na construção do texto não são exclusivas da indústria 4.0, tendo sua aparição em revoluções anteriores a esta. Entretanto, estas ferramentas são essenciais para o sucesso da Quarta Revolução Industrial, como *big data* e nuvem de dados (LIMA; GOMES, 2020). Neste artigo serão abordados os conceitos mais famosos dos pilares da Indústria 4.0 entre pesquisadores e intelectuais da área, visando conceituar cada um deles e contextualizar sua importância para a Indústria 4.0.

#### 3.2.1. Internet Of Things (IoT)

A *Internet of Things* é considerada por alguns autores a base da Quarta Revolução Industrial, capacitando objetos tecnológicos a interagirem entre si, trabalhando de forma simultânea e com objetivos iguais ou parecidos, sem restrições físicas ou temporais (COLOMBO; LUCCA FILHO, 2018; HERMANN; PENTEK; OTTO, 2016; LIMA; GOMES, 2020). A interação entre as máquinas, análise de dados e seu armazenamento são algumas das atividades que a Internet das Coisas permitiu às empresas que fossem feitas sem a necessidade da interferência humana (COLOMBO; LUCCA FILHO, 2018).

O seu conceito é caracterizado por “um paradigma tecnológico, no qual objetos físicos estão conectados na rede e são acessados através da *internet*, sem restrição de momento ou lugar” (COLOMBO; LUCCA FILHO, 2018, p.75). Dias (2016), estabelece que a Internet das Coisas possui dois pilares: a Interoperabilidade e seus padrões e a Segurança.

A interoperabilidade se caracteriza pela capacidade das coisas atuarem com um objetivo em comum, sendo estas pessoas, máquinas ou sistemas (LIMA; GOMES, 2020). Logo, ela é essencial quando se trata da *Internet Of Things*, e são os padrões que garantem que esta ocorra de forma correta e transparente, quando se trata de comunicação de informações e serviços entre diferentes máquinas (COLOMBO; LUCCA FILHO, 2018).

### 3.2.2 Internet Of Services

Com base em Buxmann, Hess e Ruggaber (2009), Colombo e Lucca Filho (2018, p. 9) afirmam que a Internet de Serviços “Consiste em uma infraestrutura de serviços e modelos de negócios combinados entre vários fornecedores, e em vários canais, que são acessados pelo consumidor final”. Buxmann, Hess e Ruggaber (2009), afirmam que a *Internet de Serviços* permite que fornecedores possam oferecer seus serviços via internet até mesmo de forma mundial, dependendo do software usado. Com isso, tanto a *Internet Of Things* quanto a *Internet of Services* são consideradas essenciais para a construção de sistemas *ciberfísicos* dentro das indústrias que irão aplicar os conceitos e tecnologias da Quarta Revolução Industrial.

### 3.2.3 Sistemas Ciberfísicos

Os CPSs podem ser caracterizados como sistemas com diversas funções e objetivos construídos por meio de diferentes tecnologias (SILVA; KOVALEVSKI; PAGANI, 2020) e são considerados, por alguns pesquisadores, como sistemas integradores do mundo físico com as infraestruturas automatizadas. Para isso, atuam também em composição com subsistemas para fazer algumas funções (LIMA; GOMES, 2020).

Esses sistemas possuem comportamentos autônomos e descentralizados, e visam criar um sistema interativo, por meio de sensores diversos. Logo, garante o sucesso da Indústria 4.0 por meio do controle e análise de dados e informações gerados pelas máquinas e dispositivos (SILVA; KOVALEVSKI; PAGANI, 2020).

De acordo com Hermann, Pentek e Otto (2016), o desenvolvimento dos Sistemas *Ciberfísicos* está dividido em 3 gerações: a primeira consiste na identificação de tecnologias, a segunda está relacionada com o uso de sensores e atuantes limitados, já a terceira se caracteriza pela sua capacidade de armazenar e analisar dados, além de possuir diversos sensores e atuantes e compatibilidade de rede.

### 3.2.4 Fábrica Inteligente

Na ciência, a fábrica inteligente significa um novo modo industrial, diferente dos que eram aplicados a indústrias antes da Quarta Revolução Industrial. Para Lima e Gomes (2020), é considerada inteligente por possuir tecnologias mais avançadas que possibilitam uma melhor análise e monitoramento do processo de produção.

Logo, Hermann, Pentek e Otto (2020) corroboram que as fábricas inteligentes completam a ideia da *Internet Of Everything* ao conectar indivíduos, dados, máquinas e métodos. Essa

conexão pode ser considerada o fator que permite a Indústria 4.0 a se tornar flexível e modular em relação às demandas do mercado e do consumidor (HERMANN; PENTEK; OTTO, 2020). Dessa forma, para uma indústria se tornar uma fábrica inteligente, não apenas são necessários conceitos já explicados antes nesse texto, mas também conceitos já abordados e usados por revoluções anteriores à Quarta Revolução Industrial, como *big data* e nuvem de dados.

### 3.2.5 Big Data

Em seu artigo intitulado “A gestão do conhecimento na transformação digital para a Indústria 4.0: tecnologias digitais e suas aplicações em setores econômicos”, Senna e Ribeiro (2021, p. 9) descrevem *Big Data* como “Ciência que envolve as atividades de coleta, armazenamento, transformação, análise e extração de conhecimento de grandes bases de dados”. Logo, considerada como uma tecnologia habilitadora, *big data* consiste em um conjunto de dados de serviços como redes sociais, blogs e notícias, sendo estes dados não estruturados e formatados (PARK *et al.*, 2017; SILVA; KOVALEVSKI; PAGANI, 2020) Este também pode ser considerado por alguns autores, como Lima e Gomes (2020, p. 8), “uma infraestrutura de armazenamento de dados bastante superior quanto à capacidade e desempenho se comparado aos métodos tradicionais”.

Diversos autores da área consideram esta ferramenta como uma das tecnologias que permite uma grande coleta de dados e sua análise para que assim outros processos que envolvem simulações e inteligência artificial ocorram com menores limitações (LIMA; GOMES, 2020).

### 3.2.6 Nuvem de Dados (*Cloud Computing*)

Com base em Malathi (2011), Silva, Kovalevski e Pagani (2020, p.431) indicam que a nuvem de dados “[...] permite acesso ao *software* e ao armazenamento de dados na representação nuvem da internet ou de uma rede digital integrada, cujos serviços são fornecidos por meio de centros comuns e criados em servidores para os usuários”. Logo, ao levar essa descrição em consideração, os autores (MALATHI, 2011; SILVA, KOVALEVSKI; PAGANI, 2020) caracterizam o *Cloud Computing* por possuir um auto atendimento que trabalha de acordo com as necessidades daquela indústria, uma integração grande com a rede, disponibilidade de recursos a seu favor e melhor monitoramento do processo.

Contudo, é necessário lembrar que esta tecnologia não é originária da Indústria 4.0 e aparece em revoluções anteriores. Durante a Quarta Revolução Industrial, a Nuvem de Dados é apenas considerada uma tecnologia habilitadora para que esta possa ocorrer de forma bem-sucedida e sem limitações.

### 3.2.7 Realidade Aumentada

A Realidade Aumentada consiste em um dos nove pilares necessários para o acontecimento da Quarta Revolução Industrial. Alguns autores, como Silva, Kovalevski e Pagani (2020), definem que esta tecnologia é um fruto da relação da realidade virtual com o espaço físico humano.

A partir de Ceruti *et al.* (2019), Bender e Ceconello (2020, p.103) explicam que “[...] a Realidade Aumentada é definida como uma técnica de computação gráfica, onde os símbolos virtuais são sobrepostos a uma imagem real do mundo externo, representando uma evolução da realidade virtual”. Portanto, esta ferramenta está diretamente associada à uma realidade modificada virtualmente, criando uma simulação digital do mundo real.

É possível observar que qualquer pessoa tem capacidade de criar esta simulação, com a possibilidade de desenvolvê-la por meio de tecnologias acessíveis para um indivíduo comum, como *smartphones*, ou por tecnologias mais avançadas, como *softwares* (BENDER; CECCONELLO, 2020). Assim, a Realidade Aumentada pode trazer diversos benefícios à Indústria que optar por utilizá-la. Alguns destes são o aumento da segurança industrial e a diminuição da demanda física dos operários. Desta forma, a tecnologia também auxilia no processo de criação e design de um novo produto, e permite que o processo de produção seja modificado (BENDER; CECCONELLO, 2020).

### 3.2.8 Inteligência Artificial

A autonomização da tecnologia pode ser considerada um conceito extremamente atual e presente dentro do setor fabril. Com a Quarta Revolução Industrial, a Inteligência Artificial se tornou um de seus pilares para que esta pudesse acontecer. Máquinas e Robôs podem se comportar e funcionar de diferentes maneiras com a I.A. e os graus de autonomização variam de acordo com a sua aplicação e funcionalidade dentro de uma fábrica (SILVA; KOVALEVSKI; PAGANI, 2020).

Logo, aplicação de Inteligência Artificial dentro de uma indústria pode resultar em algumas vantagens, como produtividade, segurança no ambiente de trabalho e economia de tempo e dinheiro (SILVA; KOVALEVSKI; PAGANI, 2020). Além disso, a I.A. é capaz de autonomizar objetos diversos, no contexto fabril, em função tanto do processo produtivo quanto no resultado produtivo (SCHWAB, 2017). Portanto, esta ferramenta tem ocupado cada vez mais espaço dentro do cotidiano de cada indivíduo, por meio de *softwares* que podem estar presentes em diferentes objetos tecnológicos usados por este, como *smartphones*, *Smart-TVs*, computadores e aparelhos com assistentes virtuais.

### 3.2.9 CyberSecurity

A Segurança Cibernética é um dos pilares mais essenciais dentro da Indústria 4.0, pois, sem sua aplicação em conjunto com as outras ferramentas, pode ocorrer falhas e ataques ao processo produtivo de uma indústria, capazes de gerar diversos prejuízos econômicos, físicos

e temporais para os envolvidos com esta. Em seu livro, Schwab (2017) afirma que a segurança de dados é um dos pontos mais importantes e cruciais para o funcionamento da Indústria 4.0. Logo, esta precisa de um grande investimento para que sejam evitadas intervenções criminosas, ativistas ou até mesmo falhas no sistema industrial. Para o autor (2017) é pertinente destacar que, apesar de haver legislações para garantir a proteção desses dados, não há garantia de que não haverá nenhum ataque e que o Estado conseguirá tomar uma providência contra isso.

## 4. Aplicações da Indústria 4.0

Ao analisar todos os pilares da Indústria 4.0, outro fator essencial a ser discutido é a sua aplicação dentro das indústrias e como fazer esta transição de um modo bem-sucedido e que não afete a sustentabilidade, a economia, e o bem-estar geral de uma empresa. Inicialmente a sua introdução deve ser feita a partir da vontade de todos os envolvidos com a fábrica, afinal, acredita-se que uma empresa que ignora a evolução tecnológica e seus benefícios para sua indústria, pode permanecer em uma posição desfavorável em relação aos seus concorrentes e, para que esta implementação ocorra, mudanças serão necessárias no processo produtivo e na indústria em geral.

Com a aplicação destas novas tecnologias, as características requisitadas pela fábrica de seus trabalhadores também sofrem modificações, pois com estas novas ferramentas e máquinas, funções antes feitas por funcionários, principalmente as físicas, passarão a ser automatizadas, exigindo que o operário tenha conhecimentos diversos sobre o setor em que trabalha e sobre estas tecnologias a serem implementadas (PACCHINI *et al.*, 2020).

### 4.1 Aplicações nas Indústrias Brasileiras

De acordo com Yamada e Martins (2018) o patamar em que as indústrias brasileiras se encontravam no ano de 2018 era o da Indústria 2.0. Destaca-se a posição ao se comparar os índices de exportação brasileiros com o de países com tecnologias e estruturas mais avançadas como, por exemplo, a Alemanha. Desta forma, é possível observar um atraso das indústrias brasileiras perante o mundo. Outro fator que comprova o atraso é o Índice Global de Inovação, o qual evidencia o ranking de eficiência da inovação. Nota-se que países como Suíça, Suécia, Estados Unidos e Finlândia ocupam posições entre as 10 primeiras no ranking, já o Brasil se encontra na 69ª posição (YAMADA; MARTINS, 2018).

Diferentemente de outros países, no Brasil não há investimentos governamentais que incentivem a utilização destas tecnologias no setor industrial, apesar de existirem discussões e iniciativas com base na inovação realizadas nos últimos anos. Na Alemanha, berço da Indústria 4.0, o governo federal alemão investiu 200 milhões de euros na implementação da Quarta Revolução Industrial no país, já nos Estados Unidos o investimento ocorreu de forma semelhante. Logo, para que o Brasil entre em concorrência com esses países nos quesitos de produtividade e exportação é preciso maiores investimentos do governo na área para incentivar mudanças (PACCHINI *et al.*, 2020).

Esta posição das indústrias brasileiras em relação ao mundo se destaca quando é percebido que muitas dessas não passaram ainda pela Terceira Revolução Industrial (GOMES, 2020). Isso demonstra o atraso do país em relação ao mundo e como ainda precisam ser introduzidas novas tecnologias antes da implementação da Indústria 4.0.

Em estudos realizados, Pacchini *et al.* (2020) afirmam que seus entrevistados apontaram barreiras para a implementação da I.4.0 no Brasil, entre diversas, as principais citadas estão a vulnerabilidade cibernética, a instabilidade no fornecimento de energia, a falta de investimento em tecnologias mais evoluídas e o grande número de operações manuais necessárias no processo de produção. Outras barreiras também foram mencionadas como desemprego, instabilidade econômica, falta de regulamentação de proteção de dados, falta de padronização nas comunicações das máquinas, descarte de maquinário antigo e falta de profissionalização de pessoas com base nas novas tecnologias (PACCHINI *et al.*, 2020).

Desse modo, a aplicação da Indústria 4.0 no setor industrial brasileiro não pode ser feita de qualquer maneira, pois necessita visualizar de formas diferentes como cada ferramenta se comportará dentro da Indústria, como será aplicada, e por quais modos. Outrossim, dois pontos extremamente necessários a serem pensados, são como aplicar estas ferramentas e tecnologias sem prejudicar o trabalho humano, e como fazer com que elas coexistam sem gerar uma crise de desempregos (PAULA; PAES, 2021).

## 5. Análise e Considerações Finais

Neste artigo, o objetivo consistiu em reunir informações sobre a Indústria 4.0 por intermédio da literatura disponível em periódicos, anais de eventos e livros. Compreendeu-se a Indústria 4.0 como uma nova Revolução Industrial que integra os ambientes físicos e digitais, ao conectar diversos maquinários por meio de ferramentas tecnológicas.

Assim, para conceituar a Quarta Revolução Industrial, foi preciso introduzir as tecnologias que a acompanham. Dentre as tecnologias abordadas, apresentou-se as mais comentadas em artigos científicos e livros, além disso, percebeu-se que as tecnologias supracitadas são consideradas essenciais para o funcionamento total de uma indústria digitalizada.

Com relação às tecnologias mais comuns a serem adotadas, destaca-se a *Internet Of Things* e os Sistemas CiberFísicos, visto que são tecnologias mais comuns de se encontrar em indústrias que estão adotando a Quarta Revolução Industrial. Outras tecnologias como *Big Data* e Nuvem de Dados são consideradas pela literatura como tecnologias habilitadoras, ou seja, com estas ferramentas a Indústria 4.0 funciona melhor e com menos erros.

Além dos pilares já citados há também a *Internet Of Services*, Fábrica Inteligente, Realidade Aumentada e Inteligência Artificial que fazem parte da grande pirâmide de tecnologias existentes dentro da Quarta Revolução Industrial. A aplicação destas ferramentas é um grande fator a ser discutido, devido aos seus impactos no mercado industrial.

Como supracitado, em relação à outros países, ainda há pouco investimento nesta área no Brasil, o que faz com que o país permaneça numa posição abaixo quando comparado com países como Alemanha e Estados Unidos. Ademais, o tempo investido nestas novas tecnologias e no avanço do setor industrial é muito maior nestes países, o que resulta em uma

maior vantagem dentro Mercado Industrial Global. Entretanto, é necessário observar as aplicações e os resultados obtidos no estrangeiro, para que assim, as falhas sejam consertadas e se obtenha melhor resultado quando aplicado dentro do contexto nacional.

Além disso, há um grande problema no país em relação a adaptação dos trabalhadores com essas novas tecnologias, pois muitos deles seriam substituídos por máquinas, o que faz com que estes tenham que criar novas competências para manter-se no setor industrial. Este fator é um dos mais delicados e complexos dentro desta nova revolução, pois a automação total de uma indústria, faria com que muitas pessoas perdessem suas funções dentro das fábricas, o que geraria uma onda de desempregos, consequentemente afetando a economia do país. Logo, seria necessário que estes operários passassem por uma nova qualificação, onde seriam instruídos de interdisciplinaridades de dentro do processo produtivo, como cooperar com as máquinas, entre outros. Entretanto, não é possível garantir que os funcionários consigam esta qualificação, pois este investimento pode não partir da indústria, e as pessoas também podem não ter recursos suficientes para isso. Para mais, é possível concluir que a Indústria 4.0 é um sistema complexo e promissor que necessita grandes investimentos e análises para ser aplicada.

## Referências

- BAI, Chunguang *et al.* Industry 4.0 technologies assessment: a sustainability perspective. **International Journal Of Production Economics**, [S.L.], v. 229, n. 1, p. 1-15, nov. 2020. Disponível em: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0925527320301559?token=4A11AED35B64C4220B0588EE05722385B2316E7E00A18AC951ADA07B7D6AAC70DFBFCC60CF3BD5BA31C95AEF4D9211D8&originRegion=us-east-1&originCreation=20221031141249>. Acesso em: 31 out. 2022.
- BENDER, Ivaneu; CECCONELLO, Ivandro. Aplicações da Realidade Aumentada na Manufatura: uma revisão da literatura. **Scientia Cum Industria**, Caxias do Sul, v. 8, n. 2, p. 100-114, 07 out. 2020. Disponível em: <http://www.uces.br/etc/revistas/index.php/scientiacumindustria/article/view/9131>. Acesso em: 02 out. 2022.
- BFWuE - Bundesministerium Für Wirtschaft Und Energie. (2018). **Was ist Industrie 4.0?**. Disponível em: [Plattform Industrie 4.0 - O que é a Indústria 4.0? \(plattform-i40.de\)](https://www.plattform-i40.de). Acesso em: 24 out. 2022.
- BROZZI, Riccardo *et al.* The Advantages of Industry 4.0 Applications for Sustainability: results from a sample of manufacturing companies. **Sustainability**, Bolzano, v. 12, n. 9, p. 1-19, 1 maio 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/9/3647>. Acesso em: 31 out. 2022.
- BUXMANN, Peter; HESS, Thomas; RUGGABER, Rainer. Internet of Services. **Business & Information Systems Engineering**, [S.L.], v. 1, n. 5, p. 341-342, 24 set. 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s12599-009-0066-z.pdf>. Acesso em: 07 nov. 2022.



- CERUTI, Alessandro *et al.* Maintenance in aeronautics in an Industry 4.0 context: the role of augmented reality and additive manufacturing. **Journal Of Computational Design And Engineering**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 516-526, 4 fev. 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2288430018302781>. Acesso em: 16 nov. 2022.
- CNI - CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Indústria 4.0 Cinco Anos Depois**. Sondagem Especial n. 83. Brasília: CNI, 2022. 24p. Disponível em: [https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer\\_public/7d/d9/7dd92b31-8860-4ca7-b921-b28fec0a68bc/sondespecial\\_industria40\\_cincoanosdepois\\_abril2022.pdf](https://static.portaldaindustria.com.br/media/filer_public/7d/d9/7dd92b31-8860-4ca7-b921-b28fec0a68bc/sondespecial_industria40_cincoanosdepois_abril2022.pdf). Acesso em: 17 out. 2022.
- COLOMBO, Jamires de Fátima; LUCCA FILHO, João de. Internet das Coisas (IoT) e a Indústria 4.0: revolucionando o mundo dos negócios. **Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 15, n. 2, p. 72-85, 30 dez. 2018. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/index.php/interfacetecnologica/article/view/496>. Acesso em: 26 set. 2022.
- DIAS, Renata Rampim de Freitas. **Internet das coisas sem mistérios: uma nova inteligência para os negócios**. São Paulo: Netpress Books, 2016.
- GERMANO, Aline Xavier dos Santos; MELLO, José André Villas Boas; MOTTA, Wladimir Henriques. Contribuição das tecnologias da indústria 4.0 para a sustentabilidade: uma revisão sistemática. **Palavra Chave**, La Plata, v. 11, n. 1, p. 1-16, 01 out. 2021. Disponível em: <https://www.palavraclave.fahce.unlp.edu.ar/article/view/pce142>. Acesso em: 27 set. 2022.
- GOMES, Maria Terezinha Serafim. A indústria de transformação no Brasil: o debate da desindustrialização e os desafios da indústria 4.0. **Entre-Lugar**, [S.L.], v. 11, n. 22, p. 139-168, 5 dez. 2020. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/entre-lugar/article/view/11609>. Acesso em: 21 nov. 2022.
- HERMANN, Mario; PENTEK, Tobias; OTTO, Boris. Design Principles for industrie 4.0 Scenarios. In: HAWAII INTERNATIONAL CONFERENCE ON SYSTEM SCIENCES, 49., 2016, Koloa. **Proceedings [...]**. Koloa: Ieee, 2016. p. 3928-3937. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/7427673>. Acesso em: 03 out. 2022.
- LIMA, Faíque Ribeiro; GOMES, Rogério. Conceitos e tecnologias da Indústria 4.0: uma análise bibliométrica. **Revista Brasileira de Inovação**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 1-30, 28 dez. 2020. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rbi/article/view/8658766>. Acesso em: 19 set. 2022.
- LOZANO, Shary Caroline Pereira. **Indústria 4.0 e a Sustentabilidade**. 2019. 20 f. Monografia (Especialização) - Curso de Setor de Tecnologia, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019. Disponível em: <https://www.acervodigital.ufpr.br/handle/1884/70354>. Acesso em: 26 set. 2022.
- MALATHI, M.. Cloud Computing Concepts. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ELECTRONICS COMPUTER TECHNOLOGY, 3., 2011, Kanyakumari. **Anais [...]**Kanyakumari: Ieee, 2011. p. 236-239. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/5942089/keywords#keywords>. Acesso em: 15 nov. 2022.

- PACCHINI, Athos Paulo Tadeu *et al.* Indústria 4.0: barreiras para implantação na indústria brasileira. **Exacta**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 278-292, 24 abr. 2020. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/10605>. Acesso em: 02 out. 2022.
- PAULA, Ana Paula Paes de; PAES, Kettle Duarte. Fordismo, pós-fordismo e ciberfordismo: os (des)caminhos da indústria 4.0. **Cadernos Ebape.Br**, Rio de Janeiro, v. 19, n. 4, p. 1047-1058, 12 jul. 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cebape/a/jdPSyBLskZhg6MBgfWKXBSF/?lang=pt>. Acesso em: 02 out. 2022.
- PARK, Sung Hyun *et al.* Building a new culture for quality management in the era of the Fourth Industrial Revolution. **Total Quality Management & Business Excellence**, [S.L.], v. 28, n. 9-10, p. 934-945, 10 abr. 2017. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14783363.2017.1310703?needAccess=true>. Acesso em: 15 nov. 2022.
- SENNA, Diego Augustus; RIBEIRO, Jurema Suely de Araújo Nery. A gestão do conhecimento na transformação digital para a Indústria 4.0: tecnologias digitais e suas aplicações em setores econômicos. **Exacta**, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 1-23, 25 jun. 2021. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/article/view/18917>. Acesso em: 02 out. 2022.
- SILVA, Rafaela Carolina *et al.* O conceito de hibridismo para as empresas que estão se adequando à Indústria 4.0. **Incid: Revista de Ciência da Informação e Documentação**, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 82-100, 29 dez. 2020. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/incid/article/view/165594>. Acesso em: 27 set. 2022.
- SILVA, Vander Luis da; KOVALEVSKI, João Luiz; PAGANI, Regina Negri. Competências bases para o trabalho humano na Indústria 4.0. **Revista Foco**, Curitiba, v. 12, n. 2, p. 112-129, jul. 2019. Disponível em: <https://revistafoco.emnuvens.com.br/foco/article/view/37>. Acesso em: 02 out. 2022.
- SILVA, Vander Luiz da; KOVALESKI, João Luiz; PAGANI, Regina Negri. Influências do conceito e das tecnologias da indústria 4.0 no ambiente industrial. **Exacta**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 420-437, 24 abr. 2020. University Nove de Julho. <http://dx.doi.org/10.5585/exactaep.v18n2.10487>. Disponível em: <https://periodicos.uninove.br/exacta/issue/view/844>. Acesso em: 27 set. 2022.
- SCHWAB, Klaus. **The Fourth Industrial Revolution**. Genebra: Crown Business New York, 2017. 192 p.
- VARELA, Leonilde *et al.* Evaluation of the Relation between Lean Manufacturing, Industry 4.0, and Sustainability. **Sustainability**, [S.L.], v. 11, n. 5, p. 1439, 8 mar. 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/5/1439>. Acesso em: 31 out. 2022.
- YAMADA, Viviane Yukari; MARTINS, Luís Marcelo. Indústria 4.0: um comparativo da indústria brasileira perante o mundo. **Revista Terra & Cultura**, Londrina, v. 34, n. , p. 95-109, 02 abr. 2019. Disponível em: <http://periodicos.unifil.br/index.php/Revistatest/article/view/1011>. Acesso em: 03 out. 2022.



## Influência dos materiais na autoadensabilidade do solo-cimento com adição de fibras sintéticas.

*Influence of materials on the self-compactness of soil-cement with the addition of synthetic fibers.*

Ana Paula da Silva Milani, Dr<sup>a</sup>, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS.

[ana.milani@ufms.br](mailto:ana.milani@ufms.br)

Robson Raruo Nagata, Bel. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul - UFMS.

[robson.nagata@ufms.br](mailto:robson.nagata@ufms.br)

### Resumo

Há a necessidade de projetos mais amigáveis ecologicamente e a aplicação de materiais com menor impacto ambiental neste quesito, sendo então um candidato tecnicamente viável o solo-cimento autoadensável incorporado de aditivo químico e fibras sintéticas (SCAAF). Assim, foi realizado o estudo para a predição de dosagens de misturas compostas por solo, cimento, microfibras de polipropileno, aditivo superplastificante e água; que possam ser aplicadas sem a necessidade de adensamento mecânico para conformação de peças monolíticas de terra. Os resultados mostraram que dosagens de SCAAF com o traço 1:5 (cimento:solo, em massa); o teor de aditivo superplastificante entre 0,8% a 1,2%; o fator água/solo entre 31,00% a 34,75% e a adição de fibras entre 0,06% e 0,10% é uma alternativa viável sob os aspectos de uso de material de baixa energia incorporada, bom desempenho mecânico e potencial aplicação em diversidade de formas pela sua capacidade de autoadensabilidade.

**Palavras-chave:** Construção com terra; Fluididez; Microfibra de polipropileno; Superplastificante.

### Abstract

*There is a need for more ecologically friendly projects and the application of materials with lower environmental impact in this regard, being then a technically feasible candidate, the self-compacting soil-cement incorporated with chemical additive and synthetic fibers (SCAAF). Thus, a study was conducted to predict the dosage of mixtures composed of soil, cement, polypropylene microfibers, superplasticizer additive and water, which can be applied without the need for mechanical densification to form monolithic earth pieces. The results showed that SCAAF mixtures with 1:5 ratio (cement:soil, by mass); the superplasticizer content between 0.8% and 1.2%; the water/soil factor between 31.00% and 34.75% and the addition of fibers between 0.06% and 0.10% is a viable*

*alternative under the aspects of use of low embodied energy material, good mechanical performance and potential application in diversity of forms due to its self-compacting capacity.*

**Keywords:** Earth construction; Fluidity; Polypropylene microfiber; Superplasticizer.

### 1. Introdução

Mesmo que por um lado os avanços tecnológicos no setor da construção civil decorram do aceleramento da degradação do meio ambiente, por outro lado, os mesmos também possibilitaram o desenvolvimento social e ideológico; meios onde se constatou que a perpetuação da humanidade depende diretamente da conservação do meio ambiente ao qual é também parte integrante, e isto leva a buscas de materiais ambientalmente mais sustentáveis como menores impactos ambientais, como, por exemplo, o emprego da terra como material de construção (CALDAS, 2021).

A abundância do solo ao longo de quase a totalidade de áreas habitadas pelos seres humanos, o baixo, ou até mesmo inexistente grau de processamento para sua aplicação como material de construção; e ainda a possibilidade de reúso da matéria-prima demonstram o potencial de emprego, existindo a necessidade de estudos, desenvolvimento e melhoramento de técnicas construtivas para a sua adoção como alternativa viável, não somente ambiental, mas também estrutural, econômica e social.

É importante, no entanto, ressaltar que mesmo com a seleção do solo e execução de uma compactação adequada, construções com terra ainda apresentarão limitações e grande suscetibilidade a manifestações patológicas como fissuras, trincas e desconsolidação da matriz, principalmente quando sob efeito de esforços de tração, devido à sua característica frágil, não sendo totalmente corrigido com as adições mais comumente utilizadas, como os aglomerantes de cal e cimento, devido à característica da matriz formada por estas adições também apresentar fragilidade.

Quanto ao caráter executivo, as utilizações de solo como material de construção mais comuns se baseiam na pré-fabricação de adobes ou blocos de terra comprimida, os quais serão consolidados posteriormente com o auxílio de argamassas; e de sistemas construtivos moldados *in loco* como a taipa de pilão e a taipa de mão (CRISTELO et al. 2012).

Recentemente com a publicação da norma Taipa de pilão - NBR 17014 (ABNT, 2022) foram instituídos requisitos mínimos técnicos e construtivos para garantir a segurança da execução destas estruturas à base de solo, sendo essa estrutura monolítica, dependente diretamente da energia de compactação aplicada ao material, refletindo em sistema de formas robusto para conter as pressões horizontais, como também restringir o deslocamento horizontal no processo de compactação da terra.

Neste contexto, é possível afirmar que um avanço deste tipo de sistema construtivo pode se desenvolver pelo viés da concepção de um material com maior resistência mecânica, estabilidade física e eficácia de produção, sendo candidato viável para a execução de paredes monolíticas de solo-cimento a substituição da compactação pelo lançamento sem

adensamento do solo-cimento plástico/fluido incorporado de aditivo químico e fibras sintéticas.

O emprego destas diferentes adições ao solo se justifica para a concepção de um material com maior liberdade técnica e construtiva, podendo ser aplicável em estruturas com maiores solicitações e diversidade de formas orgânicas, preenchendo espaços do processo projetual que procura um material construtivo com flexibilidade e mais amigável sob os aspectos da sustentabilidade.

Nesta proposição, o solo-cimento autoadensável com fibras (SCAAF) utiliza o cimento em teores com o intuito da estabilização da mistura para a consolidação do compósito com propriedades cimentantes superiores à da argila, como também criando condições favoráveis à adição de fibras. Estas fibras necessitam de resistência adequada da matriz cimentícia formada para a sua correta ancoragem no sistema, e assim absorver e retransferir esforços ao longo da estrutura, melhorando a fragilidade do compósito pelo espraio de tensões.

Quanto a adição de fibras, a necessidade da fluidificação da mistura para a sua dispersão homogênea na mistura torna adequado o emprego do aditivo superplastificante, o qual também atuará no alcance da autoadensabilidade do solo-cimento plástico/fluido.

Assim, este trabalho objetiva o estudo da influência de diferentes teores de adição de microfibras de polipropileno combinadamente com teores de adição de cimento e aditivo superplastificante para o alcance da autoadensabilidade da SCAAF, norteando assim, uma sistemática para a predição de dosagens de misturas compostas por solo, cimento, fibras sintéticas, aditivo superplastificante e água; que possam ser aplicadas sem a necessidade de adensamento para conformação de peças monolíticas de terra.

## 2. Materiais e métodos

O solo arenoso foi proveniente de jazida no município de Campo Grande-MS, e segue sua caracterização física na Tabela 1.

Tabela 1: Caracterização do solo

	Classificação	%
Distribuição granulométrica	Areia grossa (0,60 - 2,00 mm)	10,4
	Areia média (0,20 - 0,60 mm)	76,0
	Areia fina (0,06 - 0,20 mm)	10,4
	Finos (0,002 - 0,06 mm)	3,2
	Material que passa na peneira 4,8 mm	100,00
	Material que passa na peneira 0,075 mm	21,3
Índices físicos	Massa específica (g/cm <sup>3</sup> )	2,84
Classificação AASHTO	A-2-4 Areia siltosa ou argilosa	

Fonte: Elaborado pelos autores.

O cimento adotado é o CPV-ARI, com teores de adição de 1:5 e 1:8 em massa de solo, devido ao baixo índice de adições, composto por 90 a 100% de clínquer e gesso, e 0 a 10% de material carbonático (ABNT NBR 16697 2018).

A adoção destes teores limita-se ao intervalo médio dos estudos da autoadensabilidade de solo-cimento transcorridos com o solo arenoso da mesma jazida, que obtiveram resistências à compressão aos 7 dias superiores à 1,0 MPa, analisado nos teores de 1:8 e 1:12 sem fibras (MILANI e BARBOZA 2016) e com fibras nos teores 1:5 e 1:4, com a adição de microfibras de polipropileno (MILANI, PAZ e DIAS 2016).

As fibras utilizadas são microfibras de polipropileno com comprimento de 12 milímetros, densidade de 0,9 g/cm<sup>3</sup>, resistência à tração de 300 MPa e Módulo de Young de 3000 MPa, nos teores de 0,06 e 0,10% em relação à massa da mistura, sendo o máximo teor sugerido pelo fabricante e o máximo teor sem decaimento das propriedades físicas e mecânicas identificados na avaliação de solo-cimento autoadensável (MILANI, PAZ e DIAS 2016).

O aditivo superplastificantes utilizado é o *MC-PowerFlow* com base de polímeros policarboxilato, com teores de adição de 0,8 e 1,2% em massa de cimento, estes teores de adição possibilitam o atingimento da consistência fluida necessária ao autoadensamento para a aplicação em paredes monolíticas de solo-cimento (MILANI e BARBOZA 2016).

A verificação quanto ao fator água/cimento necessário à autoadensabilidade das dosagens combinadas com os teores de adição acima definidos será feito a partir do ensaio *Slump Flow* (ABNT NBR15823-2 2017), com a adoção do cone de Abrams modificado, com diâmetros de abertura inferior de 50 mm e superior de 100 mm e altura de 150 mm, isto devido ao espalhamento do fluido viscoso sem tensão de escoamento tender ao infinito, sendo este comportamento adequadamente representado pelo ensaio *Slump Flow* modificado, onde o espalhamento deve dar-se entre 320 e 460 mm (FERREIRA 2020).

Para o alcance da autoadensabilidade foi considerado para o estudo de dosagem os tratamentos de referência solo+cimento+aditivo (TR-1, TR-2, TR-3 e TR-4); e os tratamentos adicionados de fibras TF-1, TF-2, TF-3, TF-4, TF-5, TF-6, TF-7, TF-8. Foi adotado o diâmetro de espalhamento no *Slump flow* de 320 mm e 370 mm, com tolerância de  $\pm 20$  mm, Figura 1.

Para todas as dosagens foram moldados corpos de prova cilíndricos com diâmetro de 5 cm e altura de 10 cm e ensaiados aos 7 dias, sendo no mínimo 3 corpos de prova para determinação de resistência a compressão simples e 3 corpos de prova para determinação da resistência à tração por compressão diametral.

Os resultados obtidos nos ensaios mecânicos e físicos passaram por análise estatística a variância (ANOVA) com teste de Tukey, identificando a relevância da variação observada para os diferentes tipos de adições e teores estudado, validando assim, a determinação do teor ótimo de cada adição proposta.

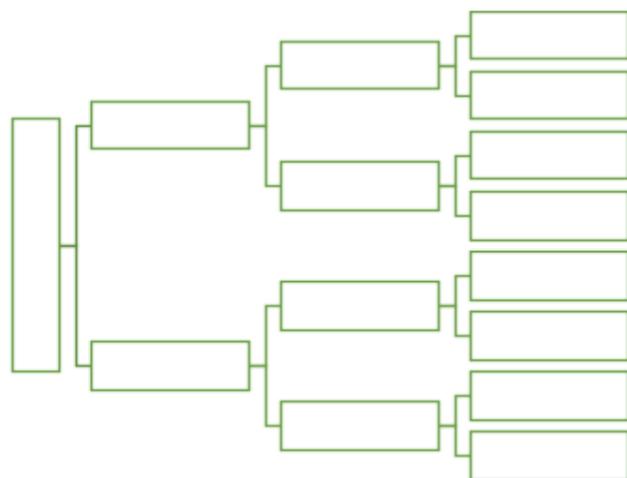


Figura 1: Estudo de dosagem do SCAAF. Fonte: elaborado pelos autores.

### 3. Resultados

Na Tabela 2 encontram-se os resultados do estudo de dosagem do SCAAF com a premissa inicial da determinação do teor de adição de água com base no Fator Água/Solo para o espalhamento *Slump flow* de 320 mm e 370 mm.

Houve alteração significativa para as consistências das misturas do *Slump* 320 mm e 370 mm somente pela variação dos teores de adição de superplastificante, água e microfibras, não tendo influência direta na fluidez do SCAAF quando variado os teores de adição de cimento estudados, Tabela 3.

Tabela 2: Fator água/solo para estudo de dosagem do SCAAF

DOSAGEM (cimento:solo:aditivo:fibra)	Fator água/solo (%) Slump 320 mm	Fator água/solo (%) Slump 370 mm
TR-01 (1:8:0,8)	31,00	35,00
TR-02 (1:8:1,2)	30,50	33,50
TR-03 (1:5:0,8)	32,00	35,00
TR-04 (1:5:1,2)	31,00	35,00
TF-01 (1:8:0,8:0,06)	32,50	35,00
TF-02 (1:8:0,8:0,10)	34,00	36,50
TF-03 (1:8:1,2:0,06)	32,00	34,00
TF-04 (1:8:1,2:0,10)	33,50	35,50
TF-05 (1:5:0,8:0,06)	33,50	35,50
TF-06 (1:5:0,8:0,10)	34,75	36,50
TF-07 (1:5:1,2:0,06)	32,50	34,50
TF-08 (1:5:1,2:0,10)	32,50	35,00

Fonte: Elaborado pelos autores.

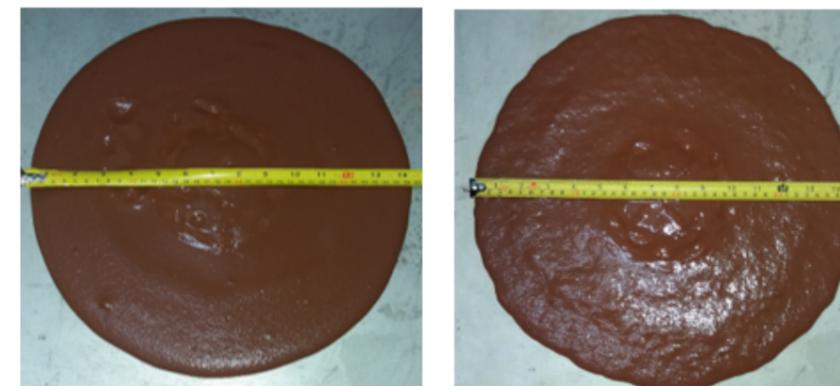
Tabela 3: ANOVA para *Slump* do SCAAF

Análise de Variância ANOVA					
	Adição	Soma de quadrados	Grau de Liberdade	F	p
<i>Slump</i> 320/370	Intercepto	24649	1	75,478	1,83 e-11
	Cimento	406	1	1,243	2,72 e-1
	Superplastificante	7506	1	22,985	2,66 e-05
	Água	109622	16	20,980	7,81 e-14
	Fibras	16378	2	25,075	1,31 e-07
	Resíduos	12083	37		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Durante o estudo, foi possível observar a interferência das adições de fibras na consistência da mistura no estado fresco, Figuras 2a e 2b. Para as dosagens de referência, sem adição de fibras, a superfície de espalhamento apresentou maior uniformidade comparativamente com as dosagens com adição de fibras. No entanto, não apresentou variação visual significativa nas demais etapas do estudo, bem como no processo de moldagem dos corpos de prova.

Observou-se ainda que a aparente dispersão homogênea das fibras no estado fresco da mistura se manteve no estado endurecido através da inspeção dos corpos de prova rompidos nos ensaios de tração por compressão diametral, Figuras 3a e 3b.



Figuras 2a e 2b: Dosagem de referência (esquerda) e dosagem com adição de fibras (direita). Fonte: elaborado pelos autores.



Figuras 3a e 3b: Dispersão de fibras. Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados dos ensaios mecânicos para a resistência à compressão simples e resistência a tração das dosagens em estudos são dispostos nas Tabelas 4 e 5 e Gráficos 1 e 2.

Tabela 4: Resistência à compressão simples das misturas de SCAAF.

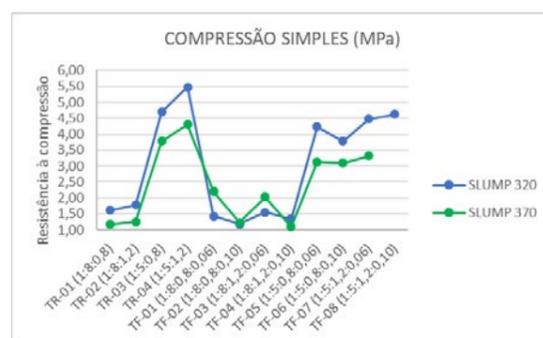
DOSAGEM (cimento:solo:aditivo:fibra)	Resistência à compressão Slump 320 mm			Resistência à compressão Slump 370 mm		
	RC (MPa)	DESV.	VAR.	RC (MPa)	DESV.	VAR.
TR-01 (1:8:0,8)	1,62	0,029	0,01	1,17	0,054	0,003
TR-02 (1:8:1,2)	1,79	0,037	0,01	1,26	0,033	0,001
TR-03 (1:5:0,8)	4,70	0,321	0,103	3,79	0,195	0,038
TR-04 (1:5:1,2)	5,47	0,432	0,187	4,30	0,163	0,027
TF-01 (1:8:0,8:0,06)	1,43	0,041	0,002	2,21	1,299	1,689
TF-02 (1:8:0,8:0,10)	1,18	0,034	0,001	1,23	0,034	0,001
TF-03 (1:8:1,2:0,06)	1,55	0,068	0,005	2,03	0,638	0,407
TF-04 (1:8:1,2:0,10)	1,34	0,028	0,001	1,09	0,041	0,002
TF-05 (1:5:0,8:0,06)	4,23	0,015	0,031	3,13	0,493	0,243
TF-06 (1:5:0,8:0,10)	3,79	0,176	0,031	3,10	0,067	0,005
TF-07 (1:5:1,2:0,06)	4,48	0,256	0,066	3,32	0,872	0,761
TF-08 (1:5:1,2:0,10)	4,63	0,249	0,062	3,66	0,031	0,001

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 5: Resistência à tração por compressão diametral das misturas de SCAAF.

DOSAGEM (cimento:solo:aditivo:fibra)	Resistência à tração Slump 320 mm			Resistência à tração Slump 370 mm		
	RT (MPa)	DESV.	VAR.	RT (MPa)	DESV.	VAR.
TR-01 (1:8:0,8)	0,24	0,032	0,001	0,21	0,010	0,000
TR-02 (1:8:1,2)	0,27	0,024	0,001	0,22	0,035	0,001
TR-03 (1:5:0,8)	0,67	0,030	0,001	0,68	0,099	0,010
TR-04 (1:5:1,2)	0,79	0,180	0,033	0,78	0,041	0,002
TF-01 (1:8:0,8:0,06)	0,23	0,015	0,000	0,21	0,010	0,000
TF-02 (1:8:0,8:0,10)	0,20	0,014	0,000	0,20	0,008	0,000
TF-03 (1:8:1,2:0,06)	0,19	0,039	0,001	0,25	0,021	0,000
TF-04 (1:8:1,2:0,10)	0,21	0,016	0,000	0,53	0,024	0,001
TF-05 (1:5:0,8:0,06)	0,63	0,045	0,002	0,47	0,049	0,002
TF-06 (1:5:0,8:0,10)	0,48	0,037	0,001	0,56	0,025	0,001
TF-07 (1:5:1,2:0,06)	0,66	0,013	0,000	0,56	0,058	0,003
TF-08 (1:5:1,2:0,10)	0,63	0,093	0,009	0,63	0,040	0,002

Fonte: Elaborado pelos autores.



Gráficos 1 e 2: Comportamento mecânico das misturas de SCAA. Fonte: elaborado pelos autores.

Foi possível verificar que os resultados obtidos, tanto para compressão axial quanto para tração por compressão diametral apresentaram concordância de variação, representando a homogeneidade do lotes ensaiados, não sendo, no entanto, suficientes para confirmar a real significância e representatividade dos resultados, onde, fez-se necessário o tratamento estatístico dos dados, com o auxílio do software *RStudio*, com a Análise de variância ANOVA, Tabelas 6 e 7, verificado o atendimento às premissas de Normalidade, Linearidade e homoscedasticidade, sem variação anômala dos resíduos.

A análise de variância ANOVA mostrou, para a resistência à compressão simples das dosagens com *Slump* 320 mm, que a variação de todas as adições consideradas apresenta significância no modelo de resistência, enquanto para as dosagens com *Slump* 370 mm, somente a variação do cimento é significativa.

Para a resistência à tração por compressão diametral em ambas as consistências, *Slump* 320 e 370 mm, somente o cimento influi significativamente na variação desta resistência.

Tabela 6: ANOVA para resistência a compressão simples.

Análise de Variância ANOVA					
	Adição	Soma de quadrados	Grau de Liberdade	F	p
Slump 320	Intercepto	26,474	1	314,804	2,20 e-16
	Cimento	112,669	1	1326,097	2,20 e-16
	Superplastificante	1,779	1	20,935	4,01 e-05
	Fibras	3,717	2	21,872	2,82 e-07
	Resíduos	3,653	43		
Slump 370	Intercepto	16,477	1	34,219	1,88 e-06
	Cimento	37,987	1	78,890	5,02 e-10
	Superplastificante	0,270	1	0,5616	0,459
	Fibras	1,142	2	1,1860	0,319
	Resíduos	14,927	31		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 7: ANOVA para resistência a tração por compressão diametral.

Análise de Variância ANOVA					
	Adição	Soma de quadrados	Grau de Liberdade	F	p
Slump 320	Intercepto	0,488	1	72,787	1,23 e-09
	Cimento	1,588	1	236,910	4,57 e-16
	Superplastificante	0,021	1	3,066	0,090
	Fibras	0,082	2	6,127	0,006
	Resíduos	0,208	31		
Slump 370	Intercepto	0,491	1	94,073	6,614 e-11
	Cimento	1,319	1	252,706	2,20 e-16
	Superplastificante	0,0156	1	2,994	0,0935
	Fibras	0,086	2	8,219	0,001
	Resíduos	0,162	31		

Fonte: Elaborado pelos autores.

Para a complementação da informação da análise de variância, o Teste de Tukey aplicado mostrou a significância comparativa par-a-par, das variações de dosagem para cada adição considerada (Tabelas 8 e 9).

Para as dosagens com *Slump* 320 mm, com exceção da variação do teor de fibras de 0,06% para 0,10% em massa de cimento, todas as variações foram significativas, com  $p < 0,05$  em relação à resistência a compressão, enquanto que para as dosagens com *Slump* 370 mm somente a variação do teor de dosagem de cimento rejeita a hipótese nula com  $p < 0,05$ , sendo significativa na variação da resistência à compressão.

A análise do Teste de Tukey para a resistência à tração por compressão diametral mostrou que para as dosagens com menor fluidez, *Slump* 320 mm, todas as adições são significantes, no entanto para a adição com fibras somente a variação do teor de dosagem de 0,0 para 0,10% é considerável para a alteração dos valores da resistência.

Para as dosagens com *Slump* 370 mm, a variação do teor de adição de aditivo superplastificante deixa de ser significativa no modelo, possuindo relevância somente as alterações do teor de dosagem de cimento de 1:8 para 1:5 em massa de solo e a variação do teor de dosagem de fibras de 0,0 para 0,10 %.

Em relação à adição de fibras, como esperado, houve variação negativa da resistência a compressão simples, tanto para os teores de adição de 0,06% como para 0,10% em massa da mistura de SCAAF, sendo ambos significativos conforme descrito pela análise de variância. Porém, não houve significância na variação entre os teores de fibras 0,06% e 0,10% possibilitando assim, o emprego de fibras sintéticas no teor máximo avaliado de 0,10% em massa da mistura, sem espera de decaimento relevante da resistência à compressão axial.

Para a resistência à tração, a adição de fibras não apresentou a melhora no comportamento das amostras ensaiadas por meio do ensaio de compressão diametral, não condizendo com o comportamento esperado através da interação da fibra com a matriz do compósito. Sendo assim, necessária a aplicação de outros tipos de ensaios mecânicos que tenham maior sensibilidade para compreensão da ancoragem das fibras e análise de ductibilidade do material final.

Tabela 8: Teste de Tukey para resistência a compressão simples.

	Adição	p
Slump 320	Cimento (1:8-1:5)	1,1 e-12
	Superplastificante (0,08-0,12)	4,01 e-05
	Fibras (0-0,006)	1,23 e-04
	Fibras (0-0,010)	2,59 e-07
	Fibras (0,006-0,010)	1,60 e-07
Slump 370	Cimento (1:8-1:5)	5,02 e-10
	Superplastificante (0,08-0,12)	4,59 e-01
	Fibras (0-0,006)	9,86 e-01
	Fibras (0-0,010)	4,35 e-01
	Fibras (0,006-0,010)	3,50 e-01

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tabela 9: Teste de Tukey para resistência a tração por compressão diametral.

	Adição	p
Slump 320	Cimento (1:8-1:5)	8,17 e-14
	Superplastificante (0,08-0,12)	8,98 e-02
	Fibras (0-0,006)	1,37 e-01
	Fibras (0-0,010)	4,08 e-03
	Fibras (0,006-0,010)	2,95 e-01
Slump 370	Cimento (1:8-1:5)	8,15 e-14
	Superplastificante (0,08-0,12)	9,35 e-02
	Fibras (0-0,006)	1,77 e-02
	Fibras (0-0,010)	1,36 e-03
	Fibras (0,006-0,010)	5,89 e-01

Fonte: Elaborado pelos autores.

#### 4. Contribuições

A análise do estudo de dosagem do solo-cimento autoadensável com fibras (SCAAF) mostrou que os diferentes teores de aditivo químico e fibras sintéticas são mais relevantes quando aplicados à menores fatores água/solo, inferindo maior significância tanto nos valores de resistências à compressão como à tração. No entanto, não houve alteração significativa na trabalhabilidade das dosagens com menores teores de adição de água, atendendo assim ao quesito de autoadensabilidade para todas as misturas.

Considerando os métodos tradicionais de construções com terra, que devem alcançar resistência à compressão simples mínima de 1,3 MPa aos 7 dias de idade, todas as dosagens de SCAAF com traço 1:5 (cimento:solo, em massa) atenderam este critério. Entretanto, para as dosagens de SCAAF com o traço 1:8 (cimento:solo, em massa) não houve completo atendimento à resistência à compressão mínima aos 7 dias, dificultando a empregabilidade ao sistema autoadensável, onde é desejável a obtenção de resistências satisfatórias com menores idades para a otimização produtiva do sistema construtivo.

Para o SCAAF constatou-se que as dosagens 1:5 (cimento:solo, em massa) e o teor de aditivo superplastificante à base de poliacrilato de 1,2% em massa de cimento mostraram melhor desempenho tanto na resistência à compressão quanto para a resistência a tração do compósito.

A adição de fibras nos teores de 0,06% e 0,10% (em massa da mistura) apresentou influência negativa não-significativa na resistência à compressão do SCAAF. Ademais, também não foi relevante a variação do teor de 0,06 para 0,10% de adição de fibras no SCAAF.

O SCAAF mostrou-se uma alternativa viável como material construtivo mais sustentável sob os aspectos de uso da matéria prima de baixa energia incorporada, melhoramento do desempenho mecânico e potencial de aplicabilidade em diversidade de formatos e dimensões pela sua capacidade de autoadensabilidade.



## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 15823: Concreto autoadensável**. Parte 2: Determinação do espalhamento, do tempo de escoamento e do índice de estabilidade visual - Método do cone de Abrams. Rio de Janeiro, 2017b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 16697: Cimento Portland** - Requisitos. Rio de Janeiro, ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 17014: Taipa de Pilão** – Requisitos, procedimentos e controle. Rio de Janeiro, 2022.

CALDAS, L. R.; MARTIN, A. P. de S.; FILHO, R. D. T. **Construção com terra no Brasil: avaliação ambiental da taipa de pilão**. PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 12, p. e021015-e021015, 2021.

CRISTELO, N. et al. *Soil stabilisation using alkaline activation of fly ash for self compacting rammed earth construction*. *Construction and building materials*, v. 36, p. 727-735, 2012.

FERREIRA, A. P. F. **Proposta de metodologia para determinação da autoadensabilidade do solo-cimento**. Trabalho de Conclusão Final de Curso do Mestrado Profissional apresentada na Faculdade de Engenharias, Arquitetura e Urbanismo e Geografia da Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Campo Grande, 2020.

MILANI, A. P. S.; BARBOZA, C. S. **Contribuição ao estudo de propriedades do solo-cimento autoadensável para fabricação de paredes monolíticas**. *Ambiente Construído*, v. 16, p. 143-153, 2016.

MILANI, A. P. S.; PAZ, J.; DIAS, F. **Uso de Fibras Artificiais em Compósitos à Base de Solo-Cimento Autoadensável para Aplicação em Paredes de Edificações**. In: 6th *Amazon & Pacific Green Materials Congress and Sustainable Construction Materials LAT-RILEM Conference*. Cali, 2016.

## Estudo dos fatores de desempenho e sustentabilidade do meio urbano a partir da percepção dos moradores

### *Study of the performance and sustainability factors of the urban environment from the perception of residents*

**Aline Ramos Esperidião, Doutoranda em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**

aresperidiao@gmail.com

**Ana Paula Bonini Penteado, Doutora em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**

anapaula\_bpenteado@hotmail.com

**Beatrice Lorenz Fontolan, Mestre em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**

fontolanbeatrice@gmail.com

**Iolanda Geronimo Del-Roio, Mestranda em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**

iroio@alunos.utfpr.edu.br

**Alfredo Iarozinski Neto, Professor titular do Departamento Acadêmico de Construção Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná.**

alfredo.iarozinski@gmail.com

## Resumo

O desenvolvimento sustentável vem sendo discutido ao longo dos anos em diversas áreas, principalmente pelo impacto causado no ambiente pelas atividades humanas. No meio urbano, a sustentabilidade está relacionada às características dos bairros, impactando na satisfação dos moradores. Este estudo tem como objetivo analisar, no contexto brasileiro, as percepções de desempenho do entorno dos moradores, a partir de características da vizinhança, do bairro e da cidade. Foi aplicado um questionário *online* em 279 indivíduos, e análises descritivas e multivariadas foram desenvolvidas. Os resultados indicaram a confiabilidade dos aspectos analisados e trazem reflexões sobre os principais aspectos a serem observados no planejamento de bairros e cidades sustentáveis.



**Palavras-chave:** Meio urbano; Satisfação com o bairro; Planejamento sustentável; Percepção do indivíduo

### **Abstract**

*Sustainable development has been discussed over the years in several areas, mainly due to the impact caused on the environment by human activities. In the urban environment, sustainability is related to the characteristics of the neighborhoods, impacting on the satisfaction of residents. This study aims to analyze, in the Brazilian context, the performance perceptions of the surroundings of the residents, based on characteristics of the neighborhood, the neighborhood and the city. An online questionnaire was applied to 279 individuals, and descriptive and multivariate analyzes were developed. The results indicated the reliability of the analyzed aspects and bring reflections on the main aspects to be observed in the planning of sustainable neighborhoods and cities.*

**Keywords:** *Urban environment; Neighborhood satisfaction; Sustainable planning; individual's perception*

## **1. Introdução**

Os conceitos de desenvolvimento sustentável vêm sendo amplamente debatidos em diversos campos de pesquisa, buscando formas de reparação dos danos causados pelo homem ao ambiente, além da manutenção do progresso de forma equilibrada. Embora seja lembrada principalmente em relação ao aspecto ambiental, a sustentabilidade apresenta-se em três pilares principais: social, econômico e ambiental (SACHS, 2002; SATTLER, 2007; BOFF, 2016).

Para Hamman (2017), as cidades desempenham um papel primordial no desenvolvimento sustentável, pois a busca do equilíbrio econômico, ambiental e social se estende a todas as áreas da gestão urbana e da tomada de decisões por parte dos formuladores de políticas públicas. Portanto, as cidades devem englobar esses conceitos a fim de serem reconhecidas como funcionais, com qualidade e funcionalidade pelos moradores (PASTANA; FORMIGA, 2021).

Segundo Gehl (2013), só é possível planejar uma cidade com informações sobre ela entendendo quais melhorias são prioritárias. Para Santos (2012), os residentes foram introduzidos com a emergência do planejamento urbano participativo, trazendo questões sociais como um aspecto central. Na abordagem social, a cidade é dos cidadãos, que devem ser ouvidos e participar da gestão da cidade, vista como um bem coletivo, e não apenas deixando para os planejadores.

Coutinho (2016) destaca a importância de que o meio urbano proporcione conforto a seus habitantes, com melhores condições de trabalho, transporte, acessibilidade, buscando mesclar as finalidades de comércio, moradia e serviços essenciais, para uma vida urbana mais adequada. Assim, os deságios do planejamento urbano incluem a abordagem que se preocupa

com a construção sustentável das cidades, diante dos problemas socioambientais que envolvem a participação popular (SANTOS, 2012).

Contudo, observa-se que o desenvolvimento urbano sustentável é reconhecido principalmente pela criação de áreas verdes, em busca de desenvolver a infraestrutura, lazer, meio ambiente e a economia em várias escalas (HAMMAN, 2017). Da mesma maneira, Ascher (2010) apresenta novos princípios do urbanismo contemporâneo com maior foco na sustentabilidade socioambiental das cidades, inovação, qualidade de vida e mobilidade, de modo a conceber lugares em função das novas práticas sociais.

Hamman (2017) observa que é crescente o número de pesquisas sobre a qualidade de vida urbana em que o desenvolvimento sustentável é o norteador das políticas públicas. Uma vez que o desenvolvimento sustentável deve envolver a participação local, a utilização de métodos de avaliação da percepção dos indivíduos em relação ao meio urbano deve ser aplicada, auxiliando para aumentar a satisfação dos usuários (REIS; LAY, 2006; EMO; AL-SAYED; VAROUDIS, 2016).

Neste sentido, a satisfação com o bairro, envolvendo aspectos como segurança, privacidade, acessos e áreas verdes, tem sido explorada em diversas pesquisas envolvendo a qualidade de vida nas cidades (PARKES; KEARNS; ATKINSON, 2002; LOVEJOY; HANDY; MOKHTARIAN, 2010; HADAVI; KAPLAN, 2016). A satisfação do indivíduo pode variar de acordo com características sociodemográficas (LU, 1999; MOHIT; AZIM, 2012; IBEM; ADUWO, 2013; ESPERIDIÃO *et al.*, 2021), com as características da habitação (MOHIT; IBRAHIM; RASHID, 2010; CHEN *et al.*, 2019) e com as características do bairro (HADAVI; KAPLAN, 2016; LEE *et al.*, 2017). Segundo Parkes, Kearns e Atkinson (2002), dada a variedade de atributos amplamente diferentes, só é possível sua avaliação analisando a percepção dos indivíduos.

Deste modo, a percepção é entendida como a capacidade de gerar informação a partir de cortes seletivos na paisagem urbana; a leitura do espaço urbano flagra, comparando, analogias, convergências e divergências entre os espaços selecionados; e a interpretação, que faz inferências sobre a necessidade, a adequação e o desempenho dos espaços urbanos a partir dos dois aspectos anteriores (FERRARA, 1999). Segundo o autor, a percepção e a leitura do ambiente urbano, como instrumentos de sua interpretação, trazem parâmetros mais reais para ser adequada ao seu uso, a partir de ações no espaço urbano para o usuário.

Em relação às percepções do espaço urbano, diversos estudos têm explorado os fatores que determinam a satisfação dos indivíduos com o meio urbano em que vivem, adotando questionários para a coleta de dados. Observa-se que a satisfação com o bairro é formada por características objetivas e subjetivas (CAO; ZHANG, 2016; LEE *et al.*, 2017). Algumas das características objetivas que apresentaram boas correlações em relação à satisfação com o bairro foram a localização do bairro, a existência de serviços locais e a disponibilidade de áreas verdes (LOVEJOY; HANDY; MOKHTARIAN, 2010; ZHANG *et al.*, 2017; MOURATIDIS, 2018). Entre as características subjetivas, os estudos identificaram boas relações com a percepção de segurança, de bons espaços públicos, de boa aparência e de acessibilidade (PARKES; KEARNS; ATKINSON, 2002; HUR; MORROW-JONES, 2008; LEE *et al.*, 2017; MOURATIDIS, 2018).

Observou-se que a maioria das pesquisas sobre o tema não publicam os instrumentos de pesquisa desenvolvidos (HUR; MORROW-JONES, 2008; IBEM; ADUWO, 2013; HUANG; DU, 2015), ou não apresentam um método para sua validação (SMRKE; BLENKUS; SOCAN, 2018). Alguns questionários são muitos extensos, o que pode prejudicar a qualidade dos dados coletados (FORNARA; BONAIUTO; BONNES, 2010). Assim, um questionário reduzido poderia ser uma ferramenta mais útil para ser aplicada nas políticas de planejamento urbano.

A partir destas lacunas, este trabalho apresenta a validação de aspectos relacionados às percepções de desempenho do entorno a partir dos moradores, por meio da aplicação de um questionário com 279 respondentes das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil. Dado o papel significativo das cidades na qualidade de vida dos indivíduos, esta pesquisa contribui para um melhor entendimento das características essenciais para a criação de cidades e bairros pautados pelo desenvolvimento sustentável.

## 2. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa exploratória teve como fonte de pesquisa o campo, pois os dados foram extraídos da realidade do objeto de estudo. Como técnica de pesquisa para a coleta de dados foi adotado o método *Survey*, utilizando um questionário estruturado, composto por variáveis qualitativas ordinais medidas pela escala *Likert* de 5 pontos, ou seja, respostas com nível de mensuração qualitativa foram transformadas numa escala paramétrica. A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (CEP/UTFPR).

Para o desenvolvimento do questionário, foram realizadas análises bibliométricas e a revisão dos dados da literatura. O questionário foi formado por variáveis de diversos estudos ao redor do mundo relacionados à satisfação residencial e ao meio urbano (AMÉRIGO; ARAGONÉS, 1990; GE; HOKAO, 2006; ADRIAANSE, 2007; FORNARA; BONAIUTO; BONNES, 2010; SAM, BAYRAM; BILGEL, 2012; IBEM; ADUWO, 2013; HADAVI; KAPLAN, 2016; LEE *et al.*, 2017; FAGANELLO, 2019). O Quadro 1 apresenta os constructos e as 21 variáveis empregadas neste estudo.

Quadro 1: Variáveis empregadas.

Constructo: Desempenho do entorno	
Bairro silencioso	Privacidade
Bairro habitável	Aparência
Bairro adequado PCD	Coleta de lixo e reciclável
Bairro seguro	Transporte público
Preocupação com sustentabilidade	Distância local de trabalho
Bairro isolado	Distância escola
Fácil chegar a outros pontos	Distância serviços de saúde
Fácil circular	Distância comércio
Vagas estacionamento	Distância locais de lazer

Tráfego calmo	Distância transporte público
Boa sinalização	-

Fonte: Autores.

O questionário foi disponibilizado *online* durante o ano de 2020, com o auxílio da ferramenta *Google Forms*. Foi adotada uma amostra não probabilística, pois a pesquisa utilizou indivíduos que estavam disponíveis, e não selecionados por algum critério estatístico. Para inclusão na pesquisa os indivíduos deveriam ser maiores de 18 anos, brasileiros e residir no país. Os participantes receberam um *link*, o qual continha a apresentação da pesquisa e informava que a participação seria de forma livre e voluntária. Foi considerado que uma variedade de respostas de diferentes perfis seria fundamental para a pesquisa. A amostra foi formada por 279 respondentes das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do país, todos morando em casa própria e/ou financiada.

Os dados coletados foram tabelados, resultando em uma matriz numérica para preservar o anonimato, e as análises foram desenvolvidas no software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Para atingir o objetivo deste estudo, aplicou-se as análises multivariadas: fatorial e fatorial confirmatória. A análise fatorial foi empregada para a validação dos constructos, reduzindo as variáveis a fatores, que representam as dimensões que explicam o conjunto observado (HAIR *et al.*, 2005), sem perder nenhuma informação importante.

A análise de componentes principais foi realizada para extração dos fatores, onde a soma dos valores próprios se iguala ao número de variáveis. A extração dos fatores segue o critério de Kaiser, que define o número de fatores a partir do número de valores próprios acima de 1 (FÁVERO *et al.*, 2009). Por fim, gerou-se uma matriz de cargas fatoriais, com coeficientes entre -1 e +1, que expressam quanto a variável está carregada nesse fator. Quanto maior, mais a variável se identifica dentro do fator, e as cargas relevantes são aquelas com valores absolutos maiores que 0,5 (VICINI, 2005; HAIR *et al.*, 2005). Para interpretar cada fator, é necessário observar os valores das cargas fatoriais de cada variável, e identificar quais são as maiores dentro de cada fator.

Na sequência, foi utilizada a análise fatorial confirmatória (AFC), que é aplicada para confirmar padrões estruturais, em estruturas pré-existentes, além de determinar quais fatores latentes são os responsáveis pelo comportamento de determinadas variáveis (NEVES, 2018). Para o cálculo das validades, foram utilizados dois componentes, a convergente e a discriminante.

Na validade convergente, os itens são fortemente ligados aos fatores a medir. Para Marôco (2010) essa validade é demonstrada no construto quando as variáveis que o compõem oferecem correlações entre si positivas e elevadas. Já a validade discriminante é verificada quando os fatores que medem o construto correlacionam-se mais intensamente com esse construto do que com outros. Ainda, é quando o construto analisado não está correlacionado consideravelmente com os constructos que compõem os demais constructos estudados (MÁROCO, 2010).

A validade convergente é medida pelos índices AVE (*Average Variance Extracted*) e CR (*Composite Reliability*), sendo os valores adotados como referência AVE>0,50 e CR>0,50. Já a validade discriminante, por MSV (*Maximum Shared Square Variance*) e ASV (*Average Shared Square Variance*), cujos valores de referência são MSV<AVE e ASV<AVE.

### 3. Resultados

O grupo de variáveis que compõem o desempenho do entorno visa identificar as características da vizinhança, do bairro e da cidade que proporcionam satisfação aos indivíduos. A análise fatorial desse grupo resultou cinco componentes, conforme Tabela 1.

Tabela 1: Análise fatorial do desempenho do entorno (vizinhança, bairro e cidade).

Construto	Componente				
	1	2	3	4	5
DE7- Fácil chegar a outros pontos	,834				
DE8- Fácil circular	,802				
DE9 - Vagas estacionamento	,726				
DE6- Bairro isolado	-,644				
DE11- Boa sinalização	,542	,351			
DE5- Preocupação com sustentabilidade		,764			
DE3- Bairro adequado PCD		,603			
DE13- Aparência		,599			
DE4- Bairro seguro		,490		,417	-,345
DE15- Transporte público	,387	,483	-,438		
DE21- Distância transporte público			,790		
DE19- Distância comércio			,765		
DE20- Distância locais de lazer			,611		
DE18- Distância serviços de saúde			,570		,429
DE1- Bairro silencioso				,743	
DE10- Tráfego calmo				,698	
DE2- Bairro habitável				,641	
DE12- Privacidade		,424		,568	
DE17- Distância escola					,687
DE16- Distância local de trabalho					,633
DE14- Coleta de lixo e reciclável	,350	,420	-,334		,426

Fonte: Autores.

No Quadro 2 são apresentadas as novas nomenclaturas das variáveis e seus respectivos constructos de acordo com a análise fatorial. Os fatores foram definidos como: infraestrutura viária (IV), atributos do bairro (AB), deslocamentos eventuais (DE), tranquilidade do bairro (TB) e deslocamentos frequentes (DF).

O cálculo para as validades convergente e discriminante são apresentados na Tabela 2. Para as validades convergentes apenas o construto da infraestrutura viária apresentou valor conforme a referência, apresentando  $AVE > 0,5$ , sendo os demais com valor abaixo da referência. Contudo, todos os constructos apresentaram  $CR > AVE$ . Para as validades

discriminantes todos os valores de MSV apresentaram valores inferiores ao de referência ( $MSV < AVE$ ). Porém, contemplam os valores de  $ASV < AVE$ .

Quadro 2: Novo agrupamento do desempenho do entorno.

Grupo	Código	Variáveis	Nova nomenclatura	Constructos
DESEMPENHO DO BAIRRO	DE7	Fácil chegar a outros pontos	DEIV1	Infraestrutura viária (IV)
	DE8	Fácil circular	DEIV2	
	DE9	Vagas estacionamento	DEIV3	
	DE6	Bairro isolado	DEIV4	
	DE11	Boa sinalização	DEIV5	
	DE5	Preocupação com sustentabilidade	DEAB1	Atributos do bairro (AB)
	DE3	Bairro adequado PCD	DEAB2	
	DE13	Aparência	DEAB3	
	DE4	Bairro seguro	DEAB4	
	DE15	Transporte público	DEAB5	
	DE14	Coleta de lixo e reciclável	DEAB6	Deslocamentos eventuais (DE)
	DE21	Distância transporte público	DEDE1	
	DE19	Distância comércio	DEDE2	
	DE20	Distância locais de lazer	DEDE3	
	DE18	Distância serviços de saúde	DEDE4	Tranquilidade do bairro (TB)
	DE1	Bairro silencioso	DETB1	
DE10	Tráfego calmo	DETB2		
DE2	Bairro habitável	DETB3		
DE12	Privacidade	DETB4	Deslocamentos frequentes (DF)	
DE17	Distância escola	DEDF1		
DE16	Distância local de trabalho	DEDF2		

Fonte: Autores.

Tabela 2: Validades convergente e discriminante do desempenho do entorno.

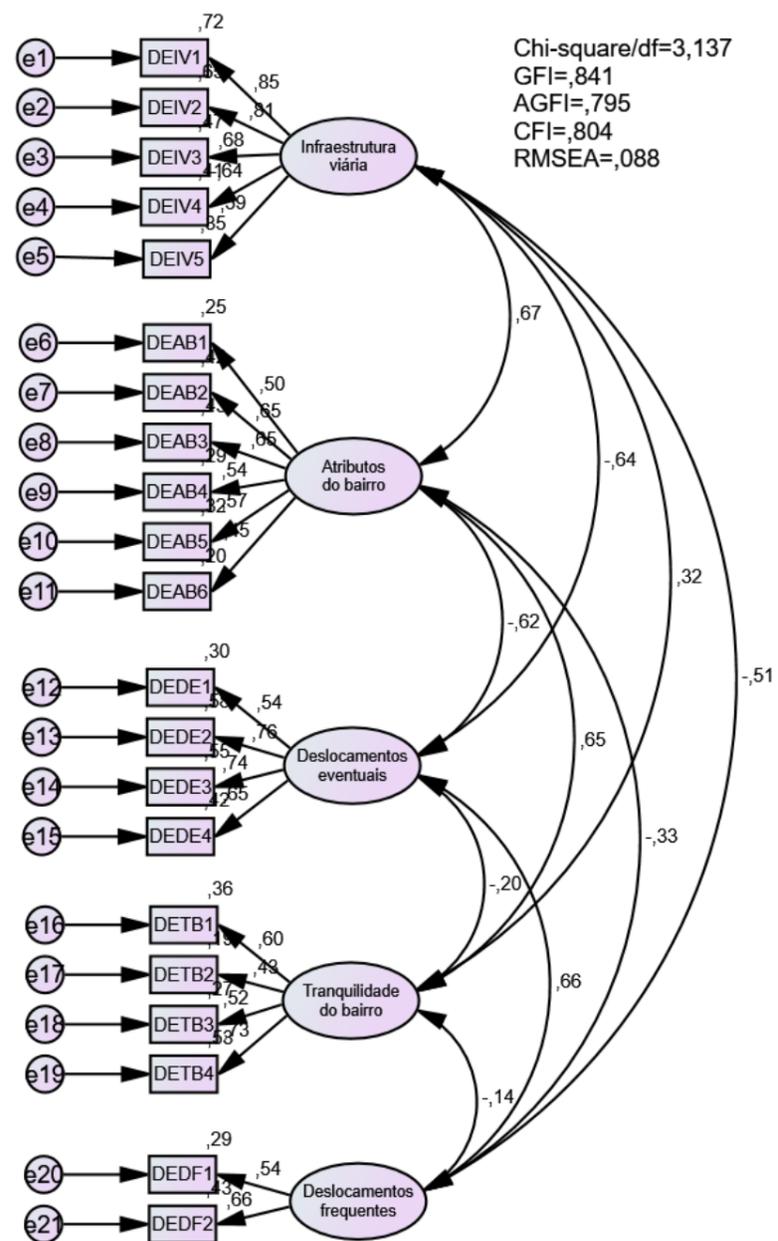
Constructos	Convergente		Discriminante	
	AVE	CR	MSV	ASV
Infraestrutura viária	0,52	0,84	0,44	0,30
Atributos do bairro	0,31	0,73	0,44	0,34
Deslocamentos eventuais	0,46	0,77	0,43	0,31
Tranquilidade do bairro	0,33	0,66	0,42	0,14
Deslocamentos frequentes	0,36	0,53	0,43	0,22

Fonte: Autores.

Para a verificação das inter-relações entre os constructos foi realizada a análise fatorial confirmatória (Figura 1). Os valores obtidos foram: Chi-quadrado  $X^2 = 3,137 (< 5)$ , GFI =

0,841 (<0,90), AGFI= 0,795 (<0,90), CFI= 0,804 (<0,90) e RMSEA= 0,088 ( $\leq$ 0,08), indicando um bom ajustamento dos constructos.

Figura 1: Análise fatorial confirmatória do desempenho do entorno. Fonte: elaborado pelos autores.



Fonte: Autores.

As inter-relações entre os constructos do grupo mostraram que a maioria das correlações foram negativas. A correlação mais significativa ocorreu entre os constructos da infraestrutura

viária e atributos do bairro (0,67), seguido por deslocamentos eventuais e deslocamentos frequentes (0,66). Já a correlação entre os atributos do bairro com a tranquilidade do bairro também apresentou uma correlação significativa (0,65), pois as variáveis dos constructos se complementam para transmitir a sensação de tranquilidade e bem-estar. Essas correlações mostram a interligação entre a infraestrutura viária com os atributos, com a tranquilidade e com os deslocamentos frequentes.

A infraestrutura viária quando correlacionada com a deslocamentos eventuais apresentou uma correlação moderada inversa (-0,64). Isso indica que quanto maior a infraestrutura viária, menor os deslocamentos eventuais para comércio, lazer e transporte público, e quanto maior a facilidade de circulação, menor o deslocamento para esses serviços.

A correlação atributos do bairro também apresentou relação moderada e inversa (-0,62) com os deslocamentos eventuais. Nesse caso pode ser devido à variável transporte público e distância de deslocamento até o mesmo. Já as menores correlações ocorreram com o construto da tranquilidade do bairro com a infraestrutura do bairro, com os deslocamentos eventuais e com os deslocamentos frequentes.

#### 4. Análises dos Resultados

Os resultados demonstraram que a análise fatorial foi adequada e consistente em agrupar as variáveis em cinco fatores. O primeiro componente refere-se à infraestrutura do bairro, agregando as variáveis sobre a facilidade de chegar a outros pontos, circular no bairro e encontrar vagas de estacionamento, assim como o bairro ser isolado e apresentar uma boa sinalização. No segundo componente estão as variáveis sobre a preocupação com a sustentabilidade e ao bairro ser adequado aos PCD, apresentação da aparência e segurança e transporte público. Optou-se por acrescentar a variável coleta de lixo e reciclável nesse componente, visto que o valor da análise fatorial foi de 0,420 para esse grupo. Além disso, essa variável apresenta as mesmas características das demais variáveis que se referem aos atributos do bairro.

O terceiro componente diz respeito aos deslocamentos eventuais que são as distâncias da habitação para os serviços tais como, transporte público, comércio, locais de lazer e serviços de saúde. O quarto componente relaciona-se com a tranquilidade do bairro, apresentando as variáveis bairro silencioso, tráfego calmo, bairro habitável e privacidade.

No quinto componente, agregaram-se as variáveis sobre as distâncias da escola e do local de trabalho e dessa forma, o construto refere-se aos deslocamentos frequentes. Nesse construto cabe a observação de que a amostra da pesquisa representa um público que se desloca com maior frequência com carros e motocicletas.

Em relação à análise fatorial confirmatória, os índices mostraram a aderência dos fatores criados e suas inter-relações. As correlações positivas mostram a interligação entre a infraestrutura viária com os atributos do bairro, com a tranquilidade e com os deslocamentos frequentes, representando como a percepção do usuário sobre o entorno é influenciado pelas

infraestruturas existentes ou não, e suas consequências. Ou seja, como a frequência e a distância dos deslocamentos para o acesso a serviços, e a movimentação que o bairro proporciona com esses atributos.

A validação do constructo do modelo criado pelo SPSS pela validade convergente apresentou a maioria dos valores no intervalo de referência, com destaque para a infraestrutura viária. A validade convergente apresentou todos os seus parâmetros conforme a referência, garantindo a confirmação do modelo.

## 5. Considerações Finais

Os resultados indicaram a consistência da estrutura fatorial, com uma boa adequação da amostra ao conjunto de variáveis e as relações foram consideradas significativas. Assim, a análise fatorial foi eficiente em agrupar as 21 variáveis relacionadas ao desempenho do entorno em cinco fatores. O modelo gerado foi ainda confirmado pela análise fatorial confirmatória, validando a estrutura. Destaca-se que os resultados indicaram que a percepção de sustentabilidade está mais relacionada com os aspectos de aparência, segurança, coleta de lixo e reciclável, transporte público e bairro adequado para pessoas com deficiência. Desta forma, poderiam ser criados alguns subgrupos dentro dos constructos definidos inicialmente.

A confirmação dos fatores indica que este estudo pode ser reaplicado em diferentes contextos, regionais ou culturais, e contribui para difundir a aplicabilidade de ferramentas que envolvem a sustentabilidade e a satisfação com o bairro. Entre as limitações da pesquisa, destaca-se a delimitação às regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, que corresponde a uma parcela da população com características específicas, e não caracterizam a população majoritária do país.

A elaboração de um instrumento de pesquisa reduzido torna a aplicação mais direta, embasando os formuladores de políticas públicas a partir das percepções dos moradores. Por fim, este estudo contribui para aprimorar pesquisas futuras, trazendo o indivíduo para o foco principal de discussão, de forma a promover a sustentabilidade nos bairros e cidades.

## Referências

- ADRIAANSE, C. C. M. Measuring residential satisfaction: a residential environmental satisfaction scale (RESS). *Journal of housing and the built environment*, v. 22, n. 3, p. 287-304, 2007. GE; HOKAO, 2006; <https://doi.org/10.1007/s10901-007-9082-9>.
- AMÉRIGO, M.; ARAGONÉS, J. I. Residential satisfaction in council housing. *Journal of Environmental Psychology*, v. 10, n. 4, p. 313-325, 1990.
- ASCHER, F. *Les nouveaux principes de l'urbanisme*. Paris: de l'Aube, 2010.
- BOFF, Leonardo. *Sustentabilidade: o que é - o que não é*. 5. ed. Petrópolis: Vozes, 2016.

CAO, J.; ZHANG, J. Built environment, mobility, and quality of life. *Travel Behaviour and Society*, v. 5, p. 1-4, 2016.

CHEN, N. C. et al. Environmental Satisfaction, Residential Satisfaction, and Place Attachment: The Cases of Long-Term Residents in Rural and Urban Areas in China. *Sustainability*, v. 11, n. 22, p. 6439, 2019.

COUTINHO, Ricardo Silva. *Cidades sustentáveis: conteúdos e limites do Estado Ambiental na perspectiva de uma teoria estruturante*. 2016. Tese (Doutorado em Direito) Pontifícia Universidade Católica, São Paulo.

EMO, Beatrix; AL-SAYED, Kinda; VAROUDIS, Tasos. Design, cognition & behaviour: usability in the built environment. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, v. 4, n. 2, p. 63-66, 2016.

ESPERIDIÃO, Aline Ramos et al. Estudo de diferenças na satisfação com o bairro em relação ao gênero. *Revista de Morfologia Urbana*, v. 9, n. 2, p. e00199-e00199, 2021.

FAGANELLO, A. M. P. *Estudo sistêmico das inter-relações dos constructos que influenciam a satisfação residencial visando à elaboração de um modelo a partir da percepção cognitiva do indivíduo*. 2019. 293 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2019.

FÁVERO, L. P. et al. *Análise de dados: modelagem multivariada para tomada de decisões*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

FERRARA, Lucrecia d'Aléssio. *Olhar periférico: informação, linguagem, percepção ambiental*. São Paulo: EDUSP, 2.a ed.1999

FORNARA, F.; BONAIUTO, M.; BONNES, M. Cross-validation of abbreviated perceived residential environment quality (PREQ) and neighborhood attachment (NA) indicators. *Environment and Behavior*, v. 42, n. 2, p. 171-196, 2010.

GE, Jian; HOKAO, Kazunori. Research on residential lifestyles in Japanese cities from the viewpoints of residential preference, residential choice and residential satisfaction. *Landscape and urban planning*, v. 78, n. 3, p. 165-178, 2006.

GEHL, Jan. *Cidades para pessoas*. São Paulo: Perspectiva, 2013.

HADAVI, S.; KAPLAN, R. Neighborhood satisfaction and use patterns in urban public outdoor spaces: Multidimensionality and two-way relationships. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 19, p. 110-122, jul. 2016.

HAIR, J. F. et al. *Análise multivariada*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAMMAN, Philippe. Sustainable urbanism. In: CHOONÉ, Aurélie; HAJEK, Isabelle; HAMMAN, Philippe (org.). *Rethinking Nature: Challenging Disciplinary Boundaries*. Nova York: Routledge, 2017. p. 176-186.

HUANG, Z.; DU, X. Assessment and determinants of residential satisfaction with public housing in Hangzhou, China. *Habitat International*, v. 47, p. 218-230, 2015.

HUR, M.; MORROW-JONES, H. Factors that influence residents' satisfaction with neighborhoods. *Environment and Behavior*, v. 40, n. 5, p. 619-635, 2008.



IBEM, E. O.; ADUWO, E. B. Assessment of residential satisfaction in public housing in Ogun State, Nigeria. **Habitat International**, v. 40, p. 163-175, 2013.

LEE, Suzanna M. et al. The relation of perceived and objective environment attributes to neighborhood satisfaction. **Environment and behavior**, v. 49, n. 2, p. 136-160, 2017. <https://doi.org/10.1177/0013916515623823>.

LOVEJOY, K.; HANDY, S.; MOKHTARIAN, P. Neighborhood satisfaction in suburban versus traditional environments: An evaluation of contributing characteristics in eight California neighborhoods. **Landscape and Urban Planning**, v. 97, n. 1, p. 37-48, 2010.

LU, M. Determinants of residential satisfaction: Ordered logit vs. regression models. **Growth and Change**, v. 30, n. 2, p. 264-287, 1999.

MARÔCO, J. **Análise de equações estruturais: Fundamentos teóricos, software & aplicações**. ReportNumber, Ltda, 2010.

MOHIT, M. A.; IBRAHIM, M.; RASHID, Y. R. Assessment of residential satisfaction in newly designed public low-cost housing in Kuala Lumpur, Malaysia. **Habitat International**, v. 34, n.1 p. 18-27. 2010.

MOHIT, Mohammad Abdul; AZIM, Mohamed. Assessment of residential satisfaction with public housing in Hulhumale', Maldives. **Procedia-Social and Behavioral Sciences**, v. 50, p. 756-770, 2012.

MOURATIDIS, Kostas. Is compact city livable? The impact of compact versus sprawled neighbourhoods on neighbourhood satisfaction. **Urban studies**, v. 55, n. 11, p. 2408-2430, 2018.

NEVES, J. A. B. **Modelo de equações estruturais: uma introdução aplicada**. Brasília: Enap, 2018.

PARKES, Alison; KEARNS, Ade; ATKINSON, Rowland. What makes people dissatisfied with their neighbourhoods?. **Urban studies**, v. 39, n. 13, p. 2413-2438, 2002. <https://doi.org/10.1080/0042098022000027031>.

PASTANA, Sheila Trícia Guedes; FORMIGA, Nilton Soares. Evidências Psicométricas das Dimensões da Qualidade de Serviços de um Bairro Urbano. **Gestão e Sociedade**, v. 15, n. 41, p. 4013-4042, 2021.

REIS, A. T. da L.; LAY M. C. D. Avaliação da qualidade de projetos – uma abordagem perceptiva e cognitiva. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 6, n. 3, p. 21-34, jul./set. 2006.

SACHS, Ignacy. **Caminhos Para O Desenvolvimento Sustentável**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Garamond, 2002. *E-book*. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Evor4GwUmg4C&oi=fnd&pg=PA11&dq=related:rBN1gsxcGzYJ:scholar.google.com/&ots=S7BSU6JcO7&sig=HewXgt-gBi-deZfPhgrkHWu9\\_-M#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=Evor4GwUmg4C&oi=fnd&pg=PA11&dq=related:rBN1gsxcGzYJ:scholar.google.com/&ots=S7BSU6JcO7&sig=HewXgt-gBi-deZfPhgrkHWu9_-M#v=onepage&q&f=false).

SAM, Neslihan; BAYRAM, Nuran; BILGEL, Nazan. The perception of residential environment quality and neighbourhood attachment in a metropolitan city: A study on

Bursa, Turkey. **eCanadian Journal of Humanities and Social Sciences**, v. 1, n. 1, p. 22-39, 2012.

SANTOS, A.M. S. P. Planejamento urbano: para quê e para quem? **Revista de Direito da Cidade**, vol.04, no01. ISSN 2317-7721 p.91- 119 , 2012.

SATTLER, Miguel Aloysio. Habitações de baixo custo mais sustentáveis: a casa Alvorada e o Centro Experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis. In: **COLEÇÃO HABITARE**. Porto Alegre: ANTAC, 2007. p. 488.

SMRKE, Urška; BLENKUŠ, Matej; SOČAN, Gregor. Residential satisfaction questionnaires: A systematic review. **Urbani izziv**, v. 29, n. 2, p. 67-82, 2018.

VICINI, L. **Análise multivariada: da teoria à prática**. 2005. 140 f. Monografia (Especialização em Estatística e Modelagem Quantitativa) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2005.

ZHANG, Yang et al. Quality over quantity: Contribution of urban green space to neighborhood satisfaction. **International journal of environmental research and public health**, v. 14, n. 5, p. 535, 2017.



## Laboratório *Maker*: Design e Educação para Sustentabilidade

### *Maker Lab: Design and Education for Sustainability*

**Noeli Sellin, Doutora, Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE**

noeli.sellin@univille.br

**Danilo Corrêa Silva, Doutor, UNIVILLE**

profdanilocsilva@gmail.com

**Marcilene Machado Reinert, Mestre, UNIVILLE**

marcilene.machado@gmail.com

**Marli Teresinha Everling, Doutora, UNIVILLE**

marli.everling@gmail.com

**João Eduardo Chagas Sobral, Doutor, UNIVILLE**

sobral41@gmail.com

#### Resumo

Este artigo relata resultados do projeto "Espaço Maker de Educação para o Desenvolvimento Sustentável com Base no *Design for Change*", cujo objetivo é fomentar a consciência ecológica sobre materiais poliméricos em escolas municipais de ensino fundamental e médio de Joinville/SC. Foi utilizado o método participativo *Design for Change* e sua estrutura abrange introdução, metodologia e planejamento, levantamento bibliográfico e de dados sobre a gestão de resíduos sólidos, estruturação do laboratório *maker*, atividades com duas escolas e considerações finais. As oficinas de criatividade, identificação de polímeros e de reciclagem no Laboratório *Maker* foram importantes para levantar reflexões sobre a importância de práticas pedagógicas que despertam os estudantes para uma atitude mais consciente, ativa e crítica quanto à importância do desenvolvimento sustentável para a sociedade.

**Palavras-chave:** Cultura maker; Sustentabilidade; Resíduos poliméricos

#### Abstract

*This article reports the results of the project "Maker Space of Education for Sustainable Development based on Design for Change", whose objective is to promote ecological awareness about polymeric materials in public elementary and high schools of Joinville/SC. The method Design for Change was used and its structure includes introduction, methodology and planning, bibliographic and data survey on solid waste management, structuring of a Maker Laboratory, activities with two schools and final considerations. The workshops on creativity, identification of polymers and recycling on Maker Laboratory were important to raise reflections on the importance of pedagogical practices that awaken students to a more conscious, active and critical attitude regarding the importance of sustainable development for the society.*

**Keywords:** *Maker culture; Sustainability; Polymeric waste*

## 1. Introdução

O relato apresenta o planejamento, condução e resultados do projeto "Espaço Maker de Educação para o Desenvolvimento Sustentável com Base no *Design for Change*", financiado pelo Fundo de Amparo à Pesquisa do Estado de Santa Catarina (FAPESC). A proposta é uma cooperação o Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade da Região de Joinville (Univille) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) campus Joinville. O objetivo é fomentar a consciência ecológica sobre a origem, processamento, consumo e descarte de materiais poliméricos nas escolas municipais de ensino fundamental e médio de Joinville/SC. Foi proposto o desenvolvimento de uma oficina móvel, caracterizada como um espaço "*maker*", de suporte à criação e fabricação de artefatos a partir de resíduos plásticos previamente coletados e processados por eles. As atividades ocorreram em duas escolas e o método usado foi do tipo participativo, denominado *Design for Change*.

A proposta do projeto é justificada pelo amplo consumo e descarte inadequado de resíduos poliméricos. O conhecimento das características dos materiais poliméricos, a compreensão de sua origem, processamento e utilização em diversos produtos, bem como dos processos de uso, descarte, reciclagem e reúso, possibilita afrontar problemas que afligem a sociedade contemporânea relacionados à poluição ambiental, esgotamento de recursos naturais, dentre outros. Na sequência apresentamos as atividades realizadas com cada escola e o planejamento da Plataforma virtual de suporte à multiplicação de experiências.

## 2. Metodologia e Planejamento

A abordagem está relacionada ao desenvolvimento sustentável. A pesquisa está orientada para os estudantes do ensino fundamental e médio, visando a capacitação de futuros cidadãos para atuar com discernimento em relação aos impactos ambientais, sociais e econômicos relacionados à problemática dos resíduos poliméricos, utilizando a criatividade e conhecimentos associados à inovação social, materiais poliméricos, sustentabilidade e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS, bem como para os estudantes do ensino superior (Cursos de Design e Engenharias) da Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE e da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (Campus Joinville).

A pesquisa considerou: (1) levantamento bibliográfico acerca de abordagens educacionais e objetivos do desenvolvimento sustentável relacionados; (2) levantamento de dados sobre a Gestão dos Resíduos Poliméricos e a destinação dos resíduos poliméricos no município de Joinville/SC; (3) a metodologia *Design for Change*, processo que transita entre metodologias ativas e adaptação de processos de design; para facilitar o diálogo com os professores envolvidos na experiência, em seu planejamento como estrutura global da proposta a etapa "Sentir" foi renomeada de "Aproximação", a etapa "Imaginar" e parte da



etapa “Fazer” foram renomeadas para “Planejamento”; e por fim parte das etapas “Fazer” e “Compartilhar” foram condensadas em “Ação”.

As atividades foram desenvolvidas em 2021 e 2022, abrangendo: (i) o levantamento do Referencial teórico; (ii) levantamento de informações sobre a coleta seletiva no município de Joinville/SC; (iii) destinação dos resíduos poliméricos no município; (iv) visita à cooperativa de separação e reciclagem de resíduos, (v) aproximação e diagnóstico com ênfase na educação para a sustentabilidade junto à Escola Municipal Padre Valente Simioni, denominada Escola 1; (vi) oficina de planejamento e de assessoria às atividades pedagógicas realizadas junto aos professores da Escola 1; (vi) orçamento dos equipamentos para o laboratório *Maker*.

No primeiro e segundo semestre de 2022, foram conduzidas as atividades (oficinas) com os professores e alunos da Escola 1 e foi estruturado o laboratório *Maker*. Ainda, no segundo semestre, foi iniciada a aproximação e realizados o diagnóstico e a condução das atividades com a Escola Municipal Professora Eladir Skibinski, denominada Escola 2, e foi iniciado o processo de desenvolvimento da plataforma virtual, que ocorreu com o levantamento de informações, bem como roteiros para o site, *ebook* e vídeos. O projeto gráfico foi desenvolvido com o suporte de bolsistas e uma organização contratada para produção.

### 3. Levantamento bibliográfico e de Dados Sobre Resíduos Sólidos

#### 3.1. Levantamento Bibliográfico

O projeto integra o que se convencionou chamar de educação *maker* ou metodologias ativas. Embora o termo seja utilizado como parte pela publicidade e propaganda educacional como estratégia avançada de educação, boa parte das inquietações que acompanham o processo já estavam presentes nos estudos de Montessori cujos princípios educacionais se aproximam do que hoje chamamos ‘aprender fazendo’; a médica e pedagoga confiava na manipulação concreta de objetos e na valorização da interação com o espaço físico, para síntese de conceitos abstratos e para mudança de atitudes. Também estão presentes em Freire ao centrar “o processo de aprendizagem no estudante, seu meio, seu contexto e sua autonomia, sensibilizando o aprendiz para o seu potencial como agente transformador da realidade” (EVERLING et al., 2020, p. 138). Em alguns pontos é semelhante à proposta de Schön “por situar o professor como orientador, mobilizador e mediador das situações de aprendizagem (IBID, p. 138).

O *Design for Change*, método de referência, foi proposto pela designer e educadora indiana Kiran Sethi que é similar ao *Design Thinking (DT)* e ao Design Centrado no Humano (*DCH*) com termos e etapas adequadas para processos educacionais. Situa-se como metodologia ativa por posicionar o estudante no centro do processo, em uma atitude de autonomia e protagonismo, objetivando preparar cidadãos atuantes, tão necessários para os desafios do século XXI. Também é uma abordagem próxima dos quatro pilares educacionais

propostos pela Unesco: “aprender a conhecer”, “aprender a viver juntos”, “aprender a fazer” e “aprender a ser” (*DESIGN FOR CHANGE*, 2023; WERTHEIN e CUNHA, 2000). O aprofundamento dessa discussão foi realizado no artigo artigo “A Atuação Científica e Extensionista do PPGDesign/Univille com Ênfase Socioambiental: Projeto Espaço Maker” da autoria de Sobral et al. (2022).

A proposta está alinhada com autores como Papanek (1971, 1995), Braungart e McDonough (2002), Manzini (2014) e Fry (2012, 2020) que discutem o Design em perspectiva social e ambiental; também está assentada na compreensão do papel crítico da educação e na sua importância para discussão do desenvolvimento sustentável. Isso se dá pela disseminação da consciência, valores, atitudes, habilidades e comportamentos. Tais questões estão aprofundadas nos artigos “Espaço Maker: design e educação para a sustentabilidade em escolas públicas” (EVERLING et al., 2022) e “A Atuação Científica e Extensionista do PPGDesign/Univille com Ênfase Socioambiental: Projeto Espaço Maker” (SOBRAL et al., 2022).

O projeto também dialoga com a Agenda 2030 integrada pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) proposta pela Assembleia Geral da ONU em 2015. compromisso da agenda é com ações para o desenvolvimento sustentável, o crescimento econômico sustentável e inclusivo, a inclusão social, a preservação e manutenção do patrimônio cultural e a proteção ambiental de forma colaborativa e em pares (ONU, 2023). As atividades deste projeto visam contribuir, principalmente, com o alcance de metas dos ODS, tais como: ODS 4 Educação de qualidade - em virtude da conexão com o compromisso de educar jovens e adultos, com qualidade, competência técnica e profissional, para emprego, trabalho e empreendedorismo, bem como habilidades necessárias para o desenvolvimento sustentável); ODS 11 Cidades e Comunidades Sustentáveis - pelo compromisso com a redução do impacto ambiental negativo das cidades incluindo resíduos); ODS 12 Consumo e Produção Responsáveis - pelo uso eficiente dos recursos naturais, intenção de assegurar o manejo ambientalmente saudável de resíduos ao longo de todo ciclo de vida e a redução da geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso); e ODS 14 Vida debaixo d’água - pela meta de prevenir e reduzir a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres.

#### 3.2. Levantamento de Dados Sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos em Joinville/SC

A gestão dos resíduos sólidos (comuns, recicláveis, hospitalares, especiais) no município de Joinville/SC é realizada pela empresa Ambiental Limpeza Urbana e Saneamento Ltda., que desde 1999, oferece serviços como a coleta de resíduos, serviços gerais de limpeza, implantação e operação de aterros sanitários, operação e manutenção do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário (AMBIENTAL, 2022). Os resíduos da coleta seletiva (resíduos recicláveis: papel, vidros, metais, plásticos), foco deste estudo, são coletados por veículos adaptados e identificados e então são encaminhados para associações e cooperativas de reciclagem cadastradas e credenciadas pela Secretaria de Infraestrutura Urbana - SEINFRA, ligada à prefeitura do município.

A coleta dos resíduos recicláveis é realizada em setores predeterminados, de acordo com a quantidade de resíduo gerado e a necessidade de recolhimento de cada região onde a empresa atua (AMBIENTAL, 2022). De acordo com a empresa, no mês de janeiro/2022, foram coletadas em média 542,52 toneladas de resíduos sólidos da coleta seletiva no município. Oficialmente somente a Ambiental é credenciada para efetuar a coleta de resíduos recicláveis em Joinville/SC. Porém, existem coletores clandestinos na cidade que também realizam a coleta. São 6 cooperativas credenciadas para receber os resíduos da coleta seletiva no município: Assecrejo, Galpão Aventureiro, Galpão Cubatão, Galpão Da Paz, Galpão Santa Bárbara e Recicla. Todos os dias as cooperativas recebem duas cargas de resíduos recicláveis, uma do período da manhã e outra do período da tarde. No caso dos resíduos da coleta seletiva (recicláveis), a empresa Ambiental é responsável somente pelos serviços de coleta e entrega dos mesmos nas cooperativas, as quais promovem a separação, classificação, quantificação, enfardamento e venda para as empresas recicladoras.

Dentre as cooperativas, foi selecionada para a pesquisa a que apresentava melhor infraestrutura e recebia a maior quantidade de resíduos, localizada na região norte de Joinville/SC. A visita ocorreu em fevereiro de 2022 e contou com a participação de quatro professores das universidades envolvidas no projeto e um bolsista de iniciação científica. O objetivo foi acompanhar e perceber processos relacionados à coleta e separação de resíduos, especialmente dos poliméricos, bem como realizar um processo de escuta. Identificou-se que além dos resíduos entregues pela empresa Ambiental, a cooperativa recebe resíduos que são entregues por outras empresas e voluntariamente pela população.

Os resíduos recebidos são separados, classificados, pesados, enfardados e/ou armazenados em recipientes específicos. Foi levantado que os resíduos de papel são os recebidos em maior quantidade pela cooperativa e os resíduos poliméricos, foco deste estudo, apresentam o segundo maior percentual, de 22,8% de plásticos em geral (polietilenos de alta e baixa densidade - PEAD e PEBD, polipropileno - PP, polietileno tereftalato - PET, policloreto de vinila - PVC, poliestireno - PS, entre outros) e 1,5% de Poliestireno Expandido - EPS (conhecido como "Isopor"). Os resíduos classificados são vendidos para empresas recicladoras de Joinville e outras cidades da região. Do total de resíduos recebidos na cooperativa, em torno de 25 a 30% são classificados como "rejeitos", compostos por restos de comida, papel higiênico, absorventes higiênicos, animais mortos, etc, que não deveriam estar nos resíduos reciclados da coleta seletiva. Destes rejeitos, 3 a 5% são materiais como plástico laminado (mistura de diferentes materiais) e acrílico (polimetacrilato de metila) que não são comercializados, devido à baixa procura pelas empresas recicladoras. Esses materiais são coletados pela empresa Ambiental e encaminhados para aterro controlado.

#### 4. Estruturação das atividades com as escolas e do laboratório *Maker*

O projeto "Espaço Maker de Educação para o Desenvolvimento Sustentável com Base no *Design for Change*" foi desenvolvido até o momento em duas escolas do município de Joinville, conforme descrito anteriormente. A estrutura das atividades e oficinas seguiram as três fases: aproximação, planejamento e ação (Quadro 1).

**Quadro 1: Estruturação das atividades e oficinas desenvolvidas de acordo com as 3 fases definidas.**

Aproximação	Planejamento	Ação
*aproximação com as escolas *diagnóstico pedagógico e possibilidades de alinhamento *desenho do processo com os professores *planejamento das atividades com professores, disciplinas e conteúdo envolvidos	*planejamento e condução das atividades para coleta de resíduos *planejamento e condução da oficina de suporte para a classificação de resíduos poliméricos nas disciplinas escolhidas *Planejamento da oficina de criatividade para o desenvolvimento de produtos a partir dos resíduos *preparação do laboratório móvel.	Condução: *dos experimentos para identificação e separação dos resíduos poliméricos. *da oficina de criatividade e de desenvolvimento de produtos. *seleção do produto a ser produzido com os resíduos e o suporte do Laboratório <i>Maker</i> levando em conta critérios relevantes. *do projeto e confecção de moldes e dos testes no laboratório móvel *dos testes de prototipagem *da oficina de prototipagem na escola com o uso do laboratório móvel

Fonte: Autores.

Na fase de Aproximação, a intenção foi de conhecer a realidade e realizar diagnósticos e alinhamentos com os professores considerando oportunidades junto a equipe pedagógica, docentes, disciplinas e turmas participantes e atividades de envolvimento da escola de modo mais amplo; estas atividades envolvem visitas, reuniões e oficinas.

A fase de Planejamento foi elaborada de modo participativo com a equipe do projeto, a equipe pedagógica da escola e os professores; é a equipe pedagógica e os professores que identificam que conteúdos e atividades podem ser trabalhadas em cada disciplina e como o projeto pode ser alinhado, ajustado e customizado considerando outros objetivos do calendário escolar ou como alinhar e integrar com outros projetos já em andamento.

A fase de Ação ocorreu nas disciplinas, nas quais foram oferecidas: divulgação das atividades previstas na escola; oficinas de coleta, identificação, separação e trituração de resíduos poliméricos; oficinas de criatividade e desenvolvimento de produtos; escolha do produto a ser confeccionado a partir dos resíduos poliméricos coletados de acordo com critérios importantes para as disciplinas, projeto e adequabilidade para produção nos equipamentos do laboratório móvel; criação do modelo a partir do produto definido para confecção de moldes, visando à produção em escala do produto. Paralelamente, na Univille,



ocorreu a montagem do Laboratório Móvel; foi realizada a adequação dos equipamentos (injetora, extrusora e forno compressor) para reciclagem mecânica dos resíduos poliméricos e capacitados os bolsistas da universidade para operar os equipamentos; também foram realizados os testes de prototipagem, a confecção dos moldes; a produção preliminar dos produtos desenvolvidos pelos estudantes considerando o tempo restrito da oficina de demonstração de prototipação nas Escolas.

### 5. Resultados alcançados com a Escola 1

As atividades com a primeira Escola iniciaram no segundo semestre de 2021 e perduraram até o início do segundo semestre de 2022. Para a estruturação das oficinas e definição dos conteúdos, foi realizada uma atividade de escuta com professores da disciplina de Ciências, Artes e das outras disciplinas envolvidas, escolhidos pelo tipo de conteúdo que lecionam e pelo alinhamento da disciplina com o projeto do Espaço *Maker*. A partir da visita, levantamento e escuta realizados com representantes da escola, iniciou-se com a sua capacitação para a metodologia do *Design for Change* e utilização dos equipamentos do Laboratório *Maker*. Foi definido com a diretoria da escola que as atividades seriam dirigidas aos estudantes do 9º ano, pois apresentam mais maturidade para o manuseio dos equipamentos e atividades de projeto de produtos a partir da reciclagem dos materiais poliméricos coletados na campanha que a escola já vinha realizando. Participaram das oficinas em torno de 90 alunos do 9º ano.

Esta atividade contou com o suporte de material didático sobre materiais poliméricos e metodologias de identificação e reciclagem de polímeros para capacitação de professores. O professor da disciplina de Ciências apresentou o conteúdo didático sobre os diferentes tipos de materiais poliméricos, estrutura química, suas aplicações, problemática sobre destinação inadequada e impactos ambientais e também, junto com os alunos, elaborou cartazes contendo o código da reciclagem de cada polímero e suas aplicações, os quais foram fixados em vários locais na escola.

Como parte da etapa "Imaginar" foram efetuados experimentos em laboratório químico da universidade utilizando técnicas de identificação escolhidas para serem aplicadas na oficina com os estudantes da escola. A primeira atividade foi voltada à identificação dos materiais poliméricos coletados a partir do código da reciclagem presente em cada embalagem, os quais foram então separados por tipo de resina polimérica e também por cor. A segunda atividade foi de identificação a partir dos testes de densidade e combustão dos materiais; foram escolhidos alguns resíduos e efetuados os experimentos demonstrativos executados pelos bolsistas da universidade com apoio do professor da disciplina de Ciências. A Escola 1 não possuía laboratório para realização desses experimentos e por causa da necessidade de se evitar aglomerações na pandemia, bem como necessitar ser executada em ambiente arejado, devido ao teste de queima dos materiais, esta atividade foi realizada ao ar livre e no formato de demonstração. Estas atividades tiveram como objetivos mostrar aos

estudantes que os produtos poliméricos são oriundos de diferentes tipos de resinas e que seu processamento e aplicações dependem disso, além da importância da separação correta para a reciclagem.

Em agosto de 2022, foi conduzida uma oficina de criatividade com os estudantes da escola para criar pequenos artefatos a partir do resíduo coletado e passíveis de produção nos equipamentos do laboratório móvel. Foram apresentados os conceitos de fabricação da "ideia" até o projeto, uso e descarte, bem como processos de reciclagem do polímero coletado e selecionado por eles. A atividade criativa desafiou os estudantes a desenharem um artefato que pudesse ser viabilizado a partir dos equipamentos do Laboratório Móvel. De posse dos vários desenhos selecionados foi realizada a discussão de viabilidade levando em conta critérios como tema, factibilidade, entre outros.

O desenho de uma baleia, derivado da oficina de criatividade, foi escolhido para o desenvolvimento do produto, que foi definido para ser na forma de chaveiro, que seria depois oferecido como brinde aos estudantes na oficina de reciclagem. O produto foi modelado em CAD, impresso em 3D para percepção do artefato e, em seguida, foram confeccionados dois moldes, um usinado em aço e outro em silicone, em laboratórios da Universidade.

Dos resíduos poliméricos coletados e identificados por tipo de resina pelos estudantes da escola, foram separadas as tampinhas (de garrafas) com diferentes cores, as quais foram trituradas previamente para serem utilizadas nos equipamentos do Laboratório Móvel.

A medida que o laboratório móvel assumia forma, foram realizados vários testes com estes moldes até alcançar a qualidade desejada para levar os equipamentos à escola para montagem do "Espaço *Maker*" e realização das oficinas de reciclagem e produção dos artefatos.

A demonstração iniciou apresentando o processo de termoformagem. Neste processo, os grânulos de resíduos poliméricos foram depositados em um molde metálico macho-fêmea, que permitia obter um produto no formato de uma placa. O molde com os grânulos foi colocado em um forno compressor, aquecido e prensado até o material tomar a forma molde, que depois foi resfriado para solidificação e extração do produto. Este processo é utilizado na indústria automotiva, de eletrodomésticos, embalagens, etc. Na sequência, foi demonstrado o processo de extrusão dos resíduos triturados em uma extrusora de bancada, que promove o aquecimento, a fusão e homogeneização do material. Este é um dos processos mais usados na reciclagem mecânica de resíduos poliméricos pelas indústrias do setor. Nesta atividade, os estudantes puderam observar a produção de filamentos a partir da mistura de diferentes tipos de resíduos. Por fim, foi demonstrada a confecção do artefato (chaveiro com formato de baleia), por moldagem por injeção. Neste processo, os grânulos de resíduos foram alimentados na injetora, aquecidos e pressionados por meio de um pistão contra uma matriz acoplada ao molde. O polímero fundido preenchia o molde, o qual era então resfriado para solidificação e extração do artefato do molde. O processo de injeção também é um dos mais empregados na transformação de materiais poliméricos e a cidade de Joinville é bastante conhecida por possuir muitas indústrias desse setor. Também foi apresentado o molde de silicone, evidenciando a obtenção do modelo tridimensional da baleia.

Ao final das demonstrações, os estudantes receberam um chaveiro no formato de baleia, resultado do desenho concebido por uma aluna e transformado no artefato, o qual teve como objetivo representar o projeto e ser distribuído aos estudantes e professores que participaram das atividades como uma lembrança, por seu significado, conexão e internalização de todo o processo. Foram produzidos mais de cem brindes, com diferentes misturas de cores, para os estudantes e professores da Escola 1. Na Figura 1 estão apresentadas algumas fotos das atividades realizadas na Escola 1. O relato ampliado da experiência foi sob o título "Espaço Maker: design e educação para a sustentabilidade em escolas públicas" da autoria de Everling et al. (2022).

Figura 1: Atividades relacionadas ao Laboratório *Maker* na Escola 1.



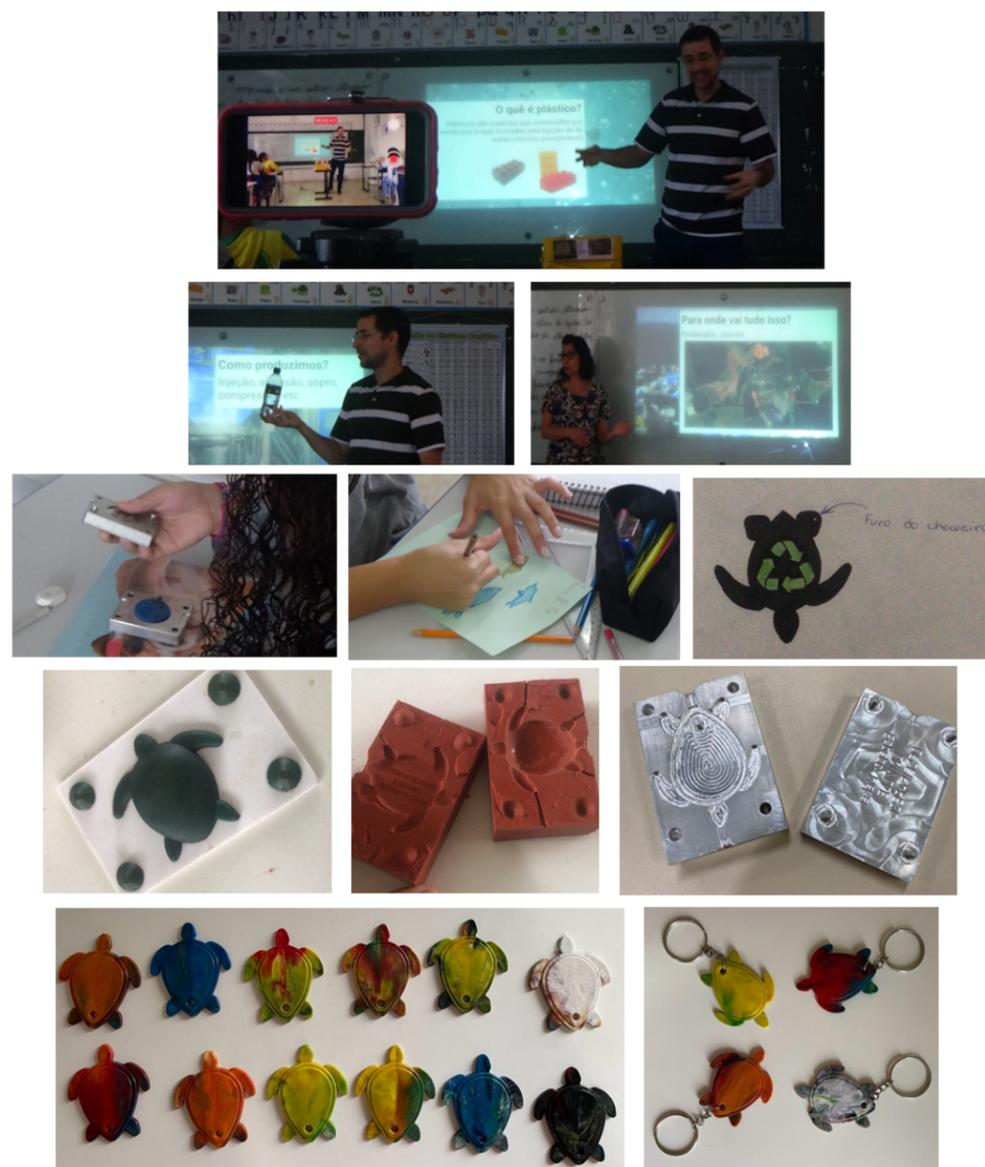
Fonte: elaborado pelos autores.

## 6. Resultados alcançados com a Escola 2

Se a experiência piloto na Escola 1 levou aproximadamente um ano, na Escola 2 o tempo foi encurtado para três meses e ocorreu no segundo semestre de 2022. Tal distinção foi decorrente da experiência e melhor clareza da sequência de procedimentos. A experiência na primeira Escola 1 também facilitou o planejamento participativo das atividades com a equipe pedagógica e docente na Escola 2.

A turma escolhida também foi o 9º. ano do ensino fundamental (em torno de 72 alunos); as professoras que estiveram envolvidas nas oficinas de identificação e reciclagem dos resíduos representaram as disciplinas de Ciências e Tempos de Avançar; a professora de Artes acompanhou e supervisionou as atividades relacionadas à oficina criativa. Na Figura 2 estão apresentadas algumas fotos das atividades realizadas na Escola 2.

Figura 2: Atividades relacionadas ao Laboratório *Maker* na Escola 2.



Fonte: elaborado pelos autores

Um aperfeiçoamento do processo, na segunda escola, refere-se à adaptação da oficina de criatividade para ampliação do repertório dos estudantes acerca da flora e da fauna local, bem como de questões ambientais locais. As demais atividades foram beneficiadas pela experiência da escola anterior e ocorreram de modo muito mais fluido, especialmente porque

o Laboratório Móvel já estava estruturado e esse processo estava mais claro. O desenho escolhido para a produção do artefato (brinde/chaveiro) foi o de uma tartaruga.

Nesta escola, as oficinas de identificação dos resíduos poliméricos pelo código da reciclagem e por testes de densidade e combustão foram realizadas em laboratório próprio, que já possuía estrutura, vidrarias e materiais necessários para os ensaios. A atividade de identificação dos polímeros pelo código da reciclagem foi efetuada pela professora de Ciências, que junto com os alunos elaboraram cartazes contendo os materiais poliméricos a partir da colagem de amostras destes, bem como o código da reciclagem de cada um e suas principais aplicações. Nas atividades de identificação por meio da densidade e combustão dos polímeros, os estudantes participaram das atividades executando os testes com orientação dos professores da escola, bolsistas e professor vinculados ao projeto. As atividades de reciclagem realizadas com os equipamentos do Laboratório Móvel também ocorreram no laboratório da escola.

## 7. Considerações Finais

Ao longo de três anos foi possível compreender e aprofundar aspectos relacionados ao processo de coleta e reciclagem de resíduos em Joinville/SC. Paralelamente, foi dedicada atenção constante acerca de informações atuais relacionadas ao tema, tanto em termos de problemática quanto de educação para a sustentabilidade. Esta compreensão contribuiu para que no diálogo e no diagnóstico junto às escolas fosse considerado contexto social, cultural e econômico mais amplo.

Os maiores impactos do projeto foram: (1) tangibilização e explicitação do processo de reciclagem e reaproveitamento para o desenvolvimento de novos produtos; (2) sensibilização para questões ambientais por meio metodologias ativas relacionadas ao design e a interdisciplinaridade; (3) associação do projeto a outros desafios que já mobilizaram as escolas contribuindo para seu maior engajamento; (4) estruturação de um método de abordagem, especialmente nas atividades conduzidas com a primeira escola, o que repercutiu em uma curva de aprendizagem facilitando a condução de experiências subsequentes; (5) estruturação do Laboratório *Maker* que está em um estágio em que é possível conduzir experiências mais imersivas associadas às disciplinas e ao cronograma das escolas, ao mesmo tempo em que está equipado e preparado para demonstrações mais rápidas que permitem compreender todo o processo de reciclagem mecânica de polímeros. Com esta estrutura e com a plataforma em desenvolvimento para hospedar materiais didáticos é possível planejar atividades para outras escolas e organizações contribuindo com a educação para a sustentabilidade.



## Referências

AMBIENTAL LIMPEZA URBANA E SANEAMENTO. Disponível em: <<https://www.ambiental.sc/servicos/limpeza-urbana/coleta-de-residuos-reciclaveis/>>, acesso em Fevereiro/2022.

BRAUNGART, M.; MCDONOUGH, W. **Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things**. New York: North Point Press. 2002.

DESIGN FOR CHANGE. Disponível em <<https://dfcworld.org/SITE>>, acesso em Fevereiro/2023.

EVERLING, M. T.; SELLIN, N.; SILVA, D. C.; SACCHELLI, C. M.; BOETTCHE, M. Espaço Maker: design e educação para a sustentabilidade em escolas públicas. In: **IMPACT PROJECTS**, v. 1, n. 1, p. 139-154, 2022.

EVERLING, M. T.; SOBRAL, J. E. C.; CAVALCANTI, A. L. M. de S. Design & "O Vir A Ser": Fundamentos de educação e ecologia orientados para um mundo em transformação. In: **Mix Sustentável**, v. 6, n. 1, p. 135-143, 2020.

FRY, T. **Defuturing - A New Design Philosophy**. Bloomsbury: London, 2020. Versão Kindle.

FRY, T. **Becoming human by design**. Berg: London, 2012. Versão Kindle.

MANZINI, E. **Download do Material Didático das palestras**. 2014. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/ped2014/php/index.php>>. Acesso em Jun/2022.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS)**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>, acesso em Março/2023.

PAPANEK, V. **Designing for the Real World - Human Ecology and Social Change**. Chicago: The University of Chicago Press. 1971.

PAPANEK, V. **The Green Imperative – Ecology and Ethics in Design and Architecture**. London : Thames and Hudson. 1995.

WERTHEIN, J.; CUNHA, C. **Fundamentos da nova educação**. Brasília: UNESCO, 2000. 84p

SOBRAL, J. E. C.; SELLIN, N.; SILVA, D. C.; EVERLING, M. T.; CAVALCANTI, A. L. M. S. A atuação científica e extensionista do ppgdesign/univille com ênfase socioambiental: projeto espaço maker. **Plural Design**, v. 5, n. 1, 2022.

## Agradecimentos

FAPESC - pelo financiamento do projeto; CNPq - pelas bolsas de iniciação científica e tecnológica; FAP/Univille - pelo financiamento de bolsistas de graduação e mestrado; Governo do Estado de Santa Catarina - pelo financiamento de bolsista UNIEDU; Instituto Caranguejo de Educação Ambiental; Escolas Municipais Padre Valente Simioni e Professora

Eladir Skibinski - pela parceria para as atividades; Professores Anna L. M. S. Cavalcanti (PPGDesign/Univille) e Carlos M. Sacchelli (UFSC).



**Compuestos orgánicos volátiles en materiales poliméricos sostenibles de uso arquitectónico e interiores, caso de estudio pontificia universidad javeriana, Bogotá - Colombia**

*Volatile organic compounds in sustainable polymeric materials for architectural and interior use, case study at pontificia universidad javeriana, Bogotá - Colombia*

**Willmar Ricardo Rugeles Joya, MsC Ecodesign**

rugeles-w@javeriana.edu.co

**Angela Margarita Moncaleano Niño, PhD Ciencias del mar**

amoncaleano@javeriana.edu.co

**Lucia Ximena Tello Clavijo, Ingeniera Química**

rugeles-w@javeriana.edu.co

**Henry Alberto Mendez Pinzon, Doctor rerum naturalium**

hmendez@javeriana.edu.co

**Carolina Valbuena, MsC Arquitectura Sostenible**

valbuenas@javeriana.edu.co

**Carlos Devia Castillo, PhD Ingeniería**

cdevia@javeriana.edu.co

**Resumen**

En todo el mundo, existe un creciente interés en el uso y consumo adecuado de materias primas sostenibles que se basen en el reciclaje y reutilización de polímeros derivados del petróleo y otros materiales reciclados, como laminas a partir de colaminados. Estas "alternativas sostenibles" parecen ser una solución atractiva para los problemas ambientales, sin embargo, es importante considerar los posibles impactos ambientales y de salud pública que puedan derivarse de su uso. Por lo tanto, el objetivo de nuestro proyecto de investigación es analizar las emisiones de COVs de materiales poliméricos "sostenibles" generalmente placas y colaminados y evaluar sus posibles impactos ambientales y de salud. Para ello, se ha diseñado y fabricado un prototipo de cámara de medición de compuestos orgánicos acoplado una serie de sensores para COVs. Los resultados han mostrado la presencia de gases como

CO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> y material particulado, algunos sobre los límites permitidos de exposición humana concluyendo que las emisiones de algunos COVs pueden representar un riesgo potencial tanto para la salud ambiental como para la salud humana. Es fundamental seguir investigando para encontrar alternativas sostenibles que no comprometan la salud y el bienestar de las personas y el medio ambiente.

**Palabras Clave:** Compuestos orgánicos volátiles, polímeros, materiales construcción, inmobiliario, sostenibilidad

**Abstract**

Throughout the world, there is a growing interest in the proper use and consumption of sustainable raw materials that are based on the recycling and reuse of petroleum-derived polymers and other recycled materials, such as sheets from collaminates. These "sustainable alternatives" appear to be an attractive solution to environmental problems, however it is important to consider the potential environmental and public health impacts that may result from their use. Therefore, the objective of our research project is to analyze the VOC emissions of "sustainable" polymeric materials such boards and colaminateds. To this end, a prototype chamber for measuring organic compounds has been designed and manufactured by coupling a series of sensors for VOCs. The results have shown the presence of gases such as CO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> and particulate matter, some of which are above the permitted limits of human exposure, concluding that the emissions of some VOCs may represent a potential risk for both environmental and human health. It is essential to continue researching to find sustainable alternatives that do not compromise the health and well-being of people and the environment.

**Keywords:** Volatile organic compounds, polymers, construction materials, real estate, sustainability

**1. Introducción**

Para lograr un impacto real en el medio ambiente, es fundamental realizar un análisis crítico de las diversas estrategias que se aplican actualmente y su efecto real en los ecosistemas. En este sentido, la ciclabilidad de los materiales se presenta como una opción ampliamente aceptada en términos de sostenibilidad, ya sea en ciclos biológicos o tecnológicos. Sin embargo, es importante profundizar en el estudio de los posibles impactos que puedan generar debido a la degradación que sufren estos materiales con el tiempo y su exposición funcional relacionada con el uso al que son sometidos.

Los gases y material particulado clasificado como compuestos orgánicos volátiles (COVs) están relacionados a la composición química de los materiales. Los COVs incluyen dentro de su clasificación compuestos como ácidos, alcoholes, aldehídos, cetonas, éteres, cetonas, e hidrocarburos aromáticos entre otros (Demirel et al., 2014; Adamová et al., 2020), que comparten como característica su baja solubilidad en agua y alta volatilidad a temperatura ambiente debido a la alta presión de vapor (Cicolella 2008).

Actualmente existe una preocupación relacionada con las emisiones de los COVs, en la medida que autores señalan que la mayoría de los COVs, en especial los compuestos aromáticos y los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAPs), además de producir malos olores pueden llegar a ser altamente tóxicos, generando afectaciones al sistema respiratorio como asma, así como a los sistemas inmunológico y reproductivo, incluso llegando a ser carcinógenos en concentraciones bajas ( $>0.2\text{mg m}^{-3}$ ) para las personas que están expuestas a estos de manera prolongada (Sax et al., 2006; Sousa et al., 2011; Castro-Hurtado et al., 2013; Du et al., 2014; Zhu et al., 2020; Zhang et al., 2020)

El objetivo de este proyecto es el de comprender los beneficios y afectaciones de la reciclabilidad de los materiales en aspectos como la salud humana, los ciclos de vida, los cambios estructurales y el uso al que están expuestos. Para ello se realizó el estudio sobre los siguientes COVs: CO, NO<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> y material particulado de (1ppm, 2.5ppm, 10ppm), identificando el posible impacto sobre el ambiente y la salud humana que tienen estos materiales por su manipulación y exposición.

Los resultados han evidenciado la presencia de gases como CO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> y material particulado, algunos sobrepasan los límites permitidos de exposición, según los datos proporcionados por la OMS, los cuales resaltan la importancia de tener como criterio la selección de dichos materiales el riesgo que representa sobre la salud humana. Así mismo, cuando estos materiales son utilizados en interiores o exteriores, es necesario realizar el debido seguimiento para evitar la saturación del aire por riesgos en los niveles de contaminación.

## 2. Metodología

El desarrollo de este proyecto se ha dividido en 2 etapas centradas en el desarrollo de las pruebas según los materiales identificados en la región. Con esto se procede a la identificación de ambientes y a la fabricación y funcionalidad del prototipo que cumpla con las condiciones para dichas pruebas.

### 2.2 Selección de los polímeros.

A partir de una revisión de fuentes secundarias sobre el uso, la degradación y el reciclaje de polímeros, así como de entrevistas semiestructuradas a actores clave (anexo 1) y análisis de laboratorio detallados de productos utilizados catalogados como "materiales sostenibles". Las fuentes secundarias incluyeron:

- Fichas de características técnicas de los materiales, que cubren aspectos estructurales, biológicos, ambientales y de salud.
- Entrevistas para validar el conocimiento previo y posterior al estudio para validar el conocimiento por parte de los constructores y usuarios de los materiales seleccionados.

Los materiales seleccionados para el estudio se eligieron en base a la oferta existente de materiales sostenibles, y se aseguró que cumplieran con las siguientes características: i) que estuvieran disponibles a nivel comercial localmente en Colombia, y ii) que se utilizaran en el

campus de la Pontificia Universidad Javeriana- sede Bogotá. Esto garantizó que fueran fácilmente accesibles para el desarrollo del estudio y que fueran identificables por el sector del diseño y la construcción en el entorno local. La tabla 2 muestra los materiales seleccionados y sus características.

Tabla 2 Composición de materiales de estudio

Producto - material	Composición Química
Polialuminio	Variaciones de las siguientes proporciones: Papel 75% Polietileno 20% Aluminio 5%
Reciclados de grifería y computadores	ABS, PVC, Acabados galvanoplásticos
Textil de poliéster	PET, Metales pesados
Textil de Vinilo	PVA, PVC, Polietileno, polipropileno, PET
Madera Ecológica	50 % termoplástico con reforzante mineral 50 % fibras vegetales.

Fuente: Autores

### 2.3 Pruebas de flexión y tensión

Las pruebas de tensión realizadas se llevaron a cabo sobre los materiales laminados y todos los materiales se dispusieron en medidas similares para mantener la similitud en su rigidez y resistencia. Para ello, se utilizó una máquina de ensayo universal que aplica una carga gradual a los materiales laminados. Se midió la deformación de las muestras y la carga aplicada, y a partir de estos datos se obtuvieron las curvas de esfuerzo-deformación. Estas curvas permitieron el cálculo del módulo de Young, la resistencia a la tracción y el límite elástico de los materiales laminados sostenibles.

Además de la prueba de tensión, se realizaron pruebas de flexión de 3 puntos en los mismos materiales laminados sostenibles. Estas pruebas también tienen como objetivo analizar las características estructurales de los materiales para su uso en construcción y mobiliarios. En la prueba de flexión, se aplica una carga en el centro de la muestra y se miden la deformación y la carga aplicada.

### 2.4 Elaboración del prototipo.

Se construyó un prototipo de cámara cerrada para la medición de los compuestos orgánicos volátiles (COVs) utilizando materiales como vidrio y nylon (filamento nylon white para impresora 3D MARK 2). La cámara tiene dimensiones totales de 205mmx300mmx110mm y cuenta con un área de medición de 160mmx160mmx95mm.

El prototipo cuenta con una lista de sensores de la tabla 1 que fueron acoplados en el soporte para los sensores. Estos sensores fueron elegidos específicamente para medir los COVs y garantizar una mayor precisión en la medición, además de medir las concentraciones de los compuestos volátiles y del material particulado en tiempo real. La cámara cerrada

permite la medición de los COVs de forma controlada y reproducible, minimizando la interferencia de otros factores externos y asegurando la precisión de las mediciones.

Figura 1. Fotografía ángulo superior de la cámara para la medición de COVs, a la izquierda el área de medición, a la derecha el soporte para sensores.



Autor: Ricardo Rugeles.

Para medir los VOC, se usaron sensores digitales específicos que permiten la medición de diversos compuestos, los cuales se enlistan en la Tabla 1. y medidos en períodos de 1 segundo.

Tabla 1 Sensores utilizados para la medición de los COVs

Elementos	Sensor
CO	CJMCU811V
CO2	SEN0159
NH3	MICS-6814
NO2	MICS-6814
PM 2,5	PMS5003
PM 5	PMS5003
PM 10	PMS5003

Fuente: Autores

### 2.5 Medición de los COVs.

El equipo de trabajo ha establecido protocolos de medición para llevar a cabo las validaciones de los materiales. En conjunto, se han identificado los parámetros necesarios para realizar las pruebas, así como las herramientas e indicadores que se utilizarán durante su respectiva ejecución. Estos protocolos permitirán identificar los posibles cambios estructurales y de composición que los materiales puedan sufrir, así como la emisión potencial de compuestos orgánicos volátiles (VOC), como resultado de su exposición a diferentes pruebas comunes

para ambientes interiores y exteriores. En la Tabla 3 se muestran todas las pruebas que se llevarán a cabo para diferentes tipos de ambientes y estados de los materiales.

Tabla 3 Pruebas a realizar sobre los diferentes tipos de materiales objeto del estudio

Ambientes	Variables	Número de pruebas
<b>Luz Natural directa</b>	Exposición directa	9
	Raspado	9
	Húmedo	9
<b>Sombra interior</b>	Exposición directa	9
	Raspado	9
	Húmedo	9
<b>Sombra exterior</b>	Exposición directa	9
	Raspado	9
	Húmedo	9
<b>Noche</b>	Exposición directa	9
	Raspado	9
	Húmedo	9
<b>Luz artificial directa</b>	Exposición directa	9
	Raspado	9
	Húmedo	9
<b>Total pruebas por material</b>		15
<b>Control cámara</b>		15
<b>Total pruebas</b>		150

Fuente: Autores

El protocolo de medición de compuestos orgánicos volátiles (VOC) se establece a partir de la metodología CFR 40, que es utilizada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM, 2010). Esta metodología plantea los protocolos de validación de pruebas para cada uno de los compuestos volátiles y el material particulado, para diferentes ambientes de exposición y estados (IDEAM, 2010)

### 2.5 Plataforma de divulgación de resultados.

Una vez finalizados los análisis de los compuestos orgánicos volátiles y material particulado presentes en los diferentes ambientes de exposición, se procedió a la construcción de una plataforma digital para la divulgación de los resultados obtenidos. Esta plataforma fue diseñada para informar sobre las características y recomendaciones en el uso a nivel arquitectónico y de productos para interiores y exteriores.

los resultados del estudio sobre VOC y materiales sostenibles han sido publicados en el sitio web <https://designfactorypuj.wixsite.com/materiales-sostenibl>. La publicación de los resultados en línea permite que estudiantes, investigadores, empresas y otros interesados en el tema tengan acceso a la información y puedan utilizarla en la selección y compra de materiales más sostenibles. Además, la disponibilidad en línea permite que los resultados del estudio se difundan ampliamente y que se promueva la conciencia y educación ambiental en la industria y la sociedad en general.

### 3. Resultados

Después de analizar los datos obtenidos en el estudio de VOC de materiales sostenibles, se ha encontrado información significativa que pueden ser de gran utilidad para la selección de materiales en la fabricación de mobiliario y construcción. Los resultados se han clasificado según el ambiente evaluado y el tipo de material analizado, lo que nos ha permitido identificar patrones y tendencias en la emisión de compuestos orgánicos volátiles.

#### 3.1 Pruebas de flexión y tensión

Los resultados de la presente investigación indican que los módulos de Young de los materiales poliméricos analizados son considerablemente bajos en comparación con los polímeros laminados tradicionalmente utilizados. Aquellos materiales con una estructura más homogénea, como la madera plástica, los laminados de ABS y PVC, presentan una mayor adherencia y, por ende, un mayor índice en las pruebas realizadas. Por otro lado, los materiales colaminados uno a cuatro, que incluyen diversos materiales en su composición y que no usan aglomerantes sino se someten a altas temperaturas y presiones durante su proceso de laminación, obtienen resultados más bajos en la prueba.

Tabla 4 Composición química de materiales experimentales

Producto - material	Test Tensión	Test Flexión
PLACA PVC	Y = 9588 ± 11 kPa	Y = 5293 ± 8 kPa
PLACA ABS	Y = 9028 ± 19 kPa	Y = 5092 ± 13 kPa
MADERA PLASTICA	Y = 6562 ± 33 kPa	
POLIALUMINIO 3	Y = 6241 ± 11 kPa	Y = 1363 ± 7 kPa
POLIALUMINIO 2	Y = 4369 ± 6 kPa	Y = 983 ± 9 kPa
POLIALUMINIO 1	Y = 3962 ± 11 kPa	Y = 1378 ± 3 kPa
POLIALUMINIO 4	Y1 = 2439 ± 9 kPa Y2 = 6304 ± 12 kPa	Y = 1378 ± 3 kPa

Fuente: Datos del presente estudio.

Los resultados de la tabla 4 indican que los termoplásticos, como el polietileno de baja densidad y algunas espumas de poliuretano, se encuentran en un nivel similar al de los materiales analizados en este estudio. Estos resultados sugieren que, en aplicaciones laminares sometidas a grandes esfuerzos, podría producirse un desgaste acelerado del material, lo que

reduciría su vida útil. Sin embargo, en acabados superficiales de pared, por ejemplo, el desgaste generado por el contacto podría no ser tan significativo, pero debe tenerse en cuenta la exposición directa a diversos factores ambientales como lluvia o radiación solar.

#### 3.2 Resultados por ambiente de exposición

**Luz artificial directa**, se evidencia la presencia de NO<sub>2</sub> en la mayoría de los materiales manipulados, así como la presencia de material particulado (pm<sub>10</sub>, pm<sub>5</sub>), por lo tanto, es importante aplicar medidas de precaución para evitar impactos en la salud, debido a que estas sustancias se encuentran sobre los límites recomendados de exposición.

**Sombra interior**, en términos generales se evidencia la presencia de gases como CO, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, con la mayoría de los materiales manipulados, así como la presencia de material particulado, estas sustancias se encuentran por encima de los límites recomendados de exposición.

**Luz natural directa**, se detecta la presencia de gases como CO, NO<sub>2</sub>, con la mayoría de los materiales manipulados, así como la presencia de material particulado, por lo tanto, es importante aplicar medidas de precaución para evitar impactos en la salud, debido a que estas sustancias se encuentran por encima de los límites recomendados de exposición.

**Sombra exterior**, en términos generales se reporta la presencia de gases como CO, NO<sub>2</sub>, con la mayoría de los materiales manipulados, así como la presencia de material particulado, por lo tanto, es importante aplicar medidas de precaución para evitar impactos en la salud, debido a que estas sustancias se encuentran por encima de los límites recomendados de exposición.

**Noche**, se identifica la presencia de gases como NO<sub>2</sub>, con la mayoría de los materiales manipulados, así como la presencia de material particulado, por lo tanto, es importante aplicar medidas de precaución para evitar impactos en la salud, debido a que estas sustancias se encuentran por encima de los límites recomendados de exposición.

#### 3.3 Resultados por material

**PLACAS ABS**, en espacios con Luz Artificial Directa, sombra interna, Luz Natural Directa, Sombra exterior y Noche, se detectan sustancias como CO, CO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>, por encima de los límites permitidos de exposición directa, lo cual representa un riesgo significativo para la salud.

**LAMINA GRIFERIA PVC**, en general se recomienda tomar las medidas de precaución al utilizarla en espacios con Luz Artificial Directa, debido a que sustancias como CO, NO<sub>2</sub>, están por encima de los límites permitidos en exposición directa. Así mismo los resultados



obtenidos en Sombra interior, Sombra exterior y Luz Natural directa, presentan gases como CO, NO<sub>2</sub> y NH<sub>3</sub>, con medidas superiores a las recomendadas para exposición humana.

**MADERA PLÁSTICA**, en espacios con Luz Artificial Directa, y Luz Natural Directa, sustancias como NO<sub>2</sub>, están por encima de los límites permitidos en exposición directa a estas sustancias sin afectar la salud. Así mismo se identifica material particulado por encima de los rangos establecidos, lo cual representa un riesgo potencial para la salud. En espacios con Sombra Interior, y Sombra exterior se detectan sustancias como CO, NO<sub>2</sub>, muy por encima de los límites recomendados.

**VINILO DELGADO**, en espacios con Luz Artificial Directa y Noche se reporta que sustancias como NO<sub>2</sub>, están por encima de los límites permitidos en exposición. Así mismo se identifica material particulado por encima de los rangos establecidos. Se recomienda tomar medidas de precaución debido a que sustancias como CO, NO<sub>2</sub>, están por encima de los límites permitidos.

**VINILO GRUESO**, en espacios con Luz Artificial Directa, y Sombra Interior, se identifica la presencia de sustancias como CO, NO<sub>2</sub>, las cuales están por encima de los límites permitidos en exposición directa. Así mismo se identifica material particulado por encima de los rangos establecidos, lo cual representa un riesgo significativo para la salud.

**COLAMINADO DE POLIALUMINIO 1**, en espacios con Luz Artificial Directa se detectó la presencia de sustancias como NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> las cuales están por encima de los límites. Así mismo se identifica material particulado por encima de los rangos establecidos, lo cual representa un riesgo significativo para la salud.

**COLAMINADO DE POLIALUMINIO 2**, en espacios con Luz Artificial Directa y Noche se reporta que sustancias como NO<sub>2</sub>, están por encima de los límites permitidos. Así mismo se identifica material particulado justo en el límite de los rangos establecidos, lo cual podría representar un riesgo significativo para la salud si no se tiene algún tipo de control.

**COLAMINADO DE POLIALUMINIO 3**, en espacios con Luz Artificial Directa, se reporta sustancias como CO, NO<sub>2</sub>, las cuales están por encima de los límites permitidos. Así mismo se identifica material particulado justo en el límite de los rangos establecidos y sustancias como NO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> están por encima de los límites permitidos.

**COLAMINADO DE POLIALUMINIO 4**, en espacios con Luz Artificial Directa y Sombra Interior Noche, sustancias como CO, NO<sub>2</sub>, están por encima de los límites permitidos. Así mismo se identifica material particulado justo en el límite de los rangos establecidos, lo cual podría representar un riesgo para la salud.

#### 4. Discusión

##### PLACAS ABS (ACRILONITRILO BUTADIENO ESTIERENO)

El ABS es un copolímero de tres componentes diferentes, butadieno, estireno y acrilonitrilo. Los copolímeros de butadieno-estireno aumentan la resistencia al impacto y el acrilonitrilo tiene tendencia a formar enlaces químicos con componentes externos. (FS Kamelian, 2017)

En general, este material a pesar de sus propiedades mecánicas las cuales generan beneficios desde el punto de vista de resistencia y estabilidad, las placas ABS desprenden gases que pueden ser riesgosos para la salud Humana, los resultados demuestran que para diferentes ambientes se producen COVs y material particulado por encima de los rangos establecidos para su uso.

##### LAMINA GRIFERÍA PVC

Este material se destaca por sus propiedades de Tensión y Flexión, lo cual implica que es un material con resistencia significativa, estabilidad y durabilidad, por lo tanto, esto facilita su aplicación en distintos mobiliarios. Sin embargo, con la manipulación de este material se identifican gases nocivos para la salud humana, especialmente en ambientes interiores. Así mismo, por la naturaleza del material se detecta material particulado (pm2.5 y pm 10) sobrepasando los rangos permitidos.

##### MADERA PLÁSTICA

El compuesto de madera y plástico (WPC) es un material compuesto hecho de plástico como matriz y madera como relleno ( Gardner et al., 2015 ). Su estructura homogénea le otorga propiedades de estabilidad en la utilización como mobiliario, comparado con los demás materiales. Los resultados de las pruebas mecánicas confirman que al someter este material a condiciones de presión (Tensión y Flexión), la resistencia del material es apta para la fabricación de muebles y otros espacios, se evidencia la presencia de gases especialmente NO<sub>2</sub>, y material particulado, es por ello que se recomienda mantener buena ventilación para evitar la saturación en el aire de estos compuestos.

##### VINILO

Para este material tanto delgado como grueso, reporta resultados similares. Según las mediciones realizadas para los distintos ambientes, se observa una mayor incidencia de gases y COVs, en ambientes externos especialmente cuando se ven expuestos a la luz solar. Lo anterior se ve reflejado en los índices reportados por los sensores, los cuales están por encima de los límites permitidos.

##### POLIALUMINIO

El polialuminio es un material producto del reciclaje de envases de material colaminado (comercialmente Tetrapak). Estos materiales presentan pruebas no satisfactorias con respecto a sus propiedades mecánicas, debido a que sus índices de Flexión y Tensión son bajos y por lo tanto, estos materiales no tendrían la suficiente estabilidad y su estructura puede afectarse con la manipulación constante. Así mismo, por su naturaleza, estos materiales contienen derivados del petróleo con residuos de aluminio y cartón, por lo tanto, en las mediciones realizadas se detectan gases como NH<sub>3</sub>, CO y NO<sub>2</sub>, para los distintos ambientes experimentales. Es por ello que para su aplicación, desde el punto de vista estructural y de contaminación, se recomienda hacer seguimiento del mismo, debido a inestabilidad.

## 5. Conclusiones

La investigación sobre VOCs y materiales sostenibles sigue siendo un reto importante a nivel mundial y en especial en Latinoamérica. Por un lado, debido a la complejidad de la medición de las emisiones de VOCs, ya que esta requiere de una metodología precisa y estandarizada, ya que se debe considerar que los niveles de emisión de VOCs pueden variar según el ambiente y las condiciones específicas de uso, por otro lado, la falta de información sobre los efectos a largo plazo de los compuestos orgánicos volátiles en la salud humana y el medio ambiente es otro reto que hace necesario realizar estudios que permitan evaluar los efectos a largo plazo de la exposición a VOC en diferentes poblaciones y contextos. La selección de materiales más sostenibles o que en el mercado se conocen con este calificativo, puede tener un impacto en el costo y la disponibilidad de los materiales, lo que puede generar desafíos en la implementación de prácticas más sostenibles y en la promoción de la innovación en la industria.

La investigación sobre VOCs y materiales sostenibles también enfrenta desafíos en la comunicación y la divulgación de los resultados, ya que es importante traducir los hallazgos técnicos en términos comprensibles para diferentes audiencias, incluyendo a los tomadores de decisiones y al público en general. En general, la investigación sobre VOCs y materiales sostenibles presenta desafíos importantes, pero también ofrece oportunidades valiosas para promover la sostenibilidad y la salud humana en la industria y la sociedad en general. Este tipo de investigación puede ser utilizado como base para la toma de decisiones en la planificación urbana y el diseño de edificios más saludables y sostenibles, ya que los resultados pueden ayudar a los arquitectos y urbanistas a diseñar edificios y espacios que minimicen la emisión de VOCs y otros contaminantes, promoviendo así el bienestar de las personas y el medio ambiente. En general, la investigación sobre VOCs y materiales sostenibles puede generar importantes contribuciones en la promoción del desarrollo sostenible y la mejora de la calidad de vida de las personas.

## 6. Agradecimientos

A la Pontificia Universidad Javeriana- PUJ, a su Vicerrectoría de Investigación por la financiación del proyecto (Convocatoria 2020 de proyectos interdisciplinarios). A la facultad de Ciencias por el préstamo del laboratorio de Materiales. Al Design Factory de la Facultad de Arquitectura y Diseño de la PUJ por los espacios utilizados para el desarrollo del prototipo y la pruebas. A la oficina de suministros de la PUJ, a su director Carlos Alberto Sánchez, por

facilitar la información de procedencia de los materiales utilizados en el campus de la Universidad.

## 7. Bibliografía

CASTRO-HURTADO, I.; MANDAYO, G. G.; CASTAÑO, E. J. T. S. F. Conductometric formaldehyde gas sensors. A review: From conventional films to nanostructured materials. **Thin Solid Films**, v. 548, p. 665-676, 2013.

ZHU, L.; SHEN, D.; LUO, K. H. A critical review on VOCs adsorption by different porous materials: Species, mechanisms and modification methods. **Journal of hazardous materials**, v. 389, p. 122102, 2020.

DEMIREL, G. et al. Personal exposure of primary school children to BTEX, NO<sub>2</sub> and ozone in Eskişehir, Turkey: Relationship with indoor/outdoor concentrations and risk assessment. **Science of the total environment**, v. 473, p. 537-548, 2014.

ADAMOVIĆ, T.; HRADECKÝ, J.; PÁNEK, M. Volatile organic compounds (VOCs) from wood and wood-based panels: Methods for evaluation, potential health risks, and mitigation. **Polymers**, v. 12, n. 10, p. 2289, 2020.

CICOLELLA, A. Volatile Organic Compounds (VOC): definition, classification and properties. **Revue des maladies respiratoires**, v. 25, n. 2, p. 155-163, 2008.

ISO, I. 16000-5: **Indoor Air—Part 5: Sampling Strategy for Volatile Organic Compounds (VOCs)**. ISO: Geneva, Switzerland, 2007.

GMINSKI, R. et al. Chemosensory irritations and pulmonary effects of acute exposure to emissions from oriented strand board. **Human & experimental toxicology**, v. 30, n. 9, p. 1204-1221, 2011.

KIM, S. et al. TVOC and formaldehyde emission behaviors from flooring materials bonded with environmental-friendly MF/PVAc hybrid resins. **Indoor Air**, v. 17, n. 5, p. 404, 2007.

BROWN, S. K. Occurrence of volatile organic compounds in indoor air. In: **ORGANIC INDOOR AIR POLLUTANTS: OCCURRENCE—MEASUREMENT—EVALUATION**. Springer, p. 170-184, 1999.

VAN DER WAL, J. F.; HOOGEVEEN, A. W.; WOUDA, P. The influence of temperature on the emission of volatile organic compounds from PVC flooring, carpet, and paint. **Indoor air**, v. 7, n. 3, p. 215-221, 1997.

KIRKESKOV, L. et al. Health evaluation of volatile organic compound (VOC) emission from exotic wood products. **Indoor air**, v. 19, n. 1, p. 45, 2009.



WIGLUSZ, R. et al. Volatile organic compounds emissions from particleboard veneered with decorative paper foil. **Polimery**, v. 47, n. 4, p. 283-289, 2002.

DU, Z. et al. Benzene, toluene and xylenes in newly renovated homes and associated health risk in Guangzhou, China. **Building and Environment**, v. 72, p. 75-81, 2014

Adamová, T., Hradecký, J., & Pánek, M. (2020). Volatile organic compounds (VOCs) from wood and wood-based panels: Methods for evaluation, potential health risks, and mitigation. **Polymers**, 12(10), 1–21. <https://doi.org/10.3390/polym12102289>

Akins, E. E., Giddens, E., Glassmeyer, D., Gruss, A., Hedden, M. K., Slinger-Friedman, V., & Weand, M. (2019). Sustainability education and organizational change: A critical case study of barriers and change drivers at a higher education institution. **Sustainability (Switzerland)**, 11(2). <https://doi.org/10.3390/su11020501>

ANAZIFA, R. D., & DJUKRI. (2017). Project-based learning and problem-based learning: Are they effective to improve student's thinking skills? **Jurnal Pendidikan IPA Indonesia**, 6(2), 346–355. <https://doi.org/10.15294/jpii.v6i2.11100>

AUSÍN, V., ABELLA, V., DELGADO, V., & HORTIGÜELA, D. (2016). Aprendizaje basado en proyectos a través de las TIC. Una experiencia de innovación docente desde las aulas universitarias. **Formacion Universitaria**, 9(3), 31–38. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000300005>

BALDASSARRE, B., KESKIN, D., DIEHL, J. C., BOCKEN, N., & CALABRETTA, G. (2020, November 10). Implementing sustainable design theory in business practice: A call to action. **Journal of Cleaner Production**, Vol. 273. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123113>

BARNETT, H. L., & HUNTER, B. B. (1998). **Illustrated genera of imperfect fungi**. APS Press, St. Paul, Minnesota, USA, 218.

BELUCIO, M., RODRIGUES, C., ANTUNES, C. H., FREIRE, F., & DIAS, L. C. (2021). Eco-efficiency in early design decisions: A multimethodology approach. **Journal of Cleaner Production**, 283, 124630. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124630>

BOORSMA, N., BALKENENDE, R., BAKKER, C., TSUI, T., & PECK, D. (2021). Incorporating design for remanufacturing in the early design stage: a design management perspective. **Journal of Remanufacturing**, 11(1), 25–48. <https://doi.org/10.1007/s13243-020-00090-y>

Ramli, N. A., & Yunus, R. M. (2020). Awareness and attitudes towards sustainable development in higher education institutions in Malaysia. **Journal of Cleaner Production**, 266, 121994. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121994>

Rojas-Andrade, A., & Velásquez-Parra, J. D. (2018). Project-based learning and innovation. A bibliometric analysis in the Web of Science database. **Journal of Technology Management & Innovation**, 13(2), 22–29. <https://doi.org/10.4067/S0718-27242018000200022>

Romano, M., Giaccone, R., & Zanetti, M. C. (2020). Eco-design practices: A systematic review and bibliometric analysis. **Journal of Cleaner Production**, 275. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123001>

Rosero-Montalvo, P. J., Albán-Buitrago, J. A., & Torres-Sánchez, J. (2019). Influence of biomimicry in the development of innovative and sustainable products. **Sustainability (Switzerland)**, 11(4). <https://doi.org/10.3390/su11040986>

Sánchez-Lozano, J. M., López-Gamero, M. D., & Molina-García, A. (2020). Barriers and drivers of eco-innovation in the hospitality sector: Perspectives from Spanish hotels. **Journal of Cleaner Production**, 247. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119171>

Savoldelli, A., Tartaglia, A., Di Persio, F., Ferraro, V., Piga, D., & Maffei, S. (2019). Environmental performances of wood-based construction systems: A comparative life cycle assessment of three Italian case studies. **Sustainability (Switzerland)**, 11(1). <https://doi.org/10.3390/su11010177>

Scrucca, F., Fattore, G., & Parente, R. (2020). Circular economy and sustainability: A bibliometric analysis and future research directions. **Journal of Cleaner Production**, 263. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121582>

Smit, N., & Bey, N. (2020). Critical success factors in the implementation of eco-innovation in South African firms. **Journal of Cleaner Production**, 243. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.118307>

Tang, X., & Tang, Y. (2021). The effects of project-based learning on critical thinking and academic achievement: A meta-analysis. **Educational Research Review**, 34. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100392>

Uche, C. O., & Ogbonna, O. E. (2019). Design and implementation of a microcontroller-based smart solar-powered irrigation system. **International Journal of Engineering Research & Technology**, 8(5), 1245–1250. <https://doi.org/10.17577/IJERTV8IS050100>

van der Voordt, T., & Knoepfel, P. (2018). Planning sustainable buildings: An update on recent progress. **Journal of Cleaner Production**, 172, 2339–2345. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.031>

Zhang, R., Wang, H., Tan, Y., Zhang, M., Zhang, X., Wang, K., ... Xiong, J. (2021). Using a machine learning approach to predict the emission characteristics of VOCs from furniture. **Building and Environment**, 196(February), 107786. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.107786>. Acesso em: 19 mar. 2023.

## Estado da Arte do Comportamento Estrutural de Madeira Lamelada Colada Cruzada via Método dos Elementos Finitos

### State of the Art of the Structural Behavior of Cross Laminated Timber by Finite Element Method

**Matheus Zanghelini Teixeira, Mestrando, Universidade do Estado de Santa Catarina.**

matheus.zt@edu.udesc.br

**Samuel da Silva Santos, Mestrando, Universidade Federal de Santa Catarina.**

samuel.santos@posgrad.ufsc.br

**Rodrigo Figueiredo Terezo, Doutor, Universidade do Estado de Santa Catarina.**

rodrigo.terezo@udesc.br

**Camila Alves Corrêa, Mestranda, Universidade do Estado de Santa Catarina.**

ca.correa@edu.udesc.br

#### Resumo

Em busca do desenvolvimento sustentável, a madeira engenheirada é uma alternativa para o setor da construção civil brasileira. O foco do estudo é na Madeira Lamelada Colada Cruzada (CLT), um painel composto por camadas de lamelas coladas estruturalmente que forma um elemento estrutural rígido e autoportante, o qual é utilizado como parede, laje de piso e laje de cobertura. Para garantir a qualidade das propriedades físico-mecânicas do CLT, estudos vêm sendo realizados de forma experimental, analítica e/ou numérica, inclusive via modelagem numérica pelo Método dos Elementos Finitos (MEF). Este trabalho fornece uma revisão atualizada da literatura sobre o comportamento estrutural do CLT pelo MEF, destacando os principais autores e as vantagens do método. Para isso, exportou-se informações da base de dados Scopus® para o *software* VOSviewer® e foram realizados mapas bibliométricos. O MEF se mostrou eficiente e confiável segundo os artigos referenciados, além de muito versátil pela sua abrangência de possibilidades.

**Palavras-chave:** Madeira Lamelada Colada Cruzada; Desempenho Estrutural; Modelagem Numérica.

#### Abstract

*In search of sustainable development, engineered wood is an alternative for the Brazilian construction sector. The focus of the study is on Cross Laminated Timber (CLT), a panel composed of structurally bonded lamellae that forms a rigid and self-supporting structural element, which is used as a wall, floor slab and roof slab. To ensure the quality of the physical-mechanical properties of CLT,*

*studies have been conducted experimentally, analytically and/or numerically, including via numerical modeling by the Finite Element Method (FEM). This paper provides an updated literature review on the structural behavior of CLT by FEM, highlighting the main authors and the advantages of the method. For this, information was exported from the Scopus® database to the VOSviewer® software and bibliometric maps were performed. The FEM proved to be efficient and reliable according to the referenced articles, besides being very versatile due to its wide range of possibilities.*

**Keywords:** Cross Laminated Timber; Structural Performance; Numerical Modeling.

#### 1. Introdução

A madeira engenheirada surge como uma possibilidade de construção mais sustentável, visto que é um material de fonte renovável e o seu uso e substituição pelo método convencional de construir colabora para a diminuição do processo de degradação dos recursos naturais. Sendo assim, as construções de madeira contribuem para o desenvolvimento sustentável almejado pela Agenda 2030, a qual busca garantir um planeta saudável às futuras gerações (ONU, 2015).

A madeira aliada com tecnologia está apresentando nos últimos anos novos produtos para a construção civil brasileira, como os Painéis de Madeira Lamelada Colada Cruzada, também conhecidos como *Cross Laminated Timber* (CLT) ou *X-lam*. Os painéis CLT são pré-fabricados e compostos por camadas de lamelas de madeira (tábuas) que são dispostas ortogonalmente (Figura 1), ou seja, sobrepostas de forma perpendicular entre si, e unidas com adesivo estrutural sob alta pressão (CLT HANDBOOK, 2019).



**Figura 1: Representação de painel CLT. Fonte: Oliveira (2018).**

O sistema de CLT possibilita utilizar os painéis como elemento estrutural rígido e autoportante como laje de piso, laje de cobertura e como paredes (AMORIM *et al.*, 2017). Cada situação está susceptível a um tipo de flexão: dentro ou fora do plano. A flexão fora do plano acontece quando as cargas são aplicadas na face plana do CLT e provoca cisalhamento perpendicular às fibras, além de tensões normais. Já a flexão dentro do plano existe pelas cargas aplicadas na borda do painel, provocando cisalhamento ao longo da espessura e tensões normais.

Os painéis de CLT são produtos engenheirados e precisam ter precisão e qualidade durante toda a sua produção para garantir propriedades físicas e mecânicas que assegurem as resistências especificadas pelos projetos e normas (CALIL NETO, 2011). Em consequência do crescente interesse e utilização do CLT na construção civil, faz-se necessário estudos e pesquisas que avaliem seu desempenho estrutural com diferentes espécies de madeira, quantidade de camadas, colas, dimensões e utilizações. É possível analisar o comportamento estrutural do CLT por meio de vários métodos, sendo esses: experimentais, analíticos e/ou numéricos. Em busca de melhorar a precisão dos resultados pelo método analítico, pesquisadores estão se dedicando ao método numérico, sobretudo o Método dos Elementos Finitos (MEF) (ALBOSTAMI *et al.*, 2020).

O Método dos Elementos Finitos (MEF) surgiu como uma alternativa para solucionar problemas que são complexos e difíceis de resolver. Este método divide o material contínuo em pequenos fragmentos denominados de elementos finitos, transformando o meio contínuo em discreto por meio de uma rede de elementos (ASSAN, 1999).

Sendo assim, o objetivo deste artigo foi identificar os principais autores, fornecer uma revisão atualizada da literatura sobre o comportamento estrutural de CLT por modelagem numérica via MEF e identificar suas principais vantagens.

## 2. Procedimentos Metodológicos

Esse trabalho está fundamentado em uma ampla pesquisa bibliográfica. Para a etapa de coleta de dados, definiu-se a base de dados Scopus® e a estratégia de busca: (TITLE-ABS-KEY (cross AND laminated AND timber) AND TITLE-ABS-KE (finite AND element AND method)) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")). Pode-se observar que os termos de busca utilizados "cross laminated timber" e "finite element method" foram restritos ao título, resumo e palavras-chave dos recursos e o tipo de documento foi definido como artigo. Já sobre a data de publicação dos artigos, não foi aplicado nenhum filtro.

A etapa de coleta de dados resultou em uma amostra de 197 artigos. As informações de citação e as informações bibliográficas dos artigos foram exportadas da base de dados em formato CSV (excel) e importadas na ferramenta VOSviewer®, um software que cria, visualiza e explora mapas bibliométricos. No VOSviewer® foi gerado um mapa de autores que possuem três ou mais artigos publicados e um mapa dos principais países que publicam artigos com a temática de interesse. Com os mapas feitos, explorou-se alguns artigos a fim de atingir o objetivo de levantar os estudos mais relevantes de comportamento estrutural de CLT via MEF para esse trabalho, assim como as vantagens desse método numérico.

## 3. Resultados

### 3.1. Principais autores e países

O mapa da Figura 2 mostra que são bem poucos os países que se destacam no desenvolvimento de pesquisas com essa temática e que o Brasil não está entre eles. A bibliografia existente que estuda o comportamento estrutural de CLT pelo MEF está concentrada principalmente no Canadá, China, Itália e Estados Unidos.

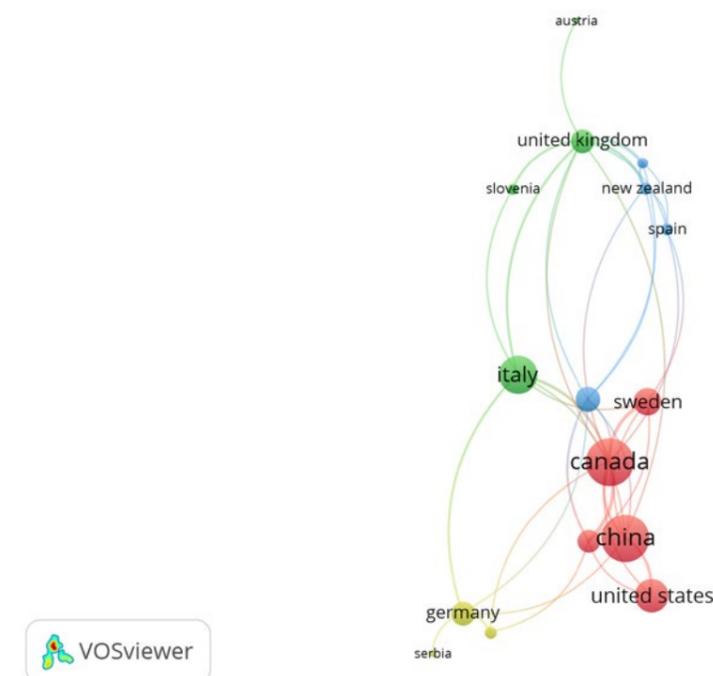


Figura 2: Mapa dos principais países. Fonte: elaborado pelos autores.

Com o mapa da Figura 3, pode-se observar os principais autores sobre o tema. O mapa também possibilita visualizar, por meio das cores, o ano em que os autores se destacam com as publicações.

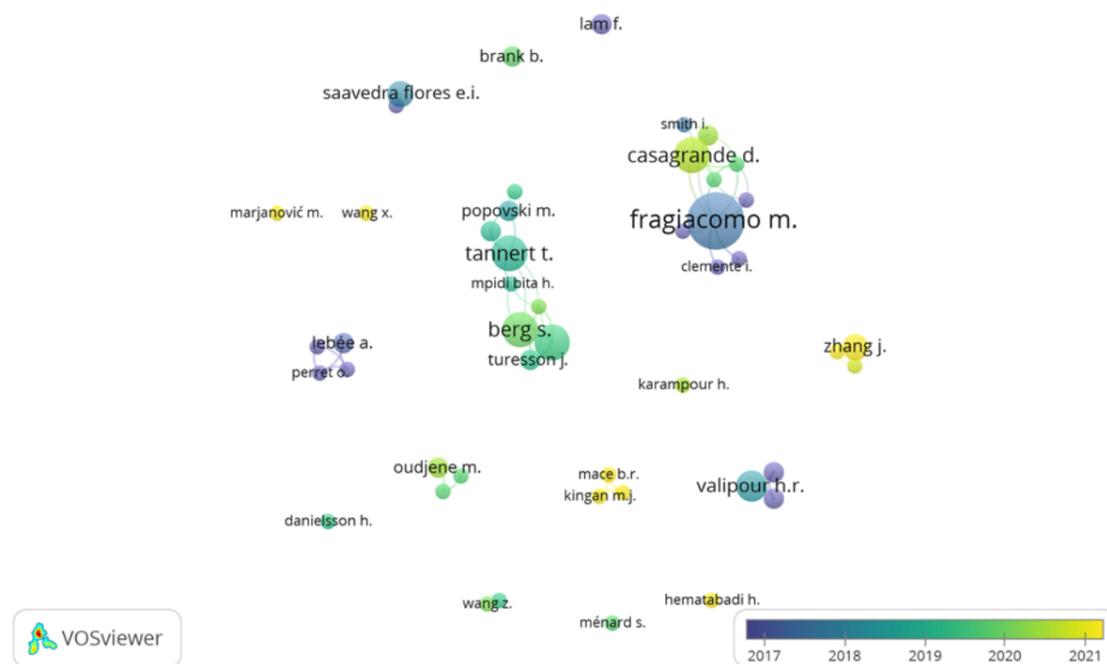


Figura 3: Mapa dos principais autores. Fonte: elaborado pelos autores.

Para quantificar a relevância de cada autor para a produção bibliográfica de CLT por MEF, fez-se a Tabela 1 que apresenta os autores que têm 4 ou mais artigos publicados sobre o assunto e a quantidade de citações. Essas informações foram obtidas no VOSviewer® com os dados que foram exportados do Scopus®.

Tabela 1: Principais autores sobre a temática.

Autor	Artigos sobre o tema	Citações
Fragiacomo, M.	11	250
Tannert, T.	7	147
Berg, S.	7	50
Ekevad, M.	7	49
Casagrande, D.	7	36
Valipour, H. R.	6	240
Saavedra Flores, E. I.	5	60
Zhang, J.	5	20
Brandford, M. A.	4	225
Hassanieh, A.	4	225
Popovski, M.	4	118
Shahnewaz, M.	4	98
Lam, F.	4	45
Lebée, A.	4	29

Brank, B.	4	26
Turesson, J.	4	22
Oudjene, M.	4	20
Polastri, A.	4	17

Fonte: elaborado pelos autores.

Após esses dados obtidos, foram selecionados artigos apenas de alguns autores, pois citar os artigos de todos os autores da Tabela 1 resultaria em um extenso trabalho. Portanto, pesquisou-se no Scopus® os artigos e foram escolhidos aqueles que parecem ser de maior relevância para esse estudo. Abaixo em 3.2. são citados os estudos escolhidos.

### 3.2. Artigos sobre a temática

Rinaldin & Fragiaco (2016) fizeram modelagem de elementos finitos avançada de edifícios de CLT para análises dinâmicas não-lineares. O modelo foi usado para reproduzir os resultados experimentais dos testes de mesa vibratória realizados no Japão nos edifícios de madeira em escala real de 3 e 7 andares. Os painéis foram modelados com elementos de casca elásticos lineares e os conectores de metal (suportes, cantoneiras, parafusos) foram especificados com molas histeréticas não lineares com 3 graus de liberdade. As comparações numérico-experimentais demonstram a capacidade do modelo em capturar as respostas sísmicas dos dois edifícios com erros de 20% na aceleração relativa e 7% no deslocamento do telhado. Verificou-se que o atrito afeta significativamente a resposta sísmica, pois reduz o pico de deslocamento do topo em até 31%.

Berg *et al.* (2019) analisaram pelo MEF a rigidez à flexão de painéis CLT com larguras e espessuras variadas. Foram realizadas simulações bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D) para comparar o deslocamento resultante. As modelagens mostraram que os modelos 2D subestimam o deslocamento quando comparados aos modelos 3D e que a rigidez nos modelos bidimensionais deve ser ajustada para levar em consideração a largura do CLT e, portanto, não obter resultados com pouca precisão.

Já Turesson *et al.* (2019) avaliaram o impacto da largura e espessura de CLT de 3 e 5 camadas não colados nas bordas. Para isso, foi analisada a rigidez ao cisalhamento pelo MEF e por método analítico. Os painéis CLT podem ou não ser colados nas bordas, por isso utiliza-se coeficientes para regular os valores de rigidez. Nesse estudo, verificou-se que o coeficiente k88, o qual está relacionado com a rigidez das camadas do painel, varia de acordo com a largura/espessura do painel. Para largura e espessuras menores, o fator k88 mostrou ser mais baixo. Além disso, ao comparar os resultados calculados com os existentes experimentalmente, pode-se concluir que os resultados dessa pesquisa são confiáveis, pois os mesmos diferenciaram em menos de 2,9%.

Outro estudo realizado foi o de Ma e colaboradores (2021), que avaliaram as propriedades mecânicas de painéis CLT com madeira de *Acer saccharum* sob cargas fora do plano através de testes de cisalhamento em bloco, flexão de vão longo, flexão de vão curto e simulação numérica para conhecer o comportamento de adesão, flexão e cisalhamento dos painéis. A modelagem numérica por elementos finitos dos ensaios de flexão foi realizada com a lei constitutiva ortogonal e o modelo de dano progressivo embasado nos parâmetros das

propriedades do material a partir da classificação e referências da madeira serrada. A simulação comparada com os resultados experimentais de resistência à flexão resultou em menos que 10,7% de diferença.

Huber *et al.* (2021) desenvolveram um modelo de elementos finitos baseado em componentes não-lineares 3D para um sistema de piso em CLT, cuja finalidade foi estudar o comportamento de colapso e os caminhos alternativos de carga (ALPs) para avaliar a robustez estrutural. Esse estudo foi realizado por meio de uma análise do tipo *pushdown* em que foram considerados os parâmetros referentes ao vão do piso, tipo de conexão utilizada, localização vertical do piso, o nível de amarração e a rigidez horizontal da parede. Essas variáveis foram analisadas em 80 modelos de elementos finitos. Os autores concluíram que a abordagem de modelagem pelo MEF reproduziu suficientemente os fenômenos não-lineares observados durante os experimentos *pushdown*. Além disso, o estudo mostrou que a resistência ao colapso foi afetada pelo vão do piso, seguido pela resistência axial, rigidez e ductilidade da ligação piso a piso, além do peso acima do nível e a espessura do painel.

Saavreda Flores *et al.* (2014) realizaram uma investigação sobre o comportamento mecânico de painéis de CLT por uma abordagem de homogeneização computacional. Para isso, adotaram um procedimento de elementos finitos em uma estrutura de modelagem multiescala na finalidade de determinar a resposta constitutiva da madeira em razão da falta de conhecimento sobre alguns dos parâmetros microestruturais da madeira ou suas suscetíveis variações consideráveis. Para validar o modelo multiescala, foi medido experimentalmente o módulo de Young longitudinal e a densidade de vigas de madeira serrada de *Pinus radiata*, além da realização de ensaios experimentais submetidos a cargas de flexão, cisalhamento e compressão. Neste contexto, foi encontrado diferenças em valores médios em 10,9%, correspondente para densidade de 3,7%, para flexão em 13%, cisalhamento 20,4% e compressão em 5,3%, resultados que revelam as potenciais capacidades preditivas da atual modelagem multiescala para a análise de materiais de madeira e estruturas de madeira.

Outro estudo realizado foi o de Zhang *et al.* (2020), o qual fez uma investigação experimental para estudar o método de análise de elementos finitos da taxa de carbonização em piso de CLT. Para isso, foram conduzidos experimentos de incêndio em três grupos de piso de CLT doméstico sob condições de aumento de temperatura padrão ISO 834, aplicando testes de tração e cisalhamento da camada simulada usando o método de elementos finitos em dois tipos de modelos para taxa de carbonização do piso, os que consideram e os que não consideram a delaminação do laminado. Ao final da experimentação, foi possível concluir que a velocidade de carbonização da placa de CLT está positivamente correlacionada com o tempo de queima, é possível simular o modo de falha real da resina adesiva utilizada, além da possibilidade de utilização do *software* ABAQUS® para simular o adesivo ao realizar a testagem de velocidade de carbonização da placa de CLT por MEF.

#### 4. Análises dos Resultados

Nos estudos citados, pode-se observar que o MEF vem sendo cada vez mais utilizado nas pesquisas científicas, as quais estão mostrando bons resultados. Geralmente, para validar o MEF, os estudos são realizados também de forma experimental e/ou de forma analítica para

poder comparar e quantificar a diferença entre os métodos. Nos trabalhos feitos por alguns dos principais pesquisadores sobre o tema, conclui-se que a pouca diferença entre os resultados obtidos pelos diferentes métodos é satisfatória e apresenta uma boa aproximação dos resultados.

Além disso, os artigos comprovam as múltiplas possibilidades de se estudar o comportamento estrutural do CLT pelo MEF. Pôde-se observar estudos que analisam o comportamento mecânico em placas individuais e o comportamento das placas em edifícios de múltiplos andares, como visto no estudo de Rinaldin & Fragiaco (2016) que fizeram análises dinâmicas com diferentes conectores em edifícios de 5 e 7 pavimentos.

Pode-se observar também a evolução que está sendo desenvolvida nas pesquisas de CLT pelo MEF ao estudar os painéis com diferentes camadas e identificar a importância de inserir coeficientes de rigidez adequados de acordo com a configuração/dimensão do painel e suas camadas (TURESSON *et al.*, 2019). Outro fator relevante para as modelagens numéricas estruturais é o tipo de modelo a ser realizado, pois comprovou-se que modelos 3D podem fornecer resultados mais confiáveis quando comparado com modelos 2D, a não ser que seja alterada a matriz de rigidez conforme o necessário (BERG *et al.*, 2019).

É possível prever o comportamento da estrutura sobre diversos parâmetros, desde flexão, cisalhamento e compressão, até o comportamento do CLT sob efeitos de abalos sísmicos ou de incêndio, como mostra Zhang *et al.* (2020) que analisaram a taxa de carbonização e a sua velocidade.

#### 5. Considerações Finais

O presente trabalho identificou os principais autores e evidenciou o estado da arte de artigos sobre o comportamento estrutural de CLT por modelagem numérica via MEF a fim de identificar as principais vantagens de utilizar esse método. Os resultados mostraram que uma das vantagens do MEF é a sua possibilidade de ser muito eficiente para compreender o comportamento estrutural do CLT, pois observou-se nos artigos uma boa aproximação entre os resultados pelo MEF e os demais métodos. Outra vantagem do MEF é a sua versatilidade de se estudar o CLT, pois ele permite realizar vários tipos de testes mecânicos, de vibração e até de queima de painéis com diferentes dimensões e quantidades de camadas, de edifícios de um ou de múltiplos pavimentos. Além disso, o MEF se torna muito vantajoso por permitir analisar o comportamento estrutural do CLT de forma não onerosa, por não depender de equipamentos específicos e de laboratórios experimentais para obter os resultados almejados, pois depende apenas de *software* de elementos finitos e de uma máquina computacional. Outro ponto relevante é que pesquisas de modelagens numéricas de CLT por MEF continuem sendo realizadas para contribuir na consolidação desse método que, futuramente, poderá substituir, em muitos casos, os experimentos que são custosos e demandam muito tempo para serem realizados.



## Referências

ALBOSTAMI, A.; WU, Z.; CUNNINGHAM, L. Elastic response of cross-laminated timber panels using finite element and analytical techniques. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 48, 2020.

AMORIM, S. T. A.; MANTILLA, J. N. R.; CARRASCO, E. V. M. A madeira laminada cruzada: aspectos tecnológicos, construtivos e de dimensionamento. **Revista Matéria**, suplemento, e-11937, p. 1-7, 2017. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rmat/a/Kvz4YZJ8n64y93m8Z9YNJ9N/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em: 03 jul. 2021.

ASSAN, A. E. **Método dos elementos finitos: primeiros passos**. Campinas, SP: Editora Unicamp, 1999.

BERG, S.; TURESSON, J.; EKEVAD, M.; HUBER, J. A. J. Finite element analysis of bending stiffness for cross-laminated timber with varying board width. **Wood Material Science & Engineering**, 14:6, 392-403, 2019. DOI: 10.1080/17480272.2019.1587506. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/17480272.2019.1587506?src=getftr>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

CALIL NETO, C. **Madeira laminada colada (MLC): controle de qualidade em combinações espécie – adesivo – tratamento químico**. São Carlos. Dissertação (Mestrado) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 120 p. 2011.

FPINNOVATION. **CLT Handbook Canadian Edition**. Port-Claire, QC, Canadá, 2019.

HUBER, J. A. J.; BITA, H. M.; TANNERT, T.; BERG, S. Finite element analysis of alternative load paths to prevent disproportionate collapse in platform-type CLT floor systems. **Engineering Structures**, Vol. 240, 2021.

MA, Y.; MUSAH, M.; SI, R. *et al.* Integrated experimental and numerical study on flexural properties of cross laminated timber made of low-value sugar maple lumber. **Construction and Building Materials**, Vol. 280, 2021.

OLIVEIRA, G. L. **Cross Laminated Timber (CLT) no Brasil: processo construtivo e desempenho**. São Paulo, 2018.

ONU. Organização das Nações Unidas. **Transformando Nosso Mundo: A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015.

RINALDIN, G.; FRAGIACOMO, M. Non-linear simulation of shaking-table tests on 3- and 7-storey X-Lam timber buildings. **Engineering Structures**, Vol. 113, 2016. p. 133–148.

SAAVEDRA FLORES, E. I.; DAYYANI, I.; AJAJ, R. M.; CASTRO-TRIGUERO, R. *et al.* Analysis of cross-laminated timber by computational homogenisation and experimental validation. **Composite Structures**, Vol. 121, 2015. P. 386-394.

TURESSON, J.; BERG, S.; EKEVAD, M. Impact of board width on in-plane shear stiffness of cross-laminated timber. **Engineering Structures**, Vol. 196, 2019.

ZHANG, J.; CHEN, H.; BAI, Y.; LIAO, J. Finite Element Analysis of the Charring Rate of Cross-Laminated Timber Floor. **Journal of Tongji University (Natural Science)**, Vol. 48, 2020.



## O USO DA BLOCKCHAIN PARA FOMENTAR O FINANCIAMENTO DE PROJETOS SUSTENTÁVEIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

### *THE USE OF BLOCKCHAIN TO FOMENT THE FINANCING OF SUSTAINABLE PROJECTS IN CIVIL CONSTRUCTION*

**Luiz Mauro Duarte Brandolt, graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal do Amazonas.**

Maurobrandolt1995@gmail.com

#### Resumo

O artigo propõe a exploração de um sistema de financiamento coletivo para fomentar projetos sustentáveis na construção civil baseado em *blockchain*. A tecnologia *blockchain* pode oferecer uma solução mais justa e confiável para financiamento coletivo, permitindo uma maior inclusão financeira e transparência na gestão de fundos. A plataforma proposta utiliza contratos inteligentes e tokens para criar um sistema de financiamento coletivo seguro, transparente e eficiente. O objetivo é aumentar o acesso ao financiamento para projetos sustentáveis e impulsionar o avanço da construção civil sustentável.

**Palavras-chave:** Financiamento coletivo; Sustentabilidade; Construção civil; *Blockchain*; Contratos inteligentes.

#### Abstract

*This article proposes the exploration of a crowdfunding system for sustainable construction to foment projects based on blockchain technology. The blockchain offers a more fair and reliable solution for crowdfunding, allowing for greater financial inclusion and transparency in fund management. The proposed platform utilizes smart contracts and tokens to create a secure, transparent, and efficient crowdfunding system. The goal is to increase access to financing for sustainable projects and advance sustainable construction.*

**Keywords:** *Crowdfunding; Sustainability; Construction industry; Blockchain; Smart contracts.*

## 1. Introdução

A construção civil é um setor fundamental para a economia global, contribuindo com cerca de 13% do PIB mundial (GLOBAL CONSTRUCTION PERSPECTIVES, 2020). No entanto, também é responsável por um impacto ambiental significativo, sendo responsável por aproximadamente 40% das emissões globais de CO<sub>2</sub> e 50% do consumo de recursos naturais (WORLD GREEN BUILDING COUNCIL, 2019). Com o aumento da conscientização sobre a importância da sustentabilidade e o crescente interesse em práticas de construção ecológicas, o setor enfrenta desafios para se adaptar a essa nova realidade.

A necessidade de mudanças radicais no setor, incluindo práticas de construção mais sustentáveis, materiais mais *eco-friendly* e fontes de energia renovável, é evidente. No entanto, essas mudanças exigem um investimento financeiro significativo que muitas vezes é difícil de ser obtido pelos métodos tradicionais de financiamento. Uma alternativa promissora é o *crowdfunding*, que permite que várias pessoas financiem um projeto em conjunto, geralmente por meio de uma plataforma online. No entanto, essa opção ainda tem limitações, incluindo a falta de transparência e confiança em relação ao gerenciamento dos fundos e à distribuição dos lucros.

A tecnologia *blockchain* surge como uma solução promissora para esses desafios. Com sua natureza descentralizada, transparência e segurança, o *blockchain* pode oferecer um sistema de financiamento coletivo mais justo e confiável para projetos sustentáveis na construção civil. Além disso, ele pode permitir uma maior inclusão financeira, permitindo que pessoas em todo o mundo possam contribuir para esses projetos. A plataforma a ser explorada neste artigo utiliza contratos inteligentes e tokens para criar um sistema de financiamento coletivo seguro, transparente e eficiente. O objetivo é aumentar o acesso ao financiamento para projetos sustentáveis e impulsionar o avanço da construção civil sustentável.

## 2. Revisão de literatura

### 2.1 Blockchain

Segundo Nakamoto (2008), o criador da primeira e mais conhecida *blockchain*, a do *Bitcoin*, a tecnologia é um "sistema de dinheiro eletrônico ponto a ponto" que utiliza a criptografia para proteger a integridade do registro e a privacidade dos usuários. A *blockchain* funciona como um livro-razão digital, que registra e verifica transações entre duas partes de forma descentralizada, sem a necessidade de um intermediário confiável. Cada bloco da cadeia é vinculado ao bloco anterior, criando uma cadeia de blocos interconectados que contém todas as transações realizadas na rede. Dessa forma, a *blockchain* se torna uma ferramenta poderosa para criar sistemas seguros e transparentes em diversas áreas, desde finanças até saúde e logística.

A *blockchain* é mantida por vários nós (computadores) em uma rede. Cada transação é verificada por esses nós por meio de um processo chamado "mineração", envolvendo a solução de um problema matemático complexo. A cada transação validada, um novo bloco é adicionado à cadeia (daí o nome *blockchain*), contendo um registro de todas as transações anteriores.

Esses registros são criptografados e distribuídos em toda a rede, o que significa que qualquer tentativa de adulteração seria detectada por todos os nós na rede. Conforme Yermack (2013) explica em seu artigo "Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal", "qualquer alteração em uma transação antiga invalidaria todas as transações subsequentes, o que significa que uma pessoa mal-intencionada teria que recriar todo o histórico de transações para enganar a rede".

A mineração do *Bitcoin* utiliza um algoritmo de consenso denominado *proof of work* (prova de trabalho) para garantir a segurança da rede e prevenir gasto duplo de moedas.

Segundo Antonopoulos (2014) "o *proof of work* é um sistema de consenso que cria uma competição entre os nós da rede para resolver um problema matemático difícil e, assim, ganhar o direito de criar o próximo bloco de transações". Ele ainda destaca que este processo envolve a "queima" de energia e recursos computacionais para resolver os problemas matemáticos, aumentando a segurança do sistema e dificultando a tentativa de ataque por parte de agentes maliciosos.

Por sua vez, Narayanan *et al.* (2016) explicam que o algoritmo de *proof of work* é projetado para ser difícil de resolver, mas fácil de verificar. Isso significa que qualquer nó da rede pode facilmente verificar se o problema matemático foi resolvido corretamente, mas a resolução em si requer muita energia e poder computacional. Eles ainda destacam que o sistema de *proof of work* tem uma distribuição justa de recompensas e que não há incentivo para um nó tentar enganar a rede, pois isso resultaria em um grande gasto de recursos sem garantia de sucesso.

Além disso, a *blockchain* é uma tecnologia de "livro-razão distribuído", o que significa que todas as transações são mantidas em um registro compartilhado e acessível publicamente. Como Antonopoulos (2014) explica em seu livro "Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies", "todos os nós na rede têm uma cópia do livro-razão completo e verificável, o que significa que não há necessidade de uma autoridade central para validar transações".

Isso torna a *blockchain* uma tecnologia altamente confiável e segura para a realização de transações financeiras e outros registros de dados. Como destacam Narayanan *et al.* (2016) em seu livro "Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction", "a *blockchain* é uma tecnologia transformadora que tem o potencial de revolucionar a maneira como fazemos negócios, transferimos informações e nos relacionamos uns com os outros".

### 2.1.1 Mecanismos de Consenso

Há inúmeros mecanismos de consenso, sendo os Três principais: *Proof of Work*(PoW), *Proof of Stake*(PoS) e *Proof of Capacity*(PoC).

O mecanismo de consenso PoW é usado pelo Bitcoin e várias outras criptomoedas. Ele exige que os nós da rede resolvam problemas computacionais complexos para validar as transações e adicionar blocos à *blockchain*. O processo é competitivo e consome muita energia. "Os nós da rede PoW competem entre si para resolver um problema matemático complexo e o primeiro a resolvê-lo adiciona um bloco à cadeia, recebendo uma recompensa em troca" (NARAYANAN *et al.*, 2016).

O PoS é outro mecanismo de consenso que visa reduzir o consumo de energia do PoW. Em vez de resolver problemas matemáticos complexos, os nós de rede PoS apostam suas moedas para validar transações e adicionar novos blocos à *blockchain*. Quanto mais moedas um nó possui, maior a chance de ser escolhido para adicionar o próximo bloco. "No PoS, os nós da rede são escolhidos aleatoriamente para validar transações com base em sua participação na rede, que é medida por sua quantidade de moedas" (ANTONOPOULOS, 2014).

O PoC é outro mecanismo de consenso que se baseia no espaço em disco. Ele usa o espaço em disco disponível para armazenar dados pré-calculados para resolver problemas computacionais. "No PoC, os nós de rede competem para mostrar a capacidade do espaço em disco disponível para resolver problemas computacionais e validar transações" (YUAN, Y.; ZHU, S.; CHEN, G, 2018).

Cada mecanismo tem suas próprias vantagens e desvantagens. O PoW é o mais comum, mas consome muita energia. O PoS é mais eficiente em termos de energia, mas favorece os nós com mais moedas e acaba pondo em risco o objetivo de descentralização. O PoC é baseado no espaço em disco e têm como objetivo reduzir o consumo de energia expressivamente, mantendo a segurança do modelo PoW.

### 2.1.2 Contratos inteligentes

Os contratos inteligentes são programas de computador autoexecutáveis que permitem a criação de acordos e transações confiáveis e seguras, sem a necessidade de intermediários. Eles são executados em cima da tecnologia *blockchain*, que garante a segurança e a transparência das transações. Os contratos inteligentes podem ser usados em diversos setores, como finanças, logística, saúde e eleições, para automatizar processos e eliminar a necessidade de intermediários.

De acordo com Antonopoulos (2014), um contrato inteligente é "um programa de computador que executa os termos de um contrato de forma automática". Ele descreve um contrato inteligente como um conjunto de regras e procedimentos que são codificados em um programa de computador, e que são executados automaticamente quando as condições pré-definidas são atendidas. Esses contratos podem ser usados para automatizar processos e para fornecer segurança e transparência em transações financeiras, sem a necessidade de intermediários.

Segundo Swan (2015), os contratos inteligentes são capazes de "reduzir os custos e aumentar a eficiência, permitindo que as partes concordem com os termos do contrato sem a necessidade de um intermediário confiável". Eles também podem ajudar a reduzir fraudes e erros, ao automatizar processos e garantir a execução dos termos acordados.

Os contratos inteligentes são executados em cima de uma *blockchain*, que é uma tecnologia distribuída e descentralizada que garante a segurança e a transparência das transações. Segundo Szabo (1997), o criador do conceito de contratos inteligentes, "os contratos inteligentes são possíveis graças à tecnologia de criptografia e ao uso de uma *blockchain* distribuída, que garante a segurança e a transparência das transações".

Algumas das principais características dos contratos inteligentes incluem a capacidade de serem autoexecutáveis, o uso de criptografia para garantir a segurança das transações, a

transparência das transações, a descentralização e a imutabilidade. Eles podem ser usados em diversas áreas, como finanças, logística, saúde e eleições, para automatizar processos e eliminar a necessidade de intermediários.

### 2.1.3 Tokens e Criptomoedas

A criptomoeda é uma forma de dinheiro digital que usa criptografia para garantir a segurança das transações e controlar a criação de novas unidades. Já o token é um ativo digital que representa um determinado valor ou utilidade e pode ser emitido em uma *blockchain*.

De acordo com Buterin (2014), criptomoedas são "moedas digitais, que usam criptografia forte para proteger a autenticação das transações e a criação de novas unidades". Ele destaca que as criptomoedas são geralmente descentralizadas, ou seja, não são controladas por uma autoridade central, e são baseadas em uma *blockchain*.

Por outro lado, os tokens são mais abrangentes e podem ser usados para representar diferentes tipos de ativos, como propriedade, direitos de voto, acesso a serviços e muito mais. De acordo com Swan (2015), "um token é um ativo digital que representa uma unidade de valor ou utilidade". Ele explica que os tokens podem ser emitidos em uma *blockchain*, e que sua emissão e transferência são registradas de forma segura e confiável na *blockchain*.

Embora as palavras "token" e "criptomoeda" sejam frequentemente usadas de forma intercambiável, há uma distinção importante entre elas. Em termos gerais, uma criptomoeda é uma moeda digital que opera independentemente de uma instituição financeira centralizada, usando criptografia para garantir e verificar transações e para controlar a criação de novas unidades. Já os tokens podem representar uma ampla variedade de ativos digitais, como ativos físicos, utilidades em aplicativos, direitos de propriedade intelectual e muito mais, ou seja, pequenas frações de um todo, onde geralmente são centralizados em uma instituição ou projeto.

## 2.2 Modelos de Financiamento Coletivo

Os modelos de financiamento coletivo, também conhecidos como *crowdfunding*, são uma forma de financiamento colaborativo que tem se popularizado nos últimos anos. Segundo Agrawal, Catalini e Goldfarb. (2015), o *crowdfunding* é um processo colaborativo que envolve uma ampla rede de pessoas que contribuem com pequenas quantias de dinheiro para financiar um projeto.

Existem diversos tipos de *crowdfunding*, cada um com suas particularidades. Os principais modelos de *crowdfunding* são: doações, recompensas, empréstimos e investimentos. (BELLEFLAMME, P.; LAMBERT, T.; SCHWIENBACHER, A., 2014)

### 2.2.1 Crowdfunding do Tipo Empréstimo

No *crowdfunding* do tipo empréstimo, os investidores emprestam dinheiro ao criador do projeto, que deve pagar o dinheiro de volta com juros em um período específico de tempo. Segundo Belleflamme, Lambert e Schwienbacher (2014), esse modelo de financiamento

coletivo é adequado para pequenas empresas que buscam financiamento, mas que podem ter dificuldades para obter empréstimos de bancos tradicionais.

De acordo com Mollick (2014), uma das principais vantagens do *crowdfunding* do tipo empréstimo é que ele oferece uma forma mais acessível de empréstimo para pequenas empresas. Além disso, o *crowdfunding* do tipo empréstimo pode ajudar a aumentar a transparência e a responsabilidade do criador do projeto, já que ele deve prestar contas aos investidores que emprestaram dinheiro.

No entanto, há também alguns riscos associados ao *crowdfunding* do tipo empréstimo. De acordo com Belleflamme, Lambert e Schwienbacher (2014), o maior risco é o inadimplemento do criador do projeto, que pode não ser capaz de pagar o dinheiro de volta aos investidores. Além disso, os investidores podem não conseguir recuperar todo o valor investido, caso o criador do projeto entre em falência.

Para minimizar esses riscos, é importante que o criador do projeto apresente um plano de negócios sólido e que os investidores realizem uma análise cuidadosa antes de investir. Além disso, as plataformas de *crowdfunding* podem adotar medidas para proteger os investidores, como verificar a capacidade de pagamento do criador do projeto e garantir que ele cumpra suas obrigações financeiras.

### 2.2.2 Crowdfunding do Tipo Investimento

O *crowdfunding* do tipo investimento, também conhecido como *equity crowdfunding*, permite que investidores adquiram uma participação acionária em empresas iniciantes em troca de seu investimento financeiro.

Segundo Belleflamme, Lambert e Schwienbacher (2014), "o *equity crowdfunding* permite que indivíduos ou empresas invistam diretamente em empresas iniciantes, oferecendo a oportunidade de lucrar com o crescimento da empresa e de apoiar o empreendedorismo". Este modelo de *crowdfunding* é atraente para empreendedores que buscam capital para expandir seus negócios e para investidores que buscam oportunidades de investimento de alto potencial.

No entanto, o *equity crowdfunding* também apresenta algumas desvantagens. Mochkabadi e Volkmann (2018) destacam que o *equity crowdfunding* apresenta riscos tanto para investidores quanto para empreendedores. Os investidores enfrentam a possibilidade de perder todo o seu investimento, pois muitas empresas iniciantes não conseguem se estabelecer e falham no mercado.

Conforme destacado por Ahlens, Cumming, Günther e Schweizer (2015), os investidores podem exercer influência sobre a gestão da empresa, o que pode ser um desafio para os empreendedores que buscam manter o controle e a autonomia em suas empresas. Esses riscos e desafios tornam o *equity crowdfunding* uma opção complexa e potencialmente menos atraente para alguns empreendedores e investidores.

### 2.3 Sustentabilidade na Construção Civil

A sustentabilidade na construção civil envolve uma série de conceitos importantes que devem ser entendidos e considerados durante o processo de planejamento e execução das obras.

Alguns desses conceitos são, a Eficiência energética, Gestão de resíduos, Qualidade do ar interno, Uso de materiais sustentáveis e o Impacto no ambiente externo.

#### 2.3.1 Eficiência Energética

A eficiência energética é definida como a redução do consumo de energia em um determinado sistema ou processo, mantendo ou melhorando sua eficácia. Na construção civil, a eficiência energética pode ser alcançada por meio de medidas como o uso de materiais e equipamentos com baixo consumo energético, a adoção de soluções passivas de iluminação e ventilação, e o aproveitamento de fontes de energia renovável, como a energia solar (GOMES *et al.*, 2021).

#### 2.3.2 Uso de Materiais Sustentáveis

A construção civil é uma das principais geradoras de resíduos sólidos, e a utilização de materiais sustentáveis pode auxiliar na redução desse impacto ambiental (KIBERT, 2016). Materiais sustentáveis são aqueles com um ciclo de vida mais extenso, recicláveis, que possuem menor impacto ambiental na produção e/ou podem ser feitos a partir de materiais reciclados (KIBERT, 2016). Exemplos de materiais sustentáveis englobam madeira certificada, concreto com adição de resíduos e materiais reciclados, e tintas e revestimentos com baixa emissão de COVs (Compostos Orgânicos Voláteis), como solventes prejudiciais ao meio ambiente e à saúde humana (BERGE, B 2009).

#### 2.3.3 Gestão de Resíduos

A gestão de resíduos é essencial para minimizar o impacto ambiental da construção civil. Isso envolve a implementação de medidas de redução, reutilização e reciclagem de resíduos, além da correta disposição final dos resíduos que não podem ser reaproveitados. A gestão de resíduos também pode envolver a implantação de sistemas de logística reversa para o descarte de materiais como vidro, plástico e metais (DA SILVA *et al.*, 2020).

#### 2.3.4 Qualidade do Ar Interno

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), a poluição do ar interno é responsável por cerca de 4,3 milhões de mortes por ano em todo o mundo (OMS, 2021). Para melhorar a qualidade do ar interno, é necessário considerar a ventilação, o controle de umidade, o uso de materiais com baixas emissões de compostos orgânicos voláteis (COVs) e a manutenção adequada dos sistemas de ar condicionado (MENDES, L.; DE BRITO, J.; MATEUS, R., 2019).

### 2.3.5 Impacto no Ambiente Externo

Impacto no ambiente externo é responsável por cerca de 30% a 40% do consumo mundial de energia e de materiais, além de ser responsável por 30% das emissões de gases de efeito estufa (GEE) (LAPENDA, J. F.; GOMES, E. G. L.; RIBEIRO, G. C., 2018).

Medidas de mitigação de impacto ambiental podem ser implementadas através da adoção de tecnologias de construção sustentável, como por exemplo, a utilização de materiais de construção com menor impacto ambiental, a utilização de técnicas construtivas que visem a redução do consumo de energia e água, e a implementação de sistemas de tratamento de águas residuais (MANDILARAS *et al.*, 2021).

Além disso, medidas de conservação da biodiversidade são importantes em projetos sustentáveis na construção civil, uma vez que a urbanização é uma das principais causas de perda de biodiversidade no mundo (LAPENDA, J. F.; GOMES, E. G. L.; RIBEIRO, G. C., 2018). Medidas como a utilização de materiais de construção sustentáveis e a preservação de áreas verdes podem ajudar a minimizar o impacto da construção civil na biodiversidade.

Outra medida importante é a conservação da água, uma vez que a construção civil é uma das principais responsáveis pelo consumo de água no mundo (MANDILARAS *et al.*, 2021). A adoção de técnicas construtivas que visem a redução do consumo de água, a implementação de sistemas de reuso de água e a utilização de materiais de construção que reduzam o consumo de água são medidas importantes para minimizar o impacto da construção civil na disponibilidade hídrica.

Certificações ambientais, como a certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), podem ajudar a garantir que as medidas de mitigação de impacto ambiental e conservação da biodiversidade e da água estejam sendo implementadas de forma efetiva nos projetos sustentáveis na construção civil (MANDILARAS *et al.*, 2021).

### 2.4 Estado Atual da Sustentabilidade na Construção Civil

Segundo um estudo realizado pelo World Green Building Council (2019), os edifícios são responsáveis por cerca de 39% das emissões de CO<sub>2</sub> no mundo. Além disso, eles consomem cerca de 40% da energia e 25% da água utilizadas globalmente. Esses dados mostram que a construção civil é uma das principais responsáveis pela degradação do meio ambiente.

Outro dado que evidencia a ineficiência do estado atual da sustentabilidade na construção civil é o fato de que, apesar da existência de diversas normas e certificações, a adoção delas ainda é baixa. De acordo com o Green Building Council Brasil (2018), até 2018 apenas cerca de 500 edifícios no país possuíam a certificação LEED, uma das mais reconhecidas na área de construção sustentável.

Além disso, a falta de conhecimento e conscientização dos profissionais da área de construção civil também contribui para a ineficiência da sustentabilidade. Um estudo realizado por Leite *et al.*, (2020) apontou que muitos engenheiros civis não possuem conhecimento sobre construções sustentáveis e utilizam métodos tradicionais que não levam em consideração a sustentabilidade.

Portanto, é evidente que há uma ineficiência no estado atual da sustentabilidade na construção civil, e é necessário um esforço conjunto dos profissionais da área, governos e sociedade em geral para que a construção civil possa ser verdadeiramente sustentável e reduzir seus impactos ambientais.

## 2.5 Barreiras à adoção da construção sustentável

A adoção da construção sustentável ainda é um desafio em muitos setores da indústria da construção. Apesar dos inúmeros benefícios que a construção sustentável pode proporcionar, há ainda diversas barreiras que impedem sua adoção em larga escala. A seguir, serão apresentados e discutidos os 5 principais motivos de existirem essas barreiras, com base em estudos e pesquisas realizadas na área da construção sustentável.

**Falta de incentivos financeiros:** Segundo a pesquisa realizada por Monteiro e González (2019), a falta de incentivos financeiros é uma das principais barreiras à adoção da construção sustentável. De acordo com os autores, os investimentos necessários para a implementação de práticas sustentáveis podem ser significativos, e muitas vezes as empresas não têm o capital necessário para realizar tais investimentos. Além disso, muitas vezes as empresas não veem um retorno financeiro imediato no investimento em práticas sustentáveis.

**Falta de conhecimento e capacitação:** A falta de conhecimento e capacitação é outra barreira identificada na adoção da construção sustentável. Segundo a pesquisa de Halog e Manik (2019), muitos profissionais da construção civil não têm conhecimento adequado sobre práticas sustentáveis e tecnologias verdes. Isso pode levar a uma falta de compreensão sobre os benefícios e a eficácia dessas práticas.

**Falta de conscientização e demanda do mercado:** Segundo a pesquisa de Ardit, Dikman e Birgonul (2018), a falta de conscientização e demanda do mercado é outra barreira importante para a adoção da construção sustentável. Os autores afirmam que muitas vezes os consumidores não estão dispostos a pagar mais por edifícios sustentáveis e que a falta de conscientização sobre a importância da sustentabilidade é um obstáculo para a adoção dessas práticas.

**Regulamentações e normas insuficientes:** De acordo com a pesquisa de Yin, He e Shan (2020), regulamentações e normas insuficientes também são uma barreira para a adoção da construção sustentável. Os autores afirmam que muitas vezes as normas e regulamentações são fracas ou inexistentes, o que leva à falta de incentivos para a adoção de práticas sustentáveis.

**Falta de cooperação e coordenação:** A falta de cooperação e coordenação entre as partes interessadas na construção civil é outro motivo que dificulta a adoção da construção sustentável. De acordo com a pesquisa de Chan e Wong (2018), a falta de cooperação entre proprietários, empreiteiros, arquitetos e outros profissionais envolvidos na construção pode levar a atrasos e conflitos na implementação de práticas sustentáveis.

## 3. Procedimentos metodológicos

Esta pesquisa adota uma abordagem exploratória para investigar o potencial da tecnologia *blockchain* no fomento ao financiamento de projetos sustentáveis na construção civil. A metodologia consiste em duas etapas: análise de cenários hipotéticos e síntese dos resultados, considerando a revisão de literatura previamente apresentada.

### 3.1 Análise de Cenários Hipotéticos

A análise de cenários hipotéticos será realizada com base nos conhecimentos obtidos na revisão de literatura. Serão criados cenários fictícios, mas plausíveis, envolvendo o uso da *blockchain* para financiamento de projetos sustentáveis na construção civil. Os cenários serão estruturados com base em características comuns identificadas na literatura, como: transparência, descentralização, segurança e rastreabilidade (SWAN, 2015; YLI-HUUMO *et al.*, 2016).

Para cada cenário, serão analisadas vantagens e desafios relacionados à implementação da tecnologia *blockchain*, considerando aspectos como governança, custos, regulamentação e impacto socioambiental (MENDONZA-TELLO *et al.*, 2018; SABERI *et al.*, 2019).

### 3.2 Síntese dos Resultados

A síntese dos resultados será realizada através da comparação e análise das vantagens e desafios identificados nos cenários hipotéticos. O objetivo desta etapa é desenvolver uma compreensão aprofundada do potencial da *blockchain* no financiamento de projetos sustentáveis na construção civil e identificar possíveis áreas de pesquisa futura.

### 3.3 Limitações da pesquisa

Esta pesquisa apresenta limitações decorrentes do foco em cenários hipotéticos e da ausência de casos reais. Entretanto, a abordagem exploratória é justificada pela necessidade de entender o potencial da *blockchain* no contexto específico do financiamento de projetos sustentáveis na construção civil, antes de investigar casos práticos.

## 4. Análises dos Resultados e Discussões

### 4.1 Cenário 1: Plataforma de Financiamento Coletivo Baseada em Blockchain

Neste cenário, é desenvolvida uma plataforma de financiamento coletivo (*crowdfunding*) baseada em *blockchain* para conectar investidores e projetos sustentáveis na construção civil. A plataforma utilizaria contratos inteligentes para garantir a transparência das transações e garantir que os fundos sejam liberados apenas quando determinados marcos do projeto forem alcançados.



Vantagens:

Transparência e rastreabilidade das transações, aumentando a confiança dos investidores; Redução de intermediários e custos associados; Maior acesso a financiamento para projetos sustentáveis de pequena e média escala.

Desafios:

Necessidade de regulamentação e conformidade com leis locais; Requisitos de infraestrutura e segurança digital; Possível resistência dos atores tradicionais do mercado financeiro.

#### 4.2 Cenário 2: Tokenização de Ativos Imobiliários Sustentáveis

Neste cenário, ativos imobiliários sustentáveis são tokenizados e registrados em uma *blockchain*. Investidores podem adquirir frações desses ativos, permitindo uma distribuição mais ampla dos investimentos em projetos sustentáveis.

Vantagens:

Aumento da liquidez e divisibilidade dos ativos imobiliários; Inclusão financeira, permitindo que pequenos investidores participem do financiamento de projetos sustentáveis; Facilidade do rastreamento e monitoramento do desempenho ambiental dos ativos.

Desafios:

Necessidade de um quadro regulatório adequado; Risco de volatilidade dos tokens; Possíveis problemas de governança e coordenação entre investidores.

#### 4.3 Cenário 3: Registro e monitoramento de Créditos de Carbono na Construção Civil

Neste cenário, uma solução baseada em *blockchain* é desenvolvida para rastrear e monitorar créditos de carbono gerados por projetos sustentáveis na construção civil. Isso permite que empresas e investidores possam comprar, vender e compensar esses créditos de forma mais eficiente e transparente.

Vantagens:

Transparência e rastreabilidade dos créditos de carbono, melhorando a confiabilidade do mercado; Redução de fraudes e duplicidades na emissão e negociação de créditos de carbono; Estímulo à adoção de práticas sustentáveis no setor da construção civil.

Desafios:

Integração com sistemas de registro e monitoramento existentes; Necessidade de consenso e cooperação entre os atores do mercado; Risco de centralização e controle por grandes empresas e governos.

Estes cenários hipotéticos apresentam uma visão geral das possíveis aplicações da tecnologia *blockchain* no financiamento de projetos sustentáveis na construção civil. A

análise de suas vantagens e desafios pode ajudar a identificar áreas promissoras para pesquisa e desenvolvimento futuro.

#### 4.4 Contratos Inteligentes na Construção Sustentável

Os contratos inteligentes (smart contracts) também podem fazer a execução automática e autônoma de cláusulas e termos dos contratos. Na construção sustentável, eles têm potencial para aumentar a transparência, eficiência e segurança nas transações, além de facilitar a implementação de práticas sustentáveis.

Segundo pesquisa realizada por Al-Bar *et al.* (2020), os contratos inteligentes podem ajudar a melhorar a eficiência energética e reduzir o desperdício de recursos na construção. Por exemplo, eles podem ser usados para automatizar o controle de sistemas de iluminação, ar condicionado e aquecimento, garantindo que estes operem apenas quando necessário e em níveis adequados.

Além disso, os contratos inteligentes podem ser usados para garantir a conformidade com padrões de sustentabilidade e regulamentações ambientais. De acordo com a pesquisa de Yao *et al.* (2019), os contratos inteligentes podem incluir cláusulas específicas para o uso de materiais sustentáveis, a gestão adequada de resíduos e a redução do impacto ambiental.

Outra vantagem dos contratos inteligentes na construção sustentável é a possibilidade de reduzir custos e riscos por meio da automatização de processos e da eliminação de intermediários. De acordo com a pesquisa de Wu *et al.* (2020), a aplicação de contratos inteligentes em projetos de construção pode levar a uma redução significativa de custos, além de aumentar a transparência e reduzir o tempo de conclusão de projetos.

#### 4.5 O uso de Sistemas de Pontuação Sustentável

Um possível sistema de incentivo financeiro para a adoção da construção sustentável poderia envolver a criação de uma pontuação de sustentabilidade que avalia as práticas sustentáveis adotadas por uma empresa durante a construção de um edifício. Essa pontuação poderia ser usada para fornecer incentivos financeiros às empresas que adotam práticas sustentáveis.

De acordo com a pesquisa de Soomro e Arain (2019), um sistema de pontuação de sustentabilidade pode ser implementado por meio da tecnologia *blockchain*, permitindo a criação de um registro imutável e transparente das práticas sustentáveis adotadas por uma empresa. Esse registro pode ser usado para calcular a pontuação de sustentabilidade da empresa e fornecer incentivos financeiros com base nessa pontuação.

Além disso, o sistema de pontuação de sustentabilidade pode ser integrado a certificações de sustentabilidade existentes, como o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design), para fornecer uma avaliação mais abrangente das práticas sustentáveis adotadas pela empresa. Isso pode ajudar a aumentar a visibilidade das empresas que adotam práticas sustentáveis e incentivar outras empresas a fazerem o mesmo, o que também já iria auxiliar na criação de um padrão de sustentabilidade, reforçando normas e regulamentações.

Um exemplo de tabela com base na proposta é a feita pelo artigo de Soomro e Arain (2019).

**Tabela 1: Critérios de avaliação de sustentabilidade na construção civil**

Categoria	Pontuação Máxima	Critérios
Eficiência Energética	30	Uso de fontes renováveis de energia (10), Uso de tecnologias de eficiência energética (10), Certificação de eficiência energética (10)
Gestão de Resíduos	20	Redução de resíduos durante a construção (5), Reutilização de materiais de construção (5), Reciclagem de resíduos (5), Certificação de gestão de resíduos (5)
Qualidade do Ar Interno	15	Uso de materiais de baixa emissão de VOCs (5), Ventilação eficiente (5), Certificação de qualidade do ar interno (5)
Uso de Materiais Sustentáveis	15	Uso de materiais reciclados (5), Uso de materiais renováveis (5), Uso de materiais certificados (5)
Impacto no Ambiente Externo	20	Uso de medidas de mitigação de impacto ambiental (5), Uso de medidas de conservação da biodiversidade (5), Uso de medidas de conservação da água (5), Certificação de impacto ambiental (5)

Fonte: Soomro e Arain, (2019)

No entanto, é importante ressaltar que a definição da pontuação máxima e dos critérios pode variar de acordo com a proposta de cada sistema de pontuação.

## 5. Considerações Finais

Há várias formas de tornar financeiramente vantajoso construir sustentavelmente, criando campanhas e ofertas de *crowdfunding* nos modelos empréstimo ou investimentos, onde a construtora criaria seu próprio token para permitir a arrecadação, poderia dar incentivos de *cashback* para os mesmos investidores iniciais ou aqueles que desejassem comprar um imóvel com o uso dos tokens. Além de parcerias com o governo para subsidiar parte dos custos a ponto de tornar a operação financeiramente viável para as construtoras e uma opção de compra mais vantajosa para o usuário final, assim, criando demanda para o mercado de construção sustentável.

Com o aumento de demanda, haverá um aumento na procura de profissionais capacitados, aumentando a remuneração média de um profissional da construção sustentável.

Uma alta remuneração média fornecerá o ambiente adequado para uma alta procura de conscientização e capacitação profissional para o setor, formando cada vez mais profissionais capacitados e conscientes.

Com a alta de profissionais capacitados, conscientes e de pensamento similar, com foco na sustentabilidade, haverá um aumento na cooperação e coordenação de cada nível hierárquico na estrutura operacional de cada empresa.

No longo prazo, a construção sustentável vai ser tão explorada por todos os cidadãos comuns que criará um novo hábito para a sociedade, onde o padrão se torna o sustentável e qualquer projeto não sustentável é repudiado e desencorajado pela própria população, possibilitando assim a remoção dos incentivos governamentais inicialmente implementados.

## Referências

- AHLERS, G. K.; CUMMING, D.; GÜNTHER, C.; SCHWEIZER, D. Signaling in equity crowdfunding. **Entrepreneurship Theory and Practice**, v. 39, n. 4, p. 955-980, 2015. <https://doi.org/10.1111/etap.12157>
- AGRAWAL, A.; CATALINI, C.; GOLDFARB, A. Crowdfunding: Geography, social networks, and the timing of investment decisions. **Journal of Economics & Management Strategy**, v. 24, n. 2, p. 253-274, 2014.
- AL-BAR, H.; AL-KANDARI, A. M.; AL-AWADHI, M. A. The Impact of Smart Contracts on Sustainability in Construction Projects. **Sustainability**, v. 12, n. 15, p. 6047, 2020.
- ANTONOPOULOS, A. M. **Mastering Bitcoin: Unlocking Digital Cryptocurrencies**. Sebastopol: O'Reilly Media, 2014.
- ARDITI, D.; DIKMEN, I.; BIRGONUL, M. T. Barriers to implementing sustainable construction practices. **Journal of Management in Engineering**, v. 34, n. 1, p. 04017035, 2018.
- BELLEFLAMME, P.; LAMBERT, T.; SCHWIENBACHER, A. Crowdfunding: Tapping the right crowd. **Journal of Business Venturing**, v. 29, n. 5, p. 585-609, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.jbusvent.2013.07.003>
- BERGE, B. **A ecologia dos materiais de construção**. 2. ed. Oxford: Architectural Press, 2009.
- BUTERIN, V. **Ethereum: A Next-Generation Smart Contract and Decentralized Application Platform**. [S.l.]: GitHub Repository, 2014. Disponível em: <https://ethereum.org/en/whitepaper/>. Acesso em: 09 mar. 2023
- CHAN, E. H.; WONG, S. K. Understanding the barriers to implementing sustainable construction practices in Hong Kong. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 14, n. 3, p. 235-247, 2018.



DA SILVA, C. S.; CAMPOS, R. A.; NASCIMENTO, R. S.; AGUIAR, M. C. S.; SILVA, M. S.; SANTOS, J. C. Gestão de resíduos sólidos na construção civil: revisão bibliográfica. **Engenharia Ambiental**, v. 17, n. 1, p. 1-18, 2020.

GOMES, R.; BARBOSA, W.; SANTOS, M.; SOUZA, R. Eficiência energética na construção civil: uma revisão sistemática da literatura. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 16, n. 2, p. 16-34, 2021.

GLOBAL CONSTRUCTION PERSPECTIVES; OXFORD ECONOMICS. **The Future of Construction**. 2020. Disponível em: <https://resources.oxfordeconomics.com/hubfs/Africa/Future-of-Construction-Full-Report.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2023

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL. **Números do mercado de construção sustentável no Brasil**. Disponível em: <https://www.gbcbrasil.org.br/brasil-ocupa-o-4o-lugar-no-ranking-mundial-de-construcoes-sustentaveis-certificadas-pela-ferramenta-internacional-lead/>. Acesso em: 16 mar. 2023.

HALOG, A.; MANIK, M. Exploring the Barriers to Sustainable Construction Practices in Developing Countries: A Malaysian Perspective. **Buildings**, v. 9, n. 9, p. 210, 2019.

KIBERT, C. J. **Construção sustentável: projeto e entrega de edifícios verdes**. 4. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, 2016.

LAPENDA, J. F.; GOMES, E. G. L.; RIBEIRO, G. C. Sustentabilidade na Construção Civil: Uma Revisão Bibliográfica. **Anais Do Encontro De Ensino, Pesquisa E Extensão**, p. 1-10, 2018.

LEITE, Rafael A.; PAULA, Fábio C. de; MOURA, Fernando F.; SILVA, Maria L.; GOMES, Fabiana S. Sustentabilidade na construção civil: um estudo sobre a visão dos engenheiros civis. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e5799108420, 2020

MANDILARAS, I.; KARYOTAKIS, G.; TATSIPOULOS, I.; TSANGRASSOULIS, A. Sustainable construction: An overview of the state of the art. **International Journal of Sustainable Building Technology and Urban Development**, v. 12, n. 2, p. 86-101, 2021.

MENDONZA-TELLO, J. C.; MORA, H.; CRESSWELL, K. M. Blockchain adoption in the public sector: A systematic literature review. **Government Information Quarterly**, v. 35, n. 4, p. 618-628, 2018.

MENDES, L.; DE BRITO, J.; MATEUS, R. Sustainable construction: main challenges for the construction industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 285-293, 2019. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.12.218

MOCHKABADI, K.; VOLKMANN, C. K. Equity crowdfunding: a systematic review of the literature. **Small Business Economics**, v. 54, p. 75-118, 2020. DOI: 10.1007/s11187-018-0081-x. <https://doi.org/10.1007/s11187-018-0081-x>

MOLLICK, E. The dynamics of crowdfunding: An exploratory study. **Journal of Business Venturing**, v. 29, n. 1, p. 1-16, 2014.

MONTEIRO, D.; GONZÁLEZ, V. **Barriers to the adoption of sustainable construction practices in Brazil**.

NAKAMOTO, S. **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System**. Consultado em 14 de março de 2023, de <https://bitcoin.org/bitcoin.pdf>

NARAYANAN, A.; BONNEAU, J.; FELTEN, E.; MILLER, A.; GOLDFEDER, S. **Bitcoin and Cryptocurrency Technologies: A Comprehensive Introduction**. Princeton: Princeton University Press, 2016.

OMS (Organização Mundial da Saúde). (2021). **Poluição do ar interno**. Recuperado em 16 de março de 2023, de <https://www.who.int/news/item/27-05-2016-enhanced-global-action-on-air-pollution-improve-d-at-wha69>

SABERI, S.; KOUHIZADEH, M.; SARKIS, J.; SHEN, L. Blockchain technology and its relationships to sustainable supply chain management. **International Journal of Production Research**, v. 57, n. 7, p. 2117-2135, 2019. <https://doi.org/10.1080/00207543.2018.1533261>

SOOMRO, M. A.; ARAIN, Q. A. Blockchain for sustainable energy: A review, classification and meta-analysis. **Journal of Cleaner Production**, v. 213, p. 511-522, 2019. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.12.259

SWAN, M. **Blockchain: blueprint for a new economy**. O'Reilly Media, Inc: USA, 2015.

SZABO, N. **Smart contracts: Building blocks for digital markets**. 1997. Disponível em: [http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinter school2006/szabo.best.vwh.net/smart\\_contracts\\_2.html](http://www.fon.hum.uva.nl/rob/Courses/InformationInSpeech/CDROM/Literature/LOTwinter school2006/szabo.best.vwh.net/smart_contracts_2.html). Acesso em: 14 jan. 2023.

WORLD GREEN BUILDING COUNCIL. **Bringing embodied carbon upfront: Coordinated action for the building and construction sector to tackle embodied carbon**. London: World Green Building Council, 2019.

WU, W.; ZHU, L.; WANG, H.; WANG, X. A Smart Contract-Based System for Construction Project Management. **Sustainability**, v. 12, n. 11, p. 4611, 2020.

YAO, J.; ZHAO, Z.; ZHANG, Y.; LIN, L. A Smart Contract-Based Framework for Sustainable Construction Management. **Advances in Civil Engineering**, v. 2019, p. 1-11, 2019.

YERMACK, D. **Is Bitcoin a Real Currency? An Economic Appraisal**.

YIN, Y.; HE, X.; SHAN, M. Barriers and solutions to sustainable construction: perspectives from practitioners and scholars. **Sustainable Cities and Society**, v. 60, 102235, 2020.

YLI-HUUMO, J.; KO, D.; CHOI, S.; PARK, S.; SMOLANDER, K. **Where Is Current Research on Blockchain Technology? A Systematic Review**. PLoS ONE 11(10): e0163477. doi:10.1371/journal.pone.0163477

YUAN, Y.; ZHU, S.; CHEN, G. Proof of capacity consensus mechanism for blockchain based on storage space. **Future Generation Computer Systems**, v. 82, p. 82-88, 2018. doi: 10.1016/j.future.2017.12.035.



## Laboratório de Materiais para Design de Interiores: trajetória do acervo físico ao acervo digital

### *Material lab for Interior Design: trajectory from physical to digital collection*

Áurea Luiza Raposo, Dra., Instituto Federal de Alagoas, GEID-Ifal.

aurea.raposo@ifal.edu.br

#### Resumo

Este artigo apresenta a trajetória de implantação de Materioteca para a área de Design de Interiores e analisa as oportunidades e os desafios da implementação dos acervos, do físico ao digital, considerando a importância da construção de conhecimentos técnicos sobre os materiais no processo de ensino-aprendizagem e no desenvolvimento de pesquisas pelos futuros designers de interiores, associados aos aspectos socioambientais. Trata-se de pesquisa aplicada qualitativa, de abordagem analítico-descritiva, cujos procedimentos metodológicos foram pesquisa bibliográfica e estudo de caso. Como resultados, o artigo aponta diretrizes para a manutenção do acervo físico e para a configuração de acervo digital integrado, visando à proposição de modelo de referência.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Design; Materioteca; Experiência; Pesquisa

#### Abstract

*This article presents the implementation path of the Materioteca for the Interior Design area and analyses the opportunities and challenges of implementing the collections, from the physical to the digital, considering the importance of building technical knowledge about the materials in the teaching-learning process and in the development of research by future interior designers, associated with socio-environmental aspects. This is qualitative applied research, with an analytical-descriptive approach, whose methodological procedures were bibliographical research and case study. As a result, the article points out guidelines for the maintenance of the physical collection and for the configuration of an integrated digital collection, aiming at proposing a reference model.*

**Keywords:** Sustainability; Design; Materials library; Experience; Research

## 1. Introdução

O design de interiores constitui-se em atividade profissional multidisciplinar, que envolve o processo de criação de ambientes internos, em que o tratamento das superfícies espaciais e a inserção de elementos compositivos específicos e do mobiliário articulam a atmosfera e a identidade do espaço construído preexistente (BROOKER, STONE, 2014).

Para Brooker e Stone (2014, p. 8), o design de interiores consiste em campo distinto do Design, em relação à praticamente todos os outros campos, uma vez que projetar o ambiente interior encontra-se relacionado à seguinte questão: o ambiente está inserido em edificação que, por sua vez, apresenta localização específica e seu contexto. Ou seja., “[...] precisa considerar o lugar que aquele interior habita”. Além disso, é importante ressaltar que:

O design de interiores é um processo complexo de combinação das necessidades dos usuários com as qualidades do espaço existente ou proposto, também garantindo que a proposta seja suficientemente coerente. É essencial ao designer ter um grande conhecimento das leis regulatórias e de planejamento da construção civil, um **vasto conhecimento de materiais e revestimentos**, familiaridade com técnicas construtivas, além de ser um conhecedor de custos. O profissional também deve ter um conhecimento prático da história da disciplina e **se manter a par das tendências atuais** (BROOKER; STONE, 2014, p. 20, negritos nossos).

De acordo com Gibbs (2016), a prática do design de interiores no mundo passou por significativa transformação nos últimos cinquenta anos, entre o final do século XX e início do século XXI, proporcionando ascensão e evolução na formação acadêmica, na qualificação, no exercício profissional e no surgimento de associações profissionais. O designer de interiores revela-se capacitado para maximizar o uso do espaço construído interno e do espaço contíguo externo; para introduzir materiais e acabamentos inovadores, responsivos e de baixo impacto ambiental; e, para incorporar as tecnologias necessárias para conectar os usuários à vida cotidiana atual (GIBBS, 2016).

Desde 1980, a Associação Brasileira de Designers de Interiores – ABD (ABD, 2023) exerce o papel de colaborar, acompanhar, formar, inspirar e respaldar o exercício profissional junto aos designers associados, bem como de representar a categoria junto aos órgãos governamentais, sobretudo para a regulamentação da profissão. No Brasil, a profissão de design de interiores foi reconhecida, recentemente, por meio da Lei nº 13.369, de 12/12/2016 (BRASIL, 2016). Nas competências do designer de interiores e ambientes, destacadas nos incisos III e V do Art. 4º da referida lei, têm-se que:

III - planejar ambientes internos, permanentes ou não, inclusive **especificando equipamento mobiliário, acessórios e materiais e providenciando orçamentos e instruções de instalação**, respeitados os projetos elaborados e o direito autoral dos responsáveis técnicos habilitados; [...]; V - **selecionar e especificar cores, revestimentos e acabamentos** (BRASIL, 2016, negritos nossos).

De acordo com a ABD (2023), o designer de interiores se qualifica por meio de cursos técnicos, tecnológicos e bacharelados, ofertados por instituições de educação profissional e tecnológica e por instituições de ensino superior, públicas e privadas, reconhecidas pelo Ministério da Educação. Segundo a associação, o profissional de design de interiores “[...] busca por soluções criativas, técnicas e esteticamente atraentes que tragam qualidade de vida, bem-estar e cultura para seus clientes”. Cabe ressaltar que, no perfil profissional de conclusão para o Tecnólogo em Design de Interiores, constante no Catálogo Nacional de Cursos Superiores de Tecnologia – CNCST (MEC/SETEC, 2016, p. 102, grifos nossos), evidencia-se que o designer de interiores: “[...] Planeja, desenvolve e gerencia projetos de interiores com o **uso de materiais e recursos sustentáveis**. [...]”. De acordo com Gibbs (2016) e Moxon (2012), a Sustentabilidade consiste em uma das questões mais importantes para o designer de interiores, relacionada à especificação de materiais de revestimentos e acabamentos, e mobiliário.

Além disso, os aspectos socioambientais relacionados ao espaço construído e à Sustentabilidade apresentam-se, cada vez mais, fortalecidos nesta segunda década do século XXI. Parte desse fortalecimento deve-se a crescente conexão dos setores produtivos e da sociedade aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), sobretudo no que se refere ao ODS 12, quanto à Consumo e Produção Responsáveis; ao ODS 9, Indústria, Inovação e Infraestrutura; e, ao ODS 11, Cidades e Comunidades Sustentáveis (ONU BRASIL, 2023).

Ao planejar ambientes internos, o profissional de design de interiores pode assumir papel educacional para maior percepção e consciência socioambiental no uso dos materiais e para redução do consumo de recursos naturais e energia (SOUSA FILHO; ZANDOMENEGHI, 2020). Nesse contexto, convém salientar que o designer de interiores tem a possibilidade de desenvolver projetos de ambientes e detalhes de produtos em conjunto com os fabricantes, atribuindo tanto identidade e especificidade às superfícies e aos objetos compositivos, quanto eliminando materiais e substâncias tóxicas, por meio de especificações técnicas assertivas, advindas de bibliotecas de materiais (GIBBS, 2016; MOXON, 2012). Para Gibbs (2016, p. 123), “É importante que o designer mantenha sua biblioteca de referências de produtos sempre atualizada e verifique a forma de aplicação de cada produto”, a fim de especificar de forma adequada e com conhecimento técnico e ambientalmente correto.

Este artigo apresenta a trajetória de implantação de Materioteca para a área de Design de Interiores e analisa as oportunidades e os desafios da implementação dos acervos, do físico ao digital, considerando a importância da construção de conhecimentos técnicos sobre os materiais no processo de ensino-aprendizagem e no desenvolvimento de pesquisas pelos futuros designers de interiores e ambientes, associados aos aspectos socioambientais, relativos aos materiais e revestimentos.

## 2. As bibliotecas de materiais e revestimentos no Design de Interiores

Segundo Moxon (2012, p. 156), “As bibliotecas de materiais são um importante recurso para o designer de interiores”, desde escritório-ateliê de design ou coleção particular e privada à empresa especializada ou associação independente, com coleção semiprivada ou pública. De amostras, organizadas em caixas, gavetas e/ou prateleiras e categorizadas informalmente ou cuidadosamente catalogadas e ordenadas, que podem ser consultadas por meio de banco de dados físico (e/ou digital), a informações e dados técnicos de fabricantes, que devem acompanhar as amostras de materiais, esses elementos constituem-se parte essencial da Materioteca de Design de Interiores, enquanto fontes e recursos de materiais disponíveis.

As bibliotecas e os bancos de dados *online* (na internet) também estão se tornando cada vez mais populares, e as feiras e exposições oferecem excelentes oportunidades para conhecer materiais novos e inovadores (MOXON, 2012, p. 156, itálico do autor).

No cenário nacional, os designers de interiores dispõem dos seguintes eventos e feiras para conhecer novos materiais e obter mais informações técnicas e orientações de instalação, além de adquirir amostras e catálogos para as suas bibliotecas: ABCasa Fair, High Design – Home & Office Expo, Design Weekend, Expo Revestir, Feicon Batimat, Movelsul Brasil, Yes Móvel Show e ForMóvil. Dentre as feiras citadas, convém ressaltar a Expo Revestir, promovida pela Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica e Congêneres (Anfacer) e a Feira Internacional da Indústria de Móveis e Madeira – ForMóvil.

Em 2021, a Expo Revestir aconteceu em formato 100% digital, cuja experiência proporcionou a criação da Expo Revestir Digital nos anos de 2022 e 2023. Trata-se da maior feira de revestimentos e acabamentos da América Latina, que traz “experiências, conteúdos, design, tendências e inspirações” por meio de expositores nacionais e internacionais da cadeia produtiva da construção civil (EXPO REVESTIR, 2023, online). Em 2022, a ForMóvil contou com 500 marcas expositoras nacionais e internacionais, revelando-se mais do que uma feira da cadeia produtiva, mostrou-se como parceria estratégica nos segmentos moveleiros, que acompanha as indústrias pelos 365 dias do ano, por meio da plataforma digital ForMóvil *Xperience* (FORMÓVILE, 2023, online).

No Brasil, também se destacam as seguintes bibliotecas de materiais físicas e *online*:

- Material Lab (<http://materiallab.com.br/catalogo-online/>): composta por 500 materiais e 200 fornecedores, consiste em acervo de materiais e tecnologias de baixo impacto ambiental, com pesquisa brasileira e internacional, classificados com base na composição, características, aplicações potenciais, durabilidade, desempenho técnico, custos, entre outros, além dos atributos relacionados ao baixo impacto ambiental (MATERIAL LAB, 2023, online);
- Ecomaterioteca (<https://www.ecomaterioteca.eco.br/>): trata-se de acervo itinerante, composto por materiais têxteis e não têxteis, voltados à moda e ao design

responsáveis, cujo propósito é “[...] fomentar práticas sistêmicas de produção de vestuário, acessórios de moda e design”, além de proporcionar pesquisa e consulta ao acervo, que reúne “[...] fios, tecidos, telas, etiquetas, aviamentos, embalagens e componentes ecológicos, biodegradáveis, orgânicos, sustentáveis, circulares e biotêxteis de fornecedores da indústria brasileira que investem em tecnologia e inovação”, constituindo-se em ponte entre “[...] indústria têxtil e a indústria de confecção, entre a academia e o mercado, entre o mercado e o consumidor” (ECOMATERIOTECA, 2023, online).

Além das bibliotecas de materiais particulares, Moxon (2012) ressalta ainda as bibliotecas de materiais universitárias e/ou institucionais públicas, cujo acervo é consultado por docentes, discentes e egressos, associados às instituições. Como exemplo de Materioteca institucional, com acervo físico e digital, destaca-se:

- Materioteca Sustentável (<https://materioteca.paginas.ufsc.br/>): trata-se de Materioteca física e digital com ênfase na Sustentabilidade, cujo objetivo consiste em “[...] viabilizar uma análise da sustentabilidade (social, econômica e ambiental) nos diversos materiais utilizados em projeto de produtos”, proporcionando ao usuário a análise da sustentabilidade dos materiais do acervo, por meio de modelo ESA adaptado, além do contato com amostras e relatórios sobre as propriedades, características, exemplos de aplicação, demonstrações, entre outros (MATERIOTECA SUSTENTÁVEL, 2023, online);

Essas bibliotecas de materiais podem apresentar foco específico, como é o caso do estudo desse artigo. A Materioteca Ifal de Design de Interiores consiste na biblioteca de materiais, cujo acervo compõe-se de materiais de composição e revestimentos, relacionados à área de Design de Interiores, com o propósito de auxiliar a construção de conhecimentos e a especificação técnica de materiais para os projetos de interiores, sejam eles residenciais, comerciais de serviços e/ou varejo, sejam eles institucionais, em Curso Superior de Tecnologia em Design de Interiores.

### 3. Procedimentos Metodológicos

Este artigo aborda o processo de implantação e implementação do acervo de Materioteca de Design de Interiores, voltado ao uso didático no componente curricular de Materiais de Composição e Revestimentos de Curso Superior de Tecnologia do Instituto Federal de Alagoas – Ifal. Trata-se de pesquisa aplicada qualitativa, de natureza tecnologia, com abordagem analítico-descritiva, constituindo-se em relato de experiência e modelo de referência.

Os procedimentos metodológicos adotados foram: a) pesquisa bibliográfica, composta por levantamento bibliográfico e documental; e, b) estudo de caso, cujos dados foram sistematizados dos relatórios de pesquisas de iniciação científica e de pesquisas de prática profissional, desenvolvidas por docentes e discentes da graduação tecnológica em Design de Interiores no período de 2007 a 2019, além de projetos institucionais para laboratórios didáticos especializados da área. Ao longo desse período, os projetos de pesquisas tiveram

o propósito de atender às demandas de reorganização e atualização do acervo técnico de materiais, cuja gestão e conservação encontram-se vinculadas ao Núcleo de Documentação em Design e ao Núcleo de Pesquisa em Design do curso tecnológico em Design de Interiores do Ifal, *campus* Maceió, com o suporte organizacional do grupo de pesquisa Design e Estudos Interdisciplinares – GEID-Ifal. O Quadro 1 sintetiza as principais pesquisas e projetos, que fomentaram o estudo de caso desse artigo.

Quadro 1: Principais Fontes de Pesquisa do Estudo de Caso

Principais pesquisas sobre a Materioteca de Design de Interiores		
Título	Modalidade	Período
Reestruturação e Implantação do Núcleo de Documentação de Design e Materioteca	PIBIC	2007-2008
Reorganizando a Materioteca dos Cursos de Design do Instituto Federal de Alagoas	PIBIC Júnior	2008-2009
Reorganização do Laboratório de Design e Criatividade e da Materioteca	Projeto de Prática Profissional	2015
Criação da Marca e Projeto do Laboratório de Materiais e Revestimentos	Projeto de Prática Profissional	2016-2017
Materioteca de Design de Interiores e Hemeroteca de Design e Artesanato: reorganização e atualização do acervo técnico do Núcleo de Documentação em Design	Projeto de Prática Profissional	2019
Libib_NPDesign: plataforma digital do acervo técnico e bibliográfico setorial do Núcleo de Documentação em Design	Projeto de Prática Profissional	2019

Fonte: Autores.

Em geral, as demandas de reorganização e atualização também estiveram associadas à aquisição de espaço físico apropriado para as atividades teóricas e práticas dos docentes e discentes do curso; e, à melhoria de acondicionamento e acesso aos itens do acervo à consulta e ao uso nos processos de ensino-aprendizagem para construção dos conhecimentos técnicos sobre os materiais, facilitando o manuseio e a aplicação nas atividades projetuais discentes de forma a torná-las criativas e inovadoras, bem como auxiliar nas atividades de pesquisa pelos docentes-pesquisadores.

### 4. A trajetória de implantação e implementação de Materioteca de Design de Interiores

#### 4.1 A trajetória de implantação de Materioteca para a área de Design de Interiores

Criados em 2001, o acervos técnicos de curso de graduação tecnológica em Design de Interiores surgiram a partir de demanda interna da Coordenação do Curso de organizar o crescente acervo bibliográfico e documental e de materiais da área profissional de Design, com ênfase no Design de Interiores, adquiridos por meio de visitas técnicas a lojas, participações em feiras e eventos, por doações do corpo docente e colaboração-parceria de empresas e fornecedores locais do ramo (CAVALCANTE; RAPÔSO, 2009).

Em 2004, o volume do acervo solicitou a primeira organização e catalogação sistemática, o que deu início à criação do Núcleo de Documentação em Design, sendo desenvolvido projeto institucional do acervo setorial. Em 2005, ocorreu a segunda organização e categorização dos documentos e materiais, o que viabilizou a implantação do Núcleo de Documentação de Design e estruturação física, compondo-se por 2 acervos: Acervo 1 – Acervo Bibliográfico e Documental Específico; e, Acervo 2 – Materioteca (CAVALCANTE; RAPÔSO, 2009).

No período de 2005 a 2006, foram catalogados 392 catálogos técnicos de materiais internacionais e nacionais, distribuídos em 8 caixas, 2 categorias (mercado internacional e nacional) e 16 subcategorias (revestimentos de piso e paredes, peças hidros sanitárias, metais e acessórios, puxadores e ferragens, vidros e espelhos, argamassas e rejuntas, sinalização de ambientes, tintas, revestimentos e acessórios para mobiliário, equipamentos, luminotécnico, cortinas e tapetes, gesso, molduras e divisórias, forros, mobiliário residencial e comercial).

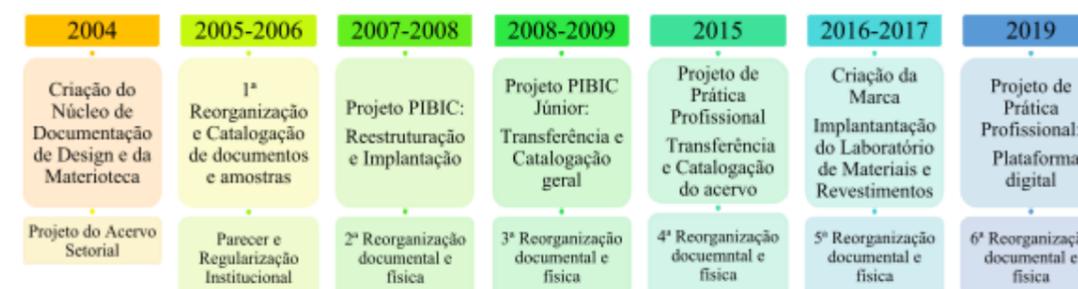
Além dos catálogos técnicos, foram catalogadas 216 amostras de materiais nas categorias: aço e alumínio; espelhos; ferragens; ferramentas; forro de PVC; fórmicas e laminados; ladrilho hidráulico; mármore e granitos; materiais construtivos; molduras de gesso; pedras; persianas; piso vinílico; piso de madeira; revestimento cerâmicos; vidros; pastilhas de vidro; tintas; tubos e conexões (CAVALCANTE; RAPÔSO, 2009).

O projeto do acervo setorial foi encaminhado à Biblioteca Institucional para regularização, por meio de parecer e supervisão de bibliotecária, que fixou as normas específicas para organização e localização dos documentos e amostras e para orientações referentes à catalogação dos itens, tendo em vista sua variedade; bem como para reconhecimento por parte da Diretoria de Ensino de sua implantação e uso por parte do corpo docente e discente da graduação tecnológica para fins didático-pedagógicos.

Em 2007, foi realizada a segunda reorganização do acervo, por meio de projeto PIBIC, sendo realizada a implantação das diretrizes de armazenamento dos materiais e de cadastro dos discentes para acesso e uso do acervo. Em 2008, o acervo da Materioteca passou pela terceira reorganização e catalogação, por meio de projeto PIBIC Júnior, em que as amostras foram realocadas para o Laboratório de Maquetes do curso tecnológico, sendo criados: listagem de controle, fichas técnicas e catálogo geral de materiais de composição e revestimentos, visando auxiliar docentes e discentes na busca por catálogos, amostras e sites de fabricantes, além de trazer informações gerais básicas para consultas rápidas (CAVALCANTE; RAPÔSO, 2009).

Em 2015, o acervo foi transferido para o Laboratório de Design e Criatividade e teve o acervo atualizado e reorganizado pela 4ª vez, por meio de estágios supervisionados de discentes do curso tecnológico. No período de 2016-2017, foi adquirida sala específica para o Laboratório de Materiais e Revestimentos, em atendimento à exigência do MEC para os cursos superiores de tecnologia – CST, constante no catálogo nacional. O acervo foi, novamente, transferido; e, reorganizado e catalogado pela 5ª vez nos armários específicos. Também recebeu nova denominação – Materioteca Ifal de Design de Interiores – MIDI, sendo desenvolvida identidade visual própria.

Figura 1: Linha do tempo das ações de implantação da Materioteca.



Fonte: elaborado pelos autores.

Ao longo de 22 anos, a MIDI passou por algumas organizações e alocações, tendo o acervo de catálogos e amostras enriquecidos a cada semestre/ano. Em 2019, com o advento das novas tecnologias, como plataformas digitais (ou sites) e aplicativos (App) para gerenciamento de bibliotecas e QR Code, a Materioteca Ifal de Design de Interiores reabriu a demanda interna de reorganização dos itens do acervo – catálogos e amostras –, voltando o olhar investigativo para as possíveis soluções de migração para o formato físico-digital.

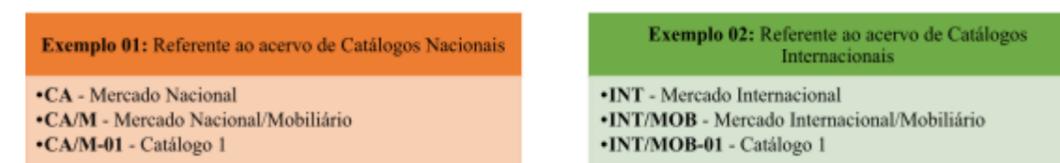
#### 4.2 Implementação do acervo da Materioteca de Design de Interiores: do físico ao digital

Ao longo da trajetória de formação e consolidação da Materioteca Ifal de Design de Interiores, foi possível perceber que a entrada de novos materiais para compor o acervo – tanto amostras, quanto catálogos e folhetos – constitui-se fluxo dinâmico e contínuo, fruto da evolução tecnológica das áreas de Design e Construção Civil.

##### 4.2.1 Processo de Catalogação: sistema de codificação próprio

Em 2004, o processo de catalogação teve início com o levantamento detalhado do acervo, selecionando-o por subáreas e distribuindo-o em categorias. Foi criado sistema de codificação, que permitiu catalogar todo o material, conforme exemplos na Figura 2.

Figura 2: Sistema de codificação.



Fonte: elaborado pelos autores.

Os códigos criados foram construídos pela seguinte fórmula: 2 ou 3 primeiras letras da categoria + 2 ou 3 primeiras letras da subárea + hífen (-) seguido de numeração sequencial. No caso de haver subárea, essa fica separada da categoria por barra (/).

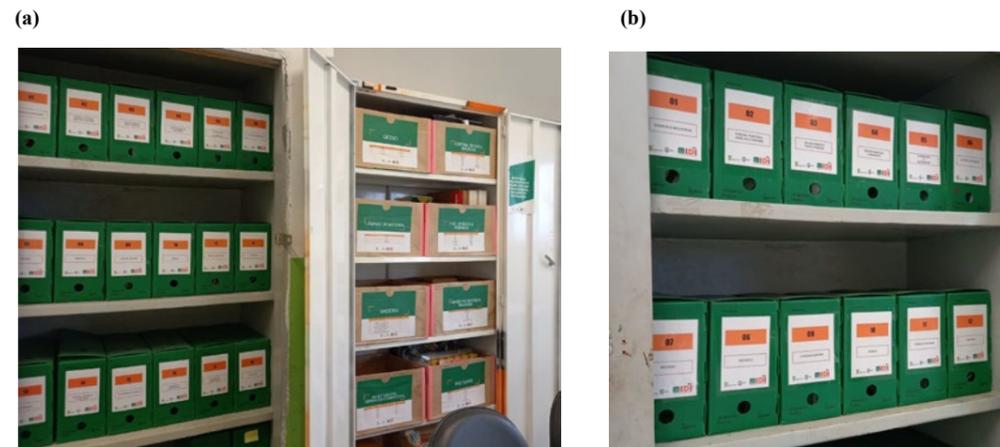
#### 4.2.2 Organização físico-espacial: categorização e organização de impressos e amostras

##### 4.2.2.1 Categorização e organização de catálogos e folhetos

Tomando-se por referência a última reorganização do acervo, realizada em 2019, os materiais impressos na forma de catálogos e folhetos encontram-se acondicionados 24 em caixas-arquivo plásticas por categorias e distribuídos em prateleiras de armário fixo do Laboratório de Materiais e Revestimentos, como mostra a Figura 3(a).

As categorias foram revisadas com base nos conteúdos, ministrados no componente curricular Materiais de Composição e Revestimento do curso tecnológico e nos principais grupos de materiais especificados em projetos de interiores. Foram determinadas e padronizadas subcategorias para organização e separação interna dos materiais impressos, armazenados dentro das caixas-arquivo, como ilustra a Figura 3(b).

Figura 3: Exemplo das caixas-arquivos da Materioteca.



Fonte: elaborado pelos autores.

As categorias foram organizadas e divididas em subcategorias, dispostas em pastas envelopes e etiquetadas. As subcategorias criadas foram: Catálogos Gerais; Catálogos Condensados; Folhetos e Guias e Manuais.

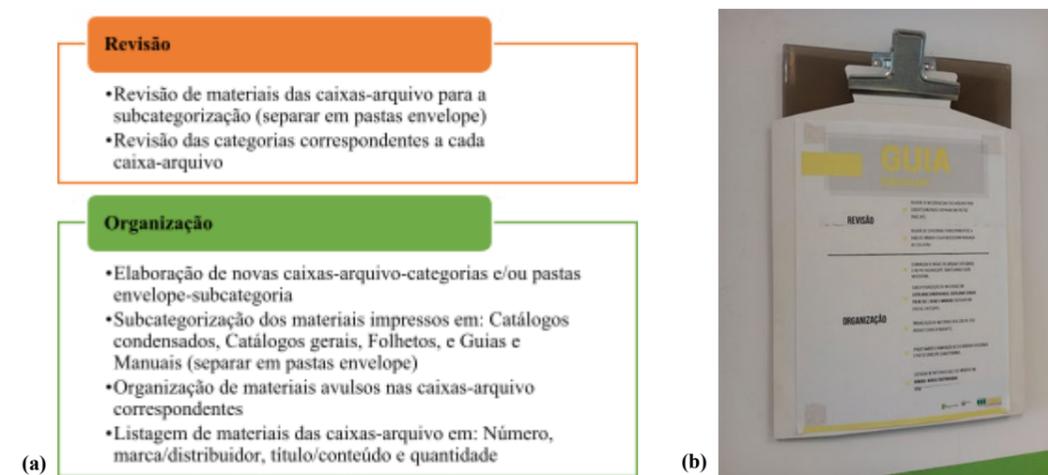
##### 4.2.2.2 Guia: checklist para organização e categorização

Com o objetivo de tornar o processo de organização e categorização das caixas-arquivo mais rápido e prático, foi elaborado Guia, no formato de *checklist*, contendo a orientação para 2 tipos de atividades: 1) Revisão; e, 2) Organização. Apesar de ser um *checklist*, o Guia não foi numerado, pois não precisa ser necessariamente seguido na ordem listada.

A atividade de Revisão possui as seguintes etapas, conforme mostra a Figura 4a, a seguir: Revisão de materiais das caixas-arquivo para a subcategorização; Revisão das categorias correspondentes a cada caixa-arquivo. Já a atividade de Organização possui 4 etapas: Elaboração de novas caixas-arquivo-categorias e/ou pastas envelope-subcategorias; Subcategorização dos materiais impressos; Organização de materiais avulsos nas caixas-arquivo correspondentes; e, Listagem de materiais das caixas-arquivo.

O *checklist* elaborado, como mostra a Figura 4b, foi fixado próximo às amostras dispostas na sala, facilitando a continuidade do processo de revisão e organização.

Figura 3: Checklist do processo de organização dos impressos.



Fonte: elaborado pelos autores.

A padronização na identificação do acervo da Materioteca utilizou 2 cores da marca – as cores verde e laranja, como fez uso de etiquetas, viabilizando fácil visualização e localização.

##### 4.2.2.3 Categorização, organização e alocação física das amostras

Foram estabelecidas categorias para a organização das amostras nos 2 armários específicos. A organização das amostras foi estabelecida por ordem de peso, tamanho e facilidade no manuseio. Seguindo princípios da Ergonomia, quanto à movimentação e ao alcance, as amostras foram acondicionadas em caixas de dimensões padronizadas, reutilizadas do setor gráfico da Instituição, que foram etiquetadas com identificação da categoria e listagem de conteúdo/quantidade, como demonstra a Figura 4(a) e Figura 4(b).

Figura 4: Modelo de etiqueta e caixa e de alocação física das amostras.



Fonte: elaborado pelos autores.

O acesso às amostras viabiliza que os discentes entrem em contato com os materiais e percebam as características técnicas do ponto de vista tátil-visual, bem como possam reunir os elementos compositivos de revestimento e acabamento das superfícies de projeto de interiores em desenvolvimento para elaboração de painéis de amostras, também conhecidos como *moodboard* de materiais (BROWN; FARRELLY, 2014).

De acordo com Gibbs (2016), os painéis de amostras constituem-se importante ferramenta profissional de apresentação e comunicação da ideia proposta, uma vez que os elementos do projeto são montados na ordem em que devem estar no ambiente. Contribuem para a transmissão aos clientes da atmosfera de projeto e da harmonização de cores, texturas, formas e estilos dos elementos de revestimento de pisos e paredes, e de composição, como mobiliário, luminárias, cortinas e acessórios; além de detalhes, como ferragens e adornos.

#### 4.2.2.4 Organização físico-digital: aplicativos de gerenciamento de bibliotecas

Em 2019, como parte das atividades dos projetos de prática profissional, surgiu a necessidade de digitalizar e tornar acessível o conteúdo do acervo da MIDI, por meio de programa gerenciador de bibliotecas, com acesso por aplicativo móvel e plataforma digital *desktop*. O *Memento Database* foi escolhido para ser o gerenciador de biblioteca do acervo técnico. Entre os principais diferenciais estão: possibilidade de criar pastas e campos personalizados, sincronização com *Google Sheets*, armazenamento em nuvem, acesso off-line às informações, controle de empréstimo, criação de diversos tipos de biblioteca, além de apresentar plano básico livre e de uso gratuito.

Visando a experimentação, foi criada pasta da MIDI a partir de conta de e-mail, vinculada ao Núcleo de Documentação de Design, sendo, inicialmente, disponibilizadas as

listagens das caixas de amostras na forma de fichas técnicas para consulta online por diferentes dispositivos (como computadores, *notebooks*, *tablets* e *smartphones*).

### 5. À guia de Conclusões: oportunidade e desafios do acervo físico ao digital

Atualmente, a internet provê ao designer de interiores o acesso a bases de dados de fabricantes e fornecedores como referências de buscas para especificação técnica de materiais, acabamentos, mobiliário, equipamentos e acessórios. O que permite que docentes e discentes formem biblioteca digital de referências de produtos originais e de qualidade e estabeleçam relacionamento e parceria técnica com esses fabricantes e fornecedores em potencial, além de terem acesso a publicações especializadas, como catálogos técnicos digitais e online, manuais de instalações e/ou de aplicações dos materiais e produtos, simuladores, entre outras ferramentas digitais. A implementação inicial do acervo da Materioteca na plataforma digital *Memento Database* abriu novas oportunidades para o acervo técnico da Materioteca, que ainda se encontram em exploração das potencialidades de uso, considerando o período pós-pandemia.

Os principais desafios situam-se: a) na limitação de bibliotecas, que podem ser geradas no plano gratuito (máximo 3), o que demanda a reorganização estratégica, e não mais física, para a configuração digital da MIDI no ambiente virtual e de conectividade selecionado; b) na demanda de alimentação da plataforma digital com os itens do acervo a partir da migração dos dados físicos para os dados digitais, seja na forma de listagens e fichas técnicas, seja na forma de catálogo geral de materiais de revestimento e composição em formato de *e-book*, como foi desenvolvido em 2008 para consulta, sendo que à época em formato impresso.

Por fim, os docentes e discentes do curso tecnológico em Design de Interiores terão a possibilidade de conhecer e acessar os acervos do Núcleo de Documentação de Design, realizar consultas e pesquisas dos itens disponíveis e utilizá-los no processo de ensino-aprendizagem e na realização de atividades e pesquisas acadêmicas de forma mais ágil e conectada.

### 6. Agradecimentos

Ao grupo de pesquisa Design e Estudos Interdisciplinares (GEID-Ifal/CNPq) pelos projetos de iniciação científica e tecnológica e pelas atividades acadêmicas de prática profissional desenvolvidos, à Pró-Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação (PRPPI) do Ifal, pelo fomento às pesquisas por meio de bolsas institucionais PIBIC-PIBITI e à Coordenação de Relações Empresariais e Egressos (CREE), vinculada à Diretoria de Extensão, Pesquisa, Pós-Graduação e Inovação (DEPPI) do Ifal *Campus* Maceió, responsável por estágios e práticas profissionais discentes.



## Referências

ABD. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DESIGNERS DE INTERIORES. **Sobre a ABD**. Disponível em: <<https://www.abd.org.br/somos-a-abd/>>. Acesso em: 25 fev 2023.

BRASIL. Lei Nº 13.369, de 12 de dezembro de 2016. **Dispõe sobre a garantia do exercício da profissão de designer de interiores e ambientes e dá outras providências**. Brasília, DF. Diário Oficial da União, 2016. Disponível em: <[https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2016/lei/l13369.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2016/lei/l13369.htm)>. Acesso em: 25 fev 2023.

BROOKER, G.; STONE, S. **O que é design de interior?**. Tradução André Botelho. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2014.

BROWN, R.; FARRELLY, L. **Materiais no design de interiores**. Trad. Alexandre Salvaterra. 1. ed. São Paulo: Gustavo, Gili, 2014.

CAVALCANTE, M. R. C; RAPÔSO, A. L. Q. R. e S. Reorganizando a Materioteca dos cursos de Design do Instituto Federal de Alagoas. **Anais do 5º s Internacional de Pesquisa em Design 2009**. Bauru-SP, 10-12 de out 2009.

ECOMATERIOTECA. **Quem somos**. Disponível em: <<https://www.ecomaterioteca.eco.br/>>. Acesso em: 08 mar 2023.

EXPO REVESTIR. **Quem somos**. Disponível em: <<https://www.exporevestir.com.br/quem-somos/>>. Acesso em: 07 abr 2023.

FORMÓBILE. **Home**. Disponível em: <<https://www.formobile.com.br/pt/home.html>>. Acesso em: 07 abr 2023.

GIBBS, J. **Design de interiores**: guia útil para estudantes e profissionais. 1. ed. 5a imp. São Paulo: Gustavo Gili, 2016.

MATERIAL LAB. **Materioteca**. Disponível em: <<https://materiallab.com.br/materioteca/>>. Acesso em: 08 mar 2023.

MATERIOTECA SUSTENTÁVEL. **Materioteca Sustentável**. Disponível em: <<https://materioteca.paginas.ufsc.br/>>. Acesso em: 08 mar 2023.

ONU BRASIL. NAÇÕES UNIDAS BRASIL. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 24 fev 2023.

SOUSA FILHO, P. R.; ZANDOMENEGHI, A. L. A. de O. O processo projetual do design de interiores e a integração dos princípios da sustentabilidade. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.6, n., p.195-196, mai., 2020. Disponível em: <<https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/4125/3118>>. Acesso em: 24 fev 2023.

## Espaço MUDA de Convivência da Escola de Engenharia da UFF

### *Seeding Space – Living Space at UFF Engineering School*

**João Lutz, UFF**

joaolutz@id.uff.br

**Renata Vilanova, UFF**

renatavilanova@id.uff.br

#### Resumo

O artigo aborda projeto e implementação do Espaço de Convivência da Escola de Engenharia da UFF inaugurado recentemente e coordenado pelo Curso de Desenho Industrial da referida Escola. De maneira participativa, estudantes das Engenharias, Design e Arquitetura, Professores e técnicos administrativos trabalharam para criar o Espaço. Em 2019 fomos convidados pela Direção da Escola de Engenharia a pensar um Espaço de Convivência *Coworking* destinado à Comunidade Acadêmica. A Escola havia sido procurada por Equipe da Reitoria da UFF com proposta de valorizar a saúde mental dos estudantes. Foram comunicados que e uma das necessidades era a de pertencimento em diferentes espaços de convivência, fora da sala de aula. Desta forma, viam a possibilidade de criação de espaços multifuncionais para diversas atividades complementares às aulas, vide muitos permanecerem na faculdade durante várias horas por dia com tempos ociosos entre aulas. O espaço apresentado situa-se em corredor de passagem e havia sido depósito de móveis descartados pela Escola. Dessa forma, se encontrava com infiltrações, pouca luminosidade. Além da Identidade Visual do local, foi imprescindível o planejamento de móveis a partir do material descartado, que coubessem no local e não atrapalhassem o fluxo de pessoas, fossem de baixo custo, baixo impacto ambiental e convidassem ao uso.

**Palavras-chave:** Design, Espaço de Convivência, Regeneração

#### Abstract

*The article discusses a Living Space designed and implemented at UFF Engineering's School. Coordinated by the Industrial Design Course of that School. In a participatory manner, students from Engineering, Design and Architecture, Professors and administrative technicians worked to create the Space. In 2019 we were invited by the Management of the School of Engineering to think about a Coworking Living Space for the Academic Community. The School had been approached by the UFF Rector's Team with a proposal to enhance the students' mental health. It was reported that one of the needs was to belong to different living spaces, outside the classroom. In this way, they saw the possibility of creating multifunctional space for complementary to the classes. The space presented is located in the corridor that had been a deposit of furniture discarded by the School. Thus, there was infiltration, little light. In addition to the Visual Identity of the place, the Design team planned furniture from the discarded material, which fit in the place and did not hinder the flow of people, were of low cost, low environmental impact and invited to use.*

**Keywords:** Design, Living Space, Regeneration

## 1. Introdução

O presente artigo se refere à criação de Espaço de Convivência em local subutilizado, localizado no Campus da Praia Vermelha da Universidade Federal Fluminense. Anteriormente funcionando como “cemitério” de mesas e cadeiras, o local foi reestruturado a partir de solicitação da Direção da Escola.

A Direção da Escola de Engenharia havia recebido Equipe de Atenção à Saúde Mental Acadêmica da UFF. Esta promoveu uma pesquisa com os estudantes da Escola e apresentou diagnóstico. Dentre os termos apresentados, foi levantada a necessidade de espaço fora de sala de aula que acondicionasse o estudante ao longo de suas horas ociosas na Universidade. O espaço deveria ser confortável, acolhedor, preparado para trabalhos em grupo, estudo individual, favorável à expressões criativas e pudesse ser embrião de novo olhar sobre os Espaços de Aprendizagem da Universidade.

Encontramos nessa demanda a oportunidade de Regenerar através do Design. E escolhemos como ponto de partida utilização de partes das mesas e cadeiras descartadas para o regenerar. O espaço pode ser definido como um corredor onde se depositavam mesas e cadeiras danificadas. Tais situação, cumulativa, gerava ambiente insalubre, úmido e pouco iluminado, funcionando apenas como passagem. A Direção da Escola de Engenharia o enxergou como oportunidade de transformação, vide ter sido requisitada com uma demanda de criação de espaço de convivência acolhedor para a Comunidade Acadêmica.

É época de regenerar. Não basta sustentar o que se apresenta. É preciso redesenhar novos espaços a ponto de reconstruir uma consciência de pertencimento, cuidado, criatividade e Economia Circular.

Pesquisas apontam aumento em utilização de remédios controlados para depressão e transtornos de personalidade. Governos extremistas, diferenças de classe e baixa expectativa de entrada no mercado de trabalho geram inseguranças e desconfianças sobre o sistema atual socioeconômico. Por consequência o indivíduo busca ambiente que o favoreça ao fortalecimento, descanso e ação.

Sir Kevin Robinson (2018), Educador Britânico, discute o papel da Educação para as gerações atuais. Defende que a Educação está estagnada em um Sistema Cartesiano de Ensino e que de encontro a isso temos uma nova visão de informações e aprendizagem que devem ser revistas pelo professor. O estudante que recebe múltiplas informações entrecortadas e rápidas por múltiplos meios e mídias, também se sente obrigado, em sala de aula, a se adequar a um esquema linear, espacial e controlado. Entretanto, o mundo pede urgências, criatividade, seleção e raciocínio ágil para identificar em meio à gama de informações quais serão relevantes para um assunto específico. Umberto Eco em seu livro Tratado Geral da Semiótica (2002), discute o texto como inserido em um determinado “universo de discurso”. Desta forma, defende que para abordar um assunto específico, o texto deve diferir da “leitura enciclopédica”.

Cabe ao ambiente acadêmico, utilizando termos de aprendizagem de Piaget (1998), estimular a “assimilação” e “acomodação” das informações em meio a facilidade enciclopédica atual gerada pela internet, múltiplos meios e acessos digitais. Sir Ken Robinson atenta, ainda, de maneira crítica, para o largo uso da droga controlada *Ritalina*, contendo substância que inibe estímulos mentais sendo utilizada amplamente por estudantes medicados como controle do Transtorno de Déficit de Atenção. Assim, em vez de atuar na raiz do problema, para ele, o Sistema Educacional está anestesiado potencialidades para manter-se inalterado em seus padrões. Este é apenas um dos exemplos do uso de medicamentos atuais para diagnóstico precoce, em ambiente Educacional.

Em nosso entendimento, acreditamos que tal intervenção poderia ser minimizada com medidas preventivas de acesso à ambientes que estimulassem a criatividade, diálogo, livre pensar. Por esse viés, seguindo preceitos de Paulo Freire para uma Educação Libertadora (2002), defendemos o ambiente estimulante e familiar como propiciador de pertencimento favorável à aprendizagem. Identificando ambientes potencialmente criativos como geradores de Ideias Inovadoras.

Entendemos que uma construção Regenerativa Coletiva da Sociedade se tornou urgente. Recorremos ao livro “Biomimética, Sustentabilidade e Novos Materiais” (2019) para encarar a Natureza como inspiradora para a Regeneração. Na natureza tudo se aproveita.

No livro “Culturas Regenerativas” (2016), Daniel Wahl aborda teoria proposta pelos biólogos e neurocientistas chilenos Humberto Maturana e Francisco Varela com forma científica de entender o processo pelo qual os sistemas vivos se envolvem na 'autopoiese' (função autocriadora) através de relacionamentos que distinguir o eu do outro, mas sem perder sua interconexão fundamental com o ambiente. Maturana e Varela defendem a autopoiese como ato de cognição possível para todas as formas de vida. O que seria a ação de criar um mundo através dos processos de viver relacionando-se, e não de maneira independente. No livro “A Árvore do Conhecimento” (1987), Maturana e Varela sugerem que, ao começarmos a entender como sabemos, temos que perceber que “o mundo que todos veem não é o mundo, mas um mundo que trazemos adiante com os outros”. O mundo como conhecemos surge do modo como nos relacionamos e do processo natural mais amplo.”

Por este viés, entendemos como Regeneração Coletiva algo próprio de Pesquisas atuais no Design, Engenharias, Arquitetura. Na medida em que se voltam para o caráter participativo do processo projetual, usuário e fazedores dialogam em via de mão dupla desde a concepção de projeto à execução e sua manutenção. O termo experiência do usuário, por exemplo, muito utilizado no meio digital, se aplica em demais projetos, na medida em que ao inverter o foco de comunicação emissor-receptor se aproxima de Teorias da Recepção onde é a voz do usuário, da experiência e do fazer que constroem a demanda.

O Tripé Ler-fazer-contextualizar de Ana Mae Barbosa (2002), ao ser aplicada ao Design, em Meio Acadêmico, se torna um exercício no microcosmos deste olhar. E gera analogias com as possíveis “leituras de mundo abordadas por Paulo Freire (2002).

Desta forma, num olhar sobre o seu meio, suas necessidades e vontades, o estudante começa a descobrir o sistema em que está circunscrito. Percebe que precisará de outros pares e caminhará pela universidade em busca de vozes e profissionais que passam por necessidades próximas. Nessa identificação se aproximam professores, estudantes, técnicos administrativos

e comunidade do entorno. Assim, descobrem um ambiente complexo de relações entre lugar, pessoas e objetos.

Por fim, o projeto e implementação do Espaço de Convivência da Escola de Engenharia da UFF inaugurado recentemente e coordenado pelo Curso de Desenho Industrial teve parceria com as Engenharias, a Arquitetura, entre professores, estudantes e técnicos administrativos da referida Escola. Além da Identidade Visual do local, foi imprescindível o planejamento de móveis a partir do material descartado, que coubessem no local e não atrapalhassem o fluxo de pessoas, fossem de baixo custo, baixo impacto ambiental e convidassem ao uso. A seguir, descrevemos como se deu o processo.

## 2. Desenvolvimento, Métodos e Técnicas

Utilizamos nomenclaturas do *Design Thinking*, como Imersão, Ideação, Materialização e o Método de Projeção de Cartas da IDEO criado em 2002 pela própria empresa como orientação criativa para as etapas de projeto.

O primeiro momento se deu pelo *briefing* do projeto, a proposta elegida pela Direção da Escola. Em seguida conversamos entre nós professores e escolhemos pequena equipe multidisciplinar de estudantes para direcionarmos a primeira etapa de projeção, a Imersão. Os estudantes variavam entre as Engenharias, o Design e a Arquitetura. Nesta etapa mapeamos o espaço, estudamos suas potencialidades e limitações, desenhamos e levantamos similares para podermos adequar o desenho planejado à demanda solicitada.

O segundo momento, o de Ideação, contou com equipe maior, entre estudantes, professores e técnicos administrativos, em um número que beirava 50 pessoas. Vale dizer que a equipe pretendia ser em toda a sua existência, interdisciplinar. Dessa forma, os cursos abrigados no entorno se sentiam contemplados desde sua concepção. A intenção, com isso, é de uma abordagem educacional participativa, em que professores, estudantes e técnicos estão em mesmo nível hierárquico, projetando em conjunto e criando algo coletivo.

Dessa maneira, a equipe de estudantes da disciplina de Multimeios ficou responsáveis por traduzir o que primeiramente foi idealizado em projeção e execução. O desafio tornou-se transformar em um espaço seguro e confortável, com baixo custo de execução para os demais estudantes executarem seus trabalhos. Foi preciso mapear o local, idealizar os móveis e a iluminação, comprar material, utilizar os Laboratórios da Escola para produzir, instalar sinalização e mobiliário para que o espaço fosse entregue pronto para uso. Além de contarem com as suas habilidades curriculares, os estudantes contaram co-execução de parceiros e colaboradores da Universidade. Dessa maneira, este projeto trata-se de uma idealização interdisciplinar. Contou com conhecimentos em diversas áreas e múltiplas inteligências técnico-teóricas.

O terceiro momento, de Materialização, contou com equipe menor, interessada no projeto, alinhada ao discurso da proposta e que realmente construiu cada peça a ser colocada no Espaço. Neste instante, os professores revisaram a proposta, o projeto, os produtos gerados e adequaram às necessidades reais. O detalhamento, funções estéticas e simbólicas foram

acrescidos a fim de gerar espaço confortável, convidativo, eficiente e viável ao custo estabelecido desde o início do projeto.

## 3. Sobre a Proposta solicitada

Em um dos lados, nossa Diretora, Fabiana Leta, havia solicitado trabalho anteriormente realizados por nossos alunos, o de grafite em parede. No outro lado, cobogós geravam desenho e vista para área de jardim.

Fizemos, para o mural do espaço, um planejamento de formas apropriadas para o espaço longo e estreito e definimos ondas em cores que remetiam atividade e tranquilidade. Esse estudo foi realizado com Professores do Curso de Desenho Industrial orientando equipe de alunos das Engenharias, da Arquitetura e do Design.

Em seguida, uma turma do Curso de Desenho Industrial, da disciplina Multimeios, coordenou o planejamento e execução do Mural, Marca e Identidade Visual do local (figura 1).



Figura 1: Identidade Visual do MUDA. Fonte: elaborado pelos autores.

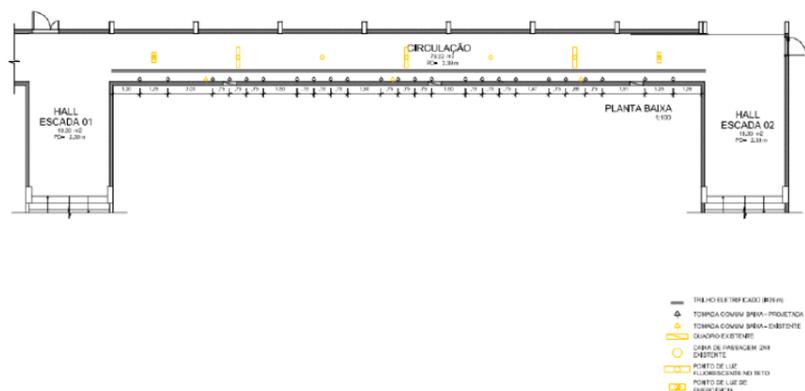
Convidamos a equipe de monitores dos laboratórios do Curso Desenho Industrial para pensar conosco o mobiliário e arquitetura do espaço. E iniciamos, incluindo estudantes de Arquitetura e engenharias, ao projeto da planta baixa (figura 2).

Recorremos aos móveis descartados e percebemos muitas estruturas de metal que pudemos reaproveitar como banquetas e bases de mesa. Elas foram recolhidas, redesenhadas, projetadas, serradas, soldadas, lixadas e pintadas para serem colocadas no local. Utilizamos painéis de madeira pinus para bases de mesa e base e encosto de cadeiras, e a equipe novamente teve que projetar a melhor maneira de gerar resistências às peças com o menor custo possível e aproveitamento máximo do material (figura 3).

Figura 2: Planta baixa do MUDA.

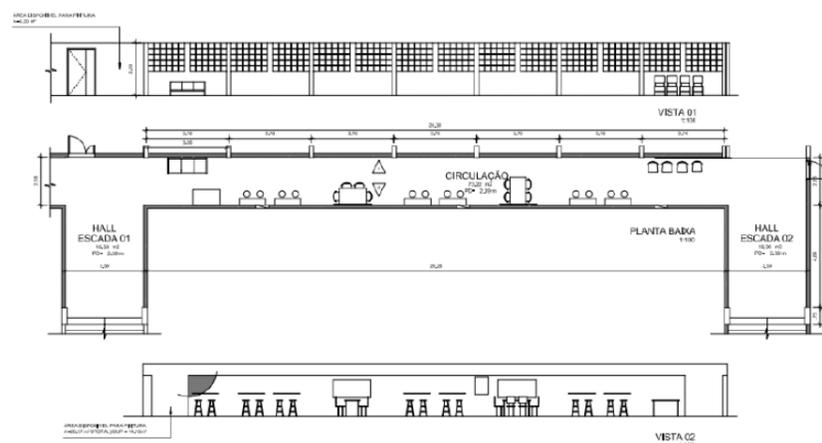
### Tomadas

As tomadas foram pensadas para suprir a demanda seguindo os mobiliários.



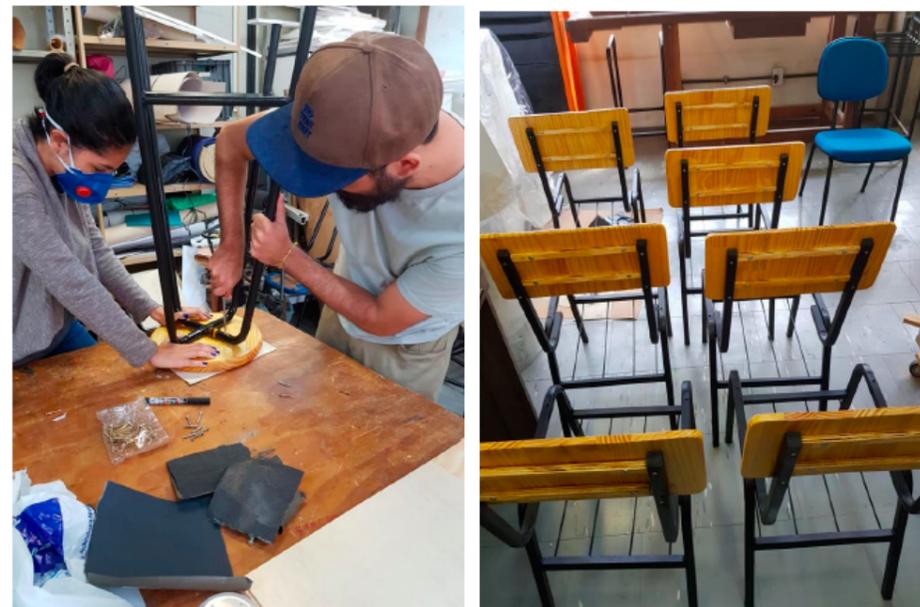
### Mobiliário

Para o mobiliário foram pensados três espaços essenciais para os estudantes: um individual (que seriam as bancadas), um de reunião (que seriam as mesas grandes) e um social (que seriam os pneus e o sofá).



Fonte: elaborado pelos autores.

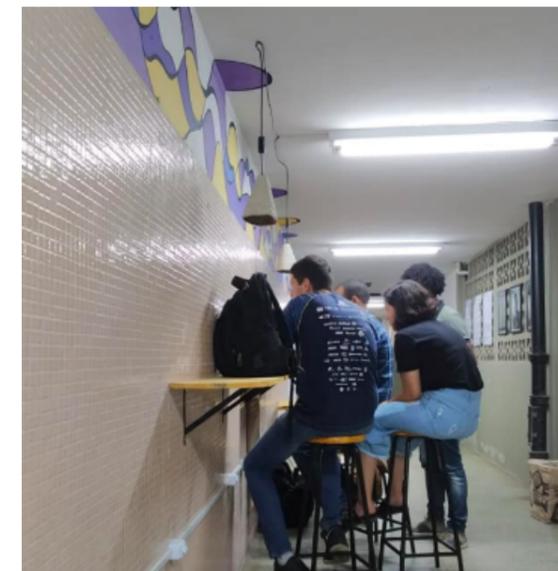
Figura 3: Produção do mobiliário do MUDA.



Fonte: elaborado pelos autores.

Solicitamos a bolsista do PIBIT INOVA (iniciativa da Agência de Inovação da UFF-AGIR), aluna do Curso de desenho Industrial, para projetar luminárias direcionadas para bancadas de trabalho, com o diferencial que o trabalho que realizava era de reciclagem de papel e utilização de impermeabilizante de baixo impacto ambiental (figura 4). Este projeto, *Cumbucas*, participou da Revista de Tecnologias Sociais da AGIR em 2019.

Figura 4: Luminária e utilização do MUDA.



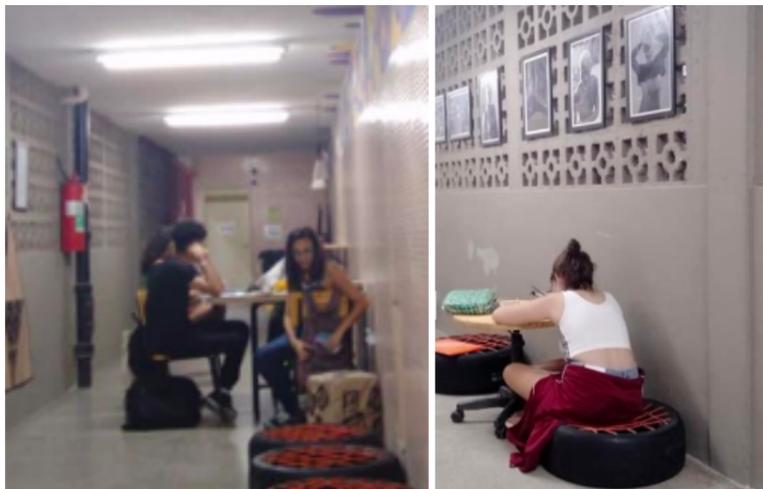
Fonte: elaborado pelos autores.

Espaço pronto, os estudantes o denominaram “Espaço MUDA – *Coworking*, Estação 1 Bloco E”.

#### 4. Resultados e Desdobramentos

O planejamento do Espaço durou de janeiro à outubro de 2019 e foi inaugurado com exposição de fotografias do artista Josemias Moreira Filho, com retratos de moradores do Morro do Palácio, situado ao lado do Campus da Praia Vermelha. Incluímos na inauguração o “Seminário Projetando Palácios” e outras turmas do Curso de Desenho Industrial puderam participar da decoração do local (figura 5).

Figura 5: Utilização do MUDA.



Fonte: elaborado pelos autores.

A manutenção do espaço é realizada pela equipe de monitores do Curso de Desenho Industrial. Entretanto, observamos que estudantes, funcionários e professores se sentiram contemplados com o espaço a ponto de ser doado um micro-ondas para utilização da Comunidade Acadêmica. O espaço é ocupado ao longo do dia, nos seus diversos ambientes, seja nas bancadas, mesas ou roda de pneus.

Por fim, “MUDA” propõe-se a ser um espaço que faz brotar vida onde antes era considerado o “cemitério” da universidade, uma vida de pode ser reaplicada e reproduzida em outros espaços.

Como o próprio nome define, o Espaço MUDA gerou frutos de novos projetos para diferentes espaços da Escola de Engenharia.

1. Espaço MUDA Jardim, sendo projetado com mudas de espécies locais pela Engenharia Agrícola e Ambiental em Parceria com o Curso de Desenho Industrial;
2. Espaço MUDA *Coworking* Estação 2 Bloco D que é a entrada da Escola e se destina à múltiplas funções. Foi desenvolvido por equipe interdisciplinar;
3. Espaço MUDA Container onde se situa o BIOLAB, laboratório Interdisciplinar de Engenharia Química, Agrícola e Desenho Industrial, em que abriga a pesquisa “Cumbucas e de novos materiais de baixo impacto ambiental”;
4. Espaço MUDA *halls* que são os halls de cada andar do prédio do Bloco D, ainda em processo de implementação, sendo desenvolvido pelo Curso de Desenho Industrial em parceria com a atual Direção da Escola de Engenharia. Configurando-se como um espaço de estudo entre os horários das aulas.

O espaço de convivência nasceu com a proposta de ser um lugar onde alunos podem conviver e desenvolver os seus trabalhos em conjunto, com o auxílio de uma estrutura que conta com mobiliário para acomodação, iluminação adequada, acesso às tomadas e internet,

além de um espaço seguro, confortável e fácil de ser replicado em outros pontos subaproveitados da universidade.

E ele pode dar muda!

## Referências

- ARRUDA A., LAILA T., ROBERTO A, LIBRELOTTO L., FERROLI P. **Tópicos Especiais em Design: Biomimética, Sustentabilidade e Novos Materiais**. Curitiba: Insight Editora, 2019.
- BARBOSA, A. M. **Arte Educação no Brasil**. São Paulo: Perspectiva, 2002.
- ECO, U. **Tratado Geral da Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2002.
- FREIRE, P. **Educação como Prática da Liberdade**. São Paulo: Editora Paz e Terra, 2002.
- MATURANA H., VARELA F. **Árvore do Conhecimento**. Campinas: Editora Psy, 1987.
- PIAGET, Jean. **Psicologia e Pedagogia: a resposta do grande psicólogo aos problemas do ensino**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1998.
- ROBINSON, Sir K; AROUNICA L. **Escolas Criativas: A revolução que está transformando a Educação**. São Paulo: Penso, 2018.
- WAHL, D. **Designing Regenerative Cultures**. Axminster: Triarchy Press, 2016.



## Fatores motivadores para a adoção de habitações mais sustentáveis na percepção do usuário

### *Drivers for sustainable housing adoption in the user's perception*

**Beatrice Lorenz Fontolan, mestre em Engenharia Civil, UTFPR.**

fontolanbeatrice@gmail.com

**Aline Esperidião Ramos, mestre em Engenharia Civil, UTFPR.**

aresperidiao@gmail.com

**Iolanda Geronimo Del Roio, Engenheira Civil, UTFPR.**

iroio@alunos.utfpr.edu.br

**Alfredo Iarozinski Neto, Doutor em Engenharia de Produção, UTFPR.**

iarozinski@professores.utfpr.edu.br

### **Resumo**

Este estudo buscou identificar quais são os fatores contribuintes para a sustentabilidade em habitações na percepção do usuário. Os dados foram extraídos pelo método de procedimento *Survey*. Um questionário, estruturado com uma escala de diferencial semântico de sete pontos e 53 variáveis, foi enviado por google forms. Foram realizadas análises estatísticas multivariadas dos dados - análise fatorial, com o auxílio do *software* SPSS. Os resultados foram estratificados de modo a obter uma amostra que correspondesse à população brasileira em relação ao gênero, com 163 resultados, abrangendo as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. A análise agrupou as variáveis em oito fatores a partir de suas similaridades, sendo os mais representativos: Eficiência dos recursos, Incentivos legais e fiscais e Valor relativo. Verificou-se que existem fatores que realmente são influentes e que devem ser disseminados, de maneira que atenda às necessidades e as demandas dos usuários.

**Palavras-chave:** Indicadores; Análise fatorial; Sustentabilidade; Usuário; Habitação.

### **Abstract**

*This study aims to identify which are the contributing factors for sustainability in housing in the user's perception. Data were extracted by the Survey procedure method. A questionnaire, structured with a seven-point semantic differential scale and 53 variables, was sent via the internet. Multivariate*

*statistical analyzes of the data were performed - factor analysis, with the aid of the SPSS software. The results were stratified in order to obtain a sample that corresponded to the Brazilian population in terms of gender, with 163 results, covering the South, Southeast and Midwest regions. The analysis grouped the variables into eight factors based on their similarities, the most representative being: Resource efficiency, Legal and tax incentives and Relative value. It was verified that there are factors that are really influential and that must be disseminated, in a way that meets the needs and demands of users.*

**Keywords:** Indicators; Factor analysis; Sustainability.

## 1. Introdução

Para encontrar maneiras de implementar a construção sustentável, primeiramente é importante determinar possíveis motivadores e fatores de restrição (DODGE DATA & ANALYTICS, 2018b; KHAN; THAHEEM; ALI, 2020). A identificação facilitará a adoção daqueles que têm efeito positivo e a eliminação ou controle dos que têm efeito negativo oferecendo uma listagem de atributos imprescindíveis para o sucesso de uma habitação (DURDYEV *et al.*, 2018). A qual é preciso evitar o excesso de informação e focar nos fatores determinantes para ter um bom resultado, de acordo com a ótica dos agentes envolvidos no processo: o projetista, o proprietário e o contratante (ROCKART, 1979).

Os fatores motivadores se referem às persuasões que encorajam os indivíduos, definidos para abranger tanto os benefícios da adoção, quanto às ações (como iniciativas políticas) (DARKO; CHAN; OWUSU, 2018; ZHANG *et al.*, 2018). No caso das habitações, o sucesso é voltado ao habitar humano, à sustentabilidade financeira, à essência da apropriação do espaço e da vivência de um lar, é a ligação entre a teoria exata e a filosófica de projeto (MAIA, 2016; OLULEYE; OGUNLEYE; OYETUNJI, 2020).

Os fatores econômicos, sociais e ambientais relacionados à sustentabilidade no ambiente construído apresentam inúmeros benefícios para as habitações e, conseqüentemente, para o usuário. Uma vez que vários fatores socioeconômicos estão no centro desta tomada de decisão crítica (LIU *et al.*, 2018), é pertinente investigar os motivadores econômicos, ou seja, a disposição dos compradores a pagar por moradias sustentáveis e se efetivamente encorajaram os compradores a investirem (DODGE DATA & ANALYTICS, 2018a). Em países em desenvolvimento, o balanço monetário exerce elevada persuasão (KHAN; THAHEEM; ALI, 2020). Embora se acredite que a adoção de práticas sustentáveis tenha alto custo inicial, seus benefícios podem ser vistos a longo prazo, por exemplo, o custo reduzido de operação e manutenção (DURDYEV *et al.*, 2018).

A sustentabilidade social é um elemento crucial para o desenvolvimento sustentável, no entanto, em comparação com os outros pilares, existe uma certa falta de compreensão e conhecimento entre os motivadores sociais e o conceito de habitação sustentável (DURDYEV *et al.*, 2018). É relacionado às pessoas, como ambiente de trabalho, conforto, saúde e segurança, fatores culturais, bem como fatores sociodemográficos e socioeconômicos. Deve considerar a conservação do patrimônio cultural e natural, emprego, comunidade, segurança, proteção e acessibilidade, de modo a melhorar a produtividade e a qualidade de vida do ocupante (DODGE DATA & ANALYTICS, 2018a; WHANG; KIM, 2015).

Os motivadores relacionados ao governo enfatizam a importância do Estado na agenda de habitações sustentáveis (DÍAZ-LÓPEZ *et al.*, 2021; MARSH; BRENT; DE KOCK, 2020). Priyadarshi Shukla, editor do último relatório do IPCC, prevê que a inserção de políticas, infraestruturas e tecnologias acessíveis para mudar os estilos de vida e comportamentos da população resulta em uma redução de 40 a 70% nas emissões de gases de efeito estufa (GEE) (IPCC, 2022).

Os motivadores relacionados aos mercados e aos profissionais, e suas percepções, abordam a importância de estabelecerem um padrão para projetos e construções futuras por meio de alternativas sustentáveis aos processos de construção tradicionais insustentáveis. O sucesso

também depende da participação e colaboração de todas as partes interessadas da indústria, o que pode ser aprimorado através da vinculação da pesquisa com aqueles que precisam implementá-la (DURDYEV *et al.*, 2018; OECD, 2014). Enquanto a construção e promoção de moradias sustentáveis cabem aos incorporadores imobiliários, os compradores de casas, sendo o último elo dessa cadeia, influenciam significativamente nesse mercado por meio de sua disposição de compra (KHAN; THAHEEM; ALI, 2020).

É de suma importância identificar o uso pretendido de um empreendimento para a concepção do projeto. Entretanto muitos profissionais acabam por ignorar tal fator (FAGANELLO, 2019; SALGADO, 2010). Agopyan e John (2011) relataram que a qualidade impacta na qualidade de vida dos usuários, porém o setor não escolhe soluções a partir das demandas dos seus consumidores, sendo que o adequado seria projetar a partir das tendências de comportamento do usuário.

Assim, a definição de indicadores contribui com a implementação de estratégias de alocação de recursos para a formulação de políticas públicas, campanhas educacionais e regulamentos para apoiar e incentivar a adoção de moradias sustentáveis. Também auxilia ao fornecer a confiança necessária para articular suas soluções de uma maneira mais amigável para o comprador (ADABRE; CHAN, 2021; KHAN; THAHEEM; ALI, 2020). Visto que a literatura brasileira é limitada sobre o assunto, este estudo tem como objetivo identificar fatores que motivam a adoção de habitações sustentáveis na percepção do usuário.

## 2. Procedimentos Metodológicos

A proposta do estudo é diagnosticar os fatores motivadores para a implementação da sustentabilidade nas residências brasileiras. Desse modo, a pesquisa está delimitada a habitações localizadas no país. Os critérios foram obtidos por meio dos relatos dos usuários das residências em questão. Nesta pesquisa, foi adotado o método de procedimento *Survey*, que visa descrever e analisar o estado das variáveis, por meio de um instrumento de pesquisa, com posterior tratamento estatístico. Quanto aos múltiplos indicadores de sustentabilidade analisados, delimitou-se a pesquisa tendo como base a literatura, destacando o perfil e o comportamento pessoal, e as tecnologias que promovem qualidade, desenvolvimento, autonomia, soberania e eficiência do meio ambiente e do morador, totalizando em 53 variáveis. O projeto foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade (CEP).

O questionário foi formado por variáveis qualitativas, transformadas em quantitativas por meio de uma escala ordinal ou uma classificação categórica. As escalas para mensuração dos dados foram medidas pela escala de *Likert* de 7 pontos. Foi adotado o tipo de amostragem por conveniência, pelo desconhecimento do número de indivíduos que formariam a população amostral, pois foram utilizados os dados dos indivíduos que estavam disponíveis para a pesquisa, e não selecionado por parâmetros estatísticos.

Para a realização do questionário foi utilizada a ferramenta Formulários Google. O link foi enviado via redes sociais de maneira que aleatória, Para inclusão na pesquisa, os critérios definidos foram: ter idade acima de 18 anos, ser brasileiro e residir no país. A participação foi

voluntária e anônima, sendo que só poderiam responder após ler e aceitar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que foi disponibilizado.

Foram realizadas as análises estatísticas dos dados através do software SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 24. Primeiramente, a execução da análise descritiva permite organizar, resumir e descrever os aspectos importantes do comportamento da amostra. Essa análise possibilita também avaliar a qualidade dos dados obtidos (HAIR *et al.*, 2009). Além disso, a análise fatorial foi empregada para a validação dos constructos, reduzindo as variáveis em fatores, que representam o conjunto de variáveis observadas (HAIR *et al.*, 2005), sem perder nenhuma informação importante. Para avaliar a adequação da amostra, alguns testes precedem a análise fatorial (FAVERO; BELFIORE, 2017) (Quadro 1).

Quadro 1: Testes para a análise fatorial.

Teste	Função	Intervalo
Teste KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)	Avalia o grau de correlação parcial entre as variáveis, entre 0 e 1	Quanto mais próximo a 0 mais fraca a correlação, sugerindo que a análise fatorial não é a mais adequada
Teste de esfericidade de Bartlett	Examina a hipótese de que a matriz de correlações pode ser a matriz identidade, com determinante igual a 1	Caso verdadeiro, as inter-relações são iguais a zero, e é necessário considerar outro tipo de método estatístico
Matriz de correlações anti-imagem	Contém os valores negativos das correlações parciais	Valores da diagonal principal da matriz inferiores a 0,5 podem ser suprimidas da análise

Fonte: Autores.

Após os testes iniciais, pode-se realizar a análise fatorial, optando-se pela rotação ortogonal do tipo Varimax, para minimizar o número de variáveis por fator e obter uma melhor distribuição nos fatores. A análise de fatoração de imagem foi realizada para extrair os fatores, onde a soma dos autovalores é igual ao número de variáveis. A extração de fatores segue o critério de Kaiser, que define o número de fatores no número de autovalores maiores ou iguais a 1 (FÁVERO *et al.*, 2009).

Por fim, uma matriz de cargas fatoriais é produzida com coeficientes entre -1 e +1 indicando quanto da variável é carregada por aquele fator. Quanto maior, mais variáveis são identificadas dentro do fator, e as cargas relevantes são aquelas com valores absolutos maiores que 0,5 (HAIR JR *et al.*, 2005). Para explicar cada fator, você precisa observar os valores de carga fatorial para cada variável e determinar quais dos fatores têm as cargas fatoriais mais altas. Ou seja, essa análise permite agrupar as variáveis em fatores com base em sua similaridade para entender padrões de comportamento e, se necessário, reduzir o número de variáveis na ferramenta de coleta de dados.

### 3. Resultados

#### 3.1. Caracterização da amostra

Como primeira etapa da análise dos resultados, fez-se necessária a análise dos dados sobre os respondentes, para assim, caracterizar a amostra de pesquisa. Foi obtida uma amostra não probabilística com 255 resultados. Os resultados foram estratificados - de maneira aleatória, tendo como critérios eliminar resultados que apresentaram mais respostas em branco, em seguida do gênero e da renda. De modo a obter uma amostra que correspondesse a população brasileira em relação ao gênero, 48,3% masculina e 51,8% feminina (segundo o IBGE de 2018) resultando em 163 resultados. Assim as análises não se tornam tendenciosas por representarem apenas um grupo.

Apesar de o questionário ser disponibilizado para todo o território brasileiro, os resultados indicaram um padrão de respostas dos Estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sendo, em ordem decrescente: Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo. O perfil da amostra dos respondentes está apresentado na Tabela 1.

Tabela 1: Perfil da amostra.

Grupo	Legenda	
Estado civil	Solteiro - 49,69%	Separado ou divorciado - 7,36%
	Casado ou união estável - 42,33%	Viúvo - 0,61%
Grupo de idade	18 a 29 anos - 50,92%	50 a 59 anos - 9,80%
	30 a 39 anos - 11,76%	60 anos ou mais - 4,71%
	40 a 49 anos - 5,1%	-
Nº de filhos	Sem filhos - 58,64%	3 filhos - 6,17%
	1 filho - 13,58%	4 ou mais - 1,23%
	2 filhos - 20,37%	-
Identificação de gênero	Feminino - 50,31%	Não binário - 0,00%
	Masculino - 49,69%	Prefiro não me identificar - 0,00%
Escolaridade	Sem escolaridade - 0,00%	Superior / Especialização - 62,58%
	Fundamental - 0,00%	Mestrado - 29,45%
	Médio - 7,98%	Doutorado / Pós-Doutorado - 0,00%
Profissão	Desempregado - 1,24%	Servidor público - 14,91%
	Estudante / estagiário - 24,84%	Empresário / autônomo - 7,45%
	Exclusivamente atividades domésticas - 1,24%	Outros - 22,36%
	Empregado - 27,95%	-
Renda média mensal	Até R\$ 1.212,00 - 4,43%	De R\$ 4.848,00 a R\$ 12.120,00 - 30,38%
	De R\$ 1.212,00 a R\$ 2.424,00 - 13,29%	De R\$ 12.120,00 a R\$ 24.240,00 - 10,76%
	De R\$ 2.424,00 a R\$ 4.848,00 - 32,91%	Acima de R\$ 24.240,00 - 8,23%

Fonte: Autores.

Observou-se que a coleta de dados de forma *online* vai Google forms atingiu uma faixa de renda maior, e o acesso às pessoas de baixa renda foi prejudicado. Observa-se que o perfil predominante é formado por moradores em metrópoles (acima de 1 milhão de habitantes), situados nos bairros, com habitações entre 76 e 120 m<sup>2</sup>, sendo solteiros e sem filhos, visto que a idade com maior percentual foi entre 18 e 29 anos.

### 3.2. Análise fatorial

A análise fatorial foi realizada com o grupo dos motivadores a fim de encontrar constructos que representem os fatores de sucessos para a adoção de habitações sustentáveis. A análise foi precedida por alguns testes para verificar sua adequação ao conjunto de variáveis. A Tabela 2 apresenta os resultados dos testes.

Tabela 2: Caracterização Resultados dos testes KMO e esfericidade de Bartlett.

<b>Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.</b>	0,915
<b>Teste de esfericidade de Bartlett</b>	
<b>Aprox. Qui-quadrado</b>	6518,085
<b>df (grau de liberdade)</b>	1035
<b>Significância</b>	0,000

Fonte: Autores.

O teste de KMO indica que há uma boa adequação da amostra em relação ao grau de correlação entre as variáveis, com 0,915. O resultado do teste de esfericidade de *Bartlett* apresentou um nível de significância igual a 0, sendo inferior a 0,05, indicando que a rejeição da hipótese de que a matriz das correlações é a matriz identidade. Isso reafirma a adequação da amostra, demonstrando a correlação entre as variáveis e validando o uso da análise fatorial. A matriz de correlações anti-imagem resultou em bons valores (>0,7) na diagonal principal da matriz, sendo a maioria dos valores superior a 0,75.

Por meio das cargas fatoriais das variáveis, o programa SPSS gerou 8 fatores, os quais foram nomeados de acordo com a similaridade dos temas. Optou-se por realizar a rotação da matriz pelo método *Varimax* e o método de extração utilizado foi a Fatoração de Imagem para uma melhor distribuição das variáveis (Tabela 3).

Os coeficientes apresentados na Tabela 3 indicam o relacionamento entre as variáveis e os fatores. Optou-se por observar as cargas fatoriais acima de 0,3, para não excluir nenhuma relação. Cada fator é analisado a partir da maior carga fatorial.

Tabela 3: Coeficientes da matriz rotacionada pelo método *Varimax*

Cons- tructo	Variáveis	Fator								
		1	2	3	4	5	6	7	8	
Efi- ciê- nci- a dos rec- urs- os	Uso de energias renováveis	,791								
	Aproveitamento da iluminação natural	,773								
	Redução dos impactos da edificação no meio ambiente	,731	,309							
	Aumento da qualidade do ambiente interno da habitação	,716	,300							
	Sistema de reuso de águas usadas	,704								
	Integração ao meio ambiente	,703								
	Sistema de captação de água da chuva	,697								
	Eficiência do consumo de água	,668								
	Conservação dos recursos naturais	,644	,324							
	Redução de desperdícios	,629						,310		
	Eficiência do consumo de energia	,622					,311	,336		
	Preservação de espaços verdes	,609								
	Uso de materiais de construção sustentáveis	,604	,355							
	Aproveitamento da ventilação natural	,593								
	A confiança no funcionamento das tecnologias associadas a HS	,416	,349	,302			,368			
Isolamento acústico	,359					,308				
Inc- ent- ivo- s leg- ais e fis- cai- s	Incentivos financeiros a novas tecnologias voltadas a HS	,395	,823							
	Redução de IPTU para HS	,340	,821							
	Políticas permanentes de HS	,342	,788							
	Redução de impostos		,713							
	Incentivos financeiros e de mercado pelos governos		,654					,301		
	Facilidades para aprovação de projetos de HS		,592							
Val- or- rel- ati- vo	O uso de certificações e selos verdes	,310	,419							
	Ter informações sobre a avaliação de HS de vizinhos / amigos		,356							
	A reputação atribuída aos compradores de HS						,860			
	A imagem de cidadão responsável para quem adquire uma HS						,802			
	A reputação atribuída a quem executará a HS						,712			
	Oportunidade de novos negócios					,515		,349		
	Ser um modismo (fazer o que os outros também estão fazendo)					,497				
	Valor de revenda					,371				
	Próxima da escola					,757				
	Próxima do trabalho					,720				

iza ção	Próxima de uma unidade de saúde		,695
	Seja próxima do comércio		,601
Cu sto s	Custo da construção sustentável	,352	,719
	Custo de operação e manutenção da HS	,381	,707
	Custo-benefício	,460	,331
Co nsc iên cia loc al	Apoio à economia local	,322	,329
	Divulgação sobre as vantagens	,300	,667
	Construção associada a cultura local	,313	,546
Qu ali da de	Segurança		,690
	Impacto na saúde	,355	,531
	Qualidade e durabilidade da HS	,383	,389
Sat isf açã o	Conforto	,408	,647
	Bem-estar	,493	,574

HS: Habitação sustentável  
Fonte: Autores.

A análise factorial agrupou em 8 fatores as variáveis de acordo com a similaridade dos assuntos. Cada fator foi nomeado de acordo com os temas predominantes em comum.

#### 4. Análises dos Resultados

A análise factorial foi adequada para apresentar os principais fatores motivadores para a adoção da sustentabilidade nas habitações. Geralmente, em uma análise factorial, o primeiro fator correlaciona uma quantidade maior de variáveis, explicando a maior parte da variabilidade dos dados, como pode ser verificado no fator “1) Eficiência dos recursos” da Tabela 3. Os resultados estão de acordo como estudo de Zhang *et al.* (2019), que apresenta os três primeiros fatores semelhantes ao encontrado nesta pesquisa, destacando a relevância do valor percebido dos benefícios de uma habitação sustentável, o valor percebido do custo e as vantagens ambientais.

Após a análise factorial com os 163 respondentes, foi realizada a análise factorial para cada classe de renda com o intuito de compreender se há diferenças nos fatores para cada nível social. Os fatores e suas variáveis são similares, porém, os fatores com maiores cargas factoriais diferem, sendo:

- Classe A: Eficiência dos Recursos e Satisfação;
- Classe B: Incentivos e Eficiência dos Recursos;
- Classe C: Eficiência dos Recursos, Custos e Valor Relativo;
- Classe D: Eficiência dos Recursos, Satisfação e Custos;
- Classe E: Incentivos financeiros e Custos.

Observa-se que o fator Eficiência dos Recursos é o principal para todas as classes sociais e que, por apresentar similaridade entre os fatores é possível analisar a amostra como um todo para a análise multivariada de correlação. A classe com maior poder aquisitivo mostrou maior interesse em indicadores ligados a satisfação, já a classe E, de menor renda, motiva-se justamente por fatores econômicos.

A análise factorial foi eficiente em agrupar as variáveis. Os fatores resultantes da análise factorial indicam a existência de um conjunto de variáveis que se destacam mais dentro do grupo de variáveis avaliadas e classifica os fatores motivadores para a adoção de uma habitação sustentável (eficiência dos recursos e incentivos). Similar aos achados de Zahan *et al.* (2020), a intenção de compra voltada a parâmetros ambientais (constructo eficiência dos recursos) mostrou ser o determinante mais significativo que influencia o comportamento de compra dos consumidores. Para Zhang *et al.* (2021), a motivação pessoal mostrou-se influente na intenção de compra, ainda, variáveis como economia de custos de energia e água foram fatores preponderantes.

A conscientização é um pré-requisito para a adoção de práticas de sustentabilidade, que posteriormente podem ser catalisadas por conhecimento suficiente para alcançar a adoção (HAKIMINEJAD; FU; MOHAMMADZADEH TITKANLOU, 2015).

Zhao e Chen (2021) descobriram que o valor relativo percebido (valor funcional, valor social, valor emocional e valor verde) têm um efeito positivo na intenção de consumo e é um pré-requisito crucial para os consumidores selecionarem novos produtos ou serviços. Os consumidores com maior sensibilidade ao consumo prestam mais atenção em pesar os ganhos e perdas, e são mais cuidadosos para tomar decisões. O valor percebido afeta a confiança do consumidor (ZHANG *et al.*, 2019).

Tecnologias com maior utilidade percebida (ou seja, maior benefício percebido) são mais atraentes e aceitas. Assim, se os usuários percebem mais utilidade nas habitações sustentáveis, eles tendem a aceitá-las. Para Díaz Lopes *et al.* (2021) a utilidade pode ser representada pela redução dos custos operacionais e gastos com energia, aumento do desempenho financeiro e melhoria da saúde humana e produtividade. Assim, trarão benefícios aos moradores que nelas vivem e influenciarão suas atitudes, e estes fatores podem aumentar significativamente o prazer de consumo e reduzir a dor do pagamento (YUE *et al.*, 2021). Consequentemente, para promover a aceitação, é necessário garantir que os residentes tenham uma avaliação global mais positiva das habitações sustentáveis, ou seja, uma percepção maior de valor (DÍAZ-LÓPEZ *et al.*, 2021; ZHAO; CHEN, 2021).

#### 5. Considerações Finais

Este trabalho buscou identificar os fatores motivadores para a adoção de habitações sustentáveis a partir da percepção dos usuários no Brasil. Para isso, com o procedimento Survey, um questionário foi aplicado com 53 variáveis sobre o perfil da amostra, comportamento, motivadores e barreiras. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio da análise multivariada factorial resultando em oito fatores, sendo os mais representativos: Eficiência dos recursos, Incentivos legais e fiscais, e Valor relativo. A partir

das análises realizadas, é possível verificar que existem fatores que realmente são influentes na adoção de habitações sustentáveis, e que devem ser considerados, para que sua disseminação seja de maneira que atenda às necessidades e as demandas dos usuários.

Os resultados concentraram-se nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil, sendo essa uma das limitações da pesquisa. A coleta de dados *online* atingiu de forma mais predominante uma faixa jovem, de maior renda e maior escolaridade, portanto, os resultados foram analisados a partir dessa premissa. Os resultados alcançaram os objetivos propostos. Entretanto, é válido destacar que, mesmo com a prevalência do perfil, os resultados apresentados podem ser considerados uma tendência para os demais estratos.

A definição de indicadores contribui com a implementação de estratégias de alocação de recursos para a formulação de políticas públicas, campanhas educacionais e regulamentos para apoiar e incentivar a adoção de moradias sustentáveis. Também auxilia ao fornecer a confiança necessária para articular suas soluções de uma maneira mais amigável para o comprador.

A ênfase na sustentabilidade ambiental não fornecerá motivação suficiente se houver a falta de incentivo econômico e aceitação social. Porém, implementar incentivos ou legislações, regulamentos e códigos, sem acompanhar os fatores econômicos e sociais, não se mostrará sustentável em longo prazo. Somente abordando o bem-estar dos moradores e fornecendo os benefícios associados a HS para que aumente o interesse por tais habitações.

A implicação prática é que os esforços atuais para refinar as ferramentas de classificação e modificar as práticas de construção não serão suficientes para efetuar uma transição significativa, enquanto os usuários finais permanecerem desprivilegiados, confusos e não convencidos dos benefícios dos edifícios sustentáveis. Deste modo, é necessário considerar todos os fatores citados de acordo com cada região para que seja possível disseminar as habitações sustentáveis.

## Referências

- ADABRE, Michael Atafó; CHAN, Albert P. C. Modeling the Impact of Barriers on Sustainable Housing in Developing Countries. **Journal of Urban Planning and Development**, [s. l.], v. 147, n. 1, p. 05020032, 2021. Disponível em: <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29UP.1943-5444.0000639>.
- AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley Moacyr; GOLDENBERG, José. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. Série *susted*. São Paulo: Blucher, 2011.
- DARKO, Amos; CHAN, Albert Ping Chuen; OWUSU, Emmanuel Kingsford. What are the green technologies for sustainable housing development? An empirical study in Ghana. **Business Strategy & Development**, [s. l.], v. 1, n. 2, p. 140–153, 2018. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bsd2.18>.
- DÍAZ-LÓPEZ, Carmen *et al.* Identifying Public Policies to Promote Sustainable Building: A Proposal for Governmental Drivers Based on Stakeholder Perceptions. **Sustainability**, [s. l.], v. 13, n. 14, p. 7701, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/14/7701>.

DODGE DATA & ANALYTICS. **SmartMarket Report World Green Building Trends 2018 : South America , Central America and the Caribbean - Smart Market Report**. Bedford: Research & Analytics, 2018a.

DODGE DATA & ANALYTICS. **World Green Building Trends 2018 - Smart market reportSmart Market Report**. Bedford: Research & Analytics, 2018b.

DURDYEV, Serdar *et al.* Sustainable Construction Industry in Cambodia: Awareness, Drivers and Barriers. **Sustainability**, Switzerland, v. 10, n. 2, p. 392, 2018. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/10/2/392>.

FAGANELLO, Adriana Macedo Patriota. **Estudo sistêmico das inter-relações dos construtos que influenciam a satisfação residencial visando à elaboração de um modelo a partir da percepção cognitiva do indivíduo**. 2019. 293 f. - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

FAVERO, Luiz Paulo; BELFIORE, Patricia. **Manual de análise de dados: estatística e modelagem multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®**. 1. ed. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2017.

HAIR, Joseph F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAIR JR, Joseph *et al.* **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HAKIMINEJAD, Ahmadrza; FU, Changfeng; MOHAMMADZADEH TITKANLOU, Hamideh. A critical review of sustainable built environment development in Iran. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Engineering Sustainability**, [s. l.], v. 168, n. 3, p. 105–119, 2015. Disponível em: <https://www.icevirtuallibrary.com/doi/10.1680/ensu.14.00017>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** (J. Malley P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, Org.). Cambridge, Reino Unido e Nova York, NY: Cambridge University Press, 2022.

KHAN, Rana Asad Javid; THAHEEM, Muhammad Jamaluddin; ALI, Tauha Hussain. Are Pakistani homebuyers ready to adopt sustainable housing? An insight into their willingness to pay. **Energy Policy**, [s. l.], v. 143, p. 111598, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0301421520303360>.

MAIA, Andréia Mara da Silveira. **Os fatores críticos de sucesso nos projetos arquitetônicos de habitação de interesse social através do método Qualihabita**. 2016. 136 f. - UFSC, Florianópolis, SC, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/174683>.

MARSH, R. J.; BRENT, A. C.; DE KOCK, I. H. An integrative review of the potential barriers to and drivers of adopting and implementing sustainable construction in south africa. **South African Journal of Industrial Engineering**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 24–35, 2020.



OECD. **Greening Household Behaviour: A review for policy makers**. Paris: OECD Publishing, 2014.

OLULEYE, Ifeoluwa Benjamin; OGUNLEYE, Mukaila Bamidele; OYETUNJI, Abiodun Kolawole. Evaluation of the critical success factors for sustainable housing delivery: analytic hierarchy process approach. **Journal of Engineering, Design and Technology**, [s. l.], v. 19, n. 5, p. 1044–1062, 2020.

SALGADO, Mônica Santos. Arquitetura centrada no usuário ou no cliente? Uma reflexão sobre a qualidade do projeto. Em: FABRICIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe (org.). **Qualidade no Projeto de Edifícios**. São Carlos: ANTAC, RiMa Editora, 2010.

SHOOSHTARIAN, Salman *et al.* Australia's push to make residential housing sustainable - Do end-users care? **Habitat International**, [s. l.], v. 114, 2021.

WHANG, Seoung Wook; KIM, Sangyong. Balanced sustainable implementation in the construction industry: The perspective of Korean contractors. **Energy and Buildings**, [s. l.], v. 96, p. 76–85, 2015.

WU, Qian; ZHENG, Ziyang; LI, Wenbo. Can Housing Assets Affect the Chinese Residents' Willingness to Pay for Green Housing? **Frontiers in Psychology**, [s. l.], v. 12, 2022. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpsyg.2021.782035/full>.

YUE, Ting *et al.* Effects of perceived value on green consumption intention based on double-entry mental accounting: taking energy-efficient appliance purchase as an example. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 28, n. 6, p. 7236–7248, 2021.

ZAHAN, Israt *et al.* Green purchase behavior towards green housing: an investigation of Bangladeshi consumers. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 27, n. 31, p. 38745–38757, 2020. Disponível em: <https://link.springer.com/10.1007/s11356-020-09926-3>.

ZHANG, Lin *et al.* Key factors affecting informed consumers' willingness to pay for green housing: A case study of Jinan, China. **Sustainability (Switzerland)**, [s. l.], v. 10, n. 6, p. 7–8, 2018.

ZHANG, Yajing *et al.* Proposing a Value Field Model for Predicting Homebuyers' Purchasing Behavior of Green Residential Buildings: A Case Study in China. **Sustainability**, Switzerland, v. 11, n. 23, p. 6877, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/23/6877>.

ZHANG, Qi; HIU-KWAN YUNG, Esther; HON-WAN CHAN, Edwin. Meshing Sustainability with Satisfaction: An Investigation of Residents' Perceptions in Three Different Neighbourhoods in Chengdu, China. **Land**, [s. l.], v. 10, n. 11, p. 1280, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-445X/10/11/1280>.

ZHAO, Shiwen; CHEN, Liwen. Exploring Residents' Purchase Intention of Green Housings in China: An Extended Perspective of Perceived Value. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 4074, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/4074>.

## Quais são as barreiras que restringem a adoção de habitações mais sustentáveis no Brasil segundo a percepção do usuário?

### What are the barriers that restrict the sustainable housing adoption in Brazil according to the user's perception?

**Beatrice Lorenz Fontolan, Mestre em Engenharia Civil, UTFPR.**

fontolanbeatrice@gmail.com

**Aline Ramos Esperidião, Mestre em Engenharia Civil, UTFPR.**

aresperidiao@gmail.com

**Iolanda Geronimo Del Roio, Engenheira Civil, UTFPR**

iroio@alunos.utfpr.edu.br

**Alfredo Iarozinski Neto, Doutor em Engenharia de Produção, UTFPR**

alfredo.iarozinski@gmail.com

#### Resumo

O presente trabalho tem como objetivo identificar as principais barreiras para adoção de habitações sustentáveis no Brasil. A pesquisa está baseada no método *Survey*. A coleta de dados foi realizada com base em um questionário, estruturado com uma escala de diferencial semântico de sete pontos e 23 perguntas. Ele foi aplicado via internet. Foram realizadas análises estatísticas multivariadas dos dados de análise fatorial, com o auxílio do *software* SPSS. Foi obtida uma amostra não probabilística com 255 resultados válidos. Os resultados foram estratificados de modo a obter uma amostra que correspondesse a população brasileira em relação ao gênero, resultando em 163 respondentes. Abrangendo as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste. As análises mostraram que as principais barreiras para adoção de habitações sustentáveis foram a falta de informação e a falta de incentivos financeiros, legais e de facilidade para a implementação por parte do governo.

**Palavras-chave:** Barreiras à sustentabilidade; Sustentabilidade habitacional; Análise estatística

#### Abstract

*The present work aims to identify the main barriers to the adoption of sustainable housing in Brazil. The survey is based on the Survey method. Data collection was performed based on a questionnaire, structured with a seven-point semantic differential scale and 42 questions. It was applied via the internet. Multivariate statistical analyzes of the factor analysis data were performed, with the aid of the SPSS software. A non-probabilistic sample with 255 valid results was obtained. The results were*



*stratified in order to obtain a sample that corresponded to the Brazilian population in terms of gender, resulting in 163 respondents. Covering the South, Southeast and Midwest regions. The analyzes showed that the main barriers to the adoption of sustainable housing were the lack of information and the lack of financial, legal and easy incentives for implementation by the government.*

**Keywords:** *Barriers to sustainability; Housing sustainability; Statistic analysis.*

## 1. Introdução

Apesar de a demanda por práticas construtivas mais sustentáveis ser crescente, ainda existem fatores que dificultam sua implantação (DURDYEV et al., 2018b; ZHAO; CHEN, 2021). Compreender as barreiras que geram a falta de sustentabilidade inerente às práticas atuais é um precursor necessário para a identificação de estratégias corretivas na transição para a construção sustentável (ADABRE; CHAN, 2021; FATHALIZADEH et al., 2021).

Embora existam resultados de pesquisas sobre o assunto em todo o mundo, cada país requer um diagnóstico particular devido à singularidade de suas características socioeconômicas. O valor distinto dessas pesquisas é que elas vão além das prescrições econômicas padrão na política ambiental - sobre preços e instrumentos baseados no mercado (CHAN et al., 2018; KARJI; NAMIAN; TAFAZZOLI, 2020).

Dentre os principais obstáculos, o risco de desempenho percebido é definido como a probabilidade de que as intervenções deixem de funcionar conforme projetado ou divulgado e, portanto, não possam realizar os benefícios esperados. Como o mercado ainda está em estágio inicial, a imaturidade das novas tecnologias e equipamentos utilizados podem fazer com que os residentes se preocupem com sua segurança e confiabilidade (DJOKOTO; DADZIE; OHEMENG-ABABIO, 2014; ZHAO; CHEN, 2021).

Em primeiro lugar, existem riscos financeiros, que se referem ao medo de maiores custos de investimento em comparação à construção tradicional e os riscos de imprevistos causados pela compra, operação ou manutenção. Embora seja um fato conhecido que as práticas sustentáveis na construção muitas vezes são estimadas para aumentar o custo de capital inicial, ele pode ser compensado por economias significativas nos custos operacionais, porém, o risco do longo tempo de retorno acaba prejudicando (DJOKOTO; DADZIE; OHEMENG-ABABIO, 2014; PORTNOV et al., 2018). Em países em desenvolvimento agrava-se, visto que a prioridade econômica da sociedade é outra (DAVIES; DAVIES, 2017; MARSH; BRENT; DE KOCK, 2020).

Barreiras relacionadas ao governo, regulamentos, leis, políticas, incentivos, iniciativas também são fatores determinantes (DODGE DATA & ANALYTICS, 2018). A intervenção governamental pode ser necessária para facilitar a transição do mercado imobiliário convencional para o mais sustentável. O papel do governo deve motivar reduzindo impostos, fornecendo subsídios, financiamento de campanhas de comunicação e fornecimento de educação para consumidores e desenvolvedores, importantes para proteger os consumidores de informações enganosas (BROWN, 2014; DJOKOTO; DADZIE; OHEMENG-ABABIO, 2014).

Ainda, os fatores culturais se configuram como uma grande barreira. O processo da indústria da construção apresenta-se como um setor que é tradicionalmente muito difícil de mudar, especialmente no que diz respeito aos métodos de construção e aos materiais de construção. Essa resistência à mudança resulta em uma falta de demanda por parte dos clientes e stakeholders (ZHAO et al., 2015). Além disso, a aceitação da comunidade reflete a relação entre os projetos e decisões de implementação. Um dos grandes desafios é a confiança, investigar se os cidadãos locais aceitam tais edificações e conhecem seus benefícios. Dentre eles, o *greenwashing* (termo do inglês para maquiagem verde) é um

impedimento recorrente para disseminar práticas realmente sustentáveis (HE et al., 2020; NEMES et al., 2022). Outro desafio importante é como lidar com as diferenças entre os diferentes países (DAVIES; DAVIES, 2017; MARSH; BRENT; DE KOCK, 2020).

Diversos autores destacam que existem muitas barreiras na aplicação dos princípios de sustentabilidade em habitações, como a falta de parâmetros que avaliem seu sucesso de aplicação, aceitação e a conscientização das tecnologias (ADABRE et al., 2020; KARJI; NAMIAN; TAFAZZOLI, 2020; OYEBANJI; LIYANAGE; AKINTOYE, 2017; SILVA et al., 2021; ZOU; DUAN; DENG, 2019). Ainda, o desconhecimento, a falta de acesso à informação e a educação sobre os temas ambientais, especialmente aqueles relacionados à construção sustentável, estão presentes em todos os níveis sociais (CIB, 2002). A cultura, o conhecimento e a habilidade dos usuários, segundo Agopyan; John e Goldenberg (2011), também são determinantes. Porém, poucos estudos abordam essa temática no Brasil.

Diante desse panorama sobre a sustentabilidade nas habitações, da falta de conhecimento sobre as práticas e tecnologias sustentáveis nos processos construtivos e, tendo em vista a necessidade atual em mitigar os impactos causados no meio ambiente, define-se a pergunta de pesquisa desse estudo: Quais são as barreiras que restringem a adoção de habitações mais sustentáveis no Brasil na percepção do usuário?

## 2. Estratégia da pesquisa

O método de procedimento da pesquisa é o *Survey*, que busca a obtenção de dados primários sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, por meio de um instrumento de pesquisa predefinido, normalmente um questionário (HAIR et al., 2005). Assim, a coleta de dados utilizou um amplo questionário que foi definido com base em uma pesquisa bibliográfica. A primeira parte do questionário foi composta por questões discursivas e de múltipla escolha, a segunda parte foi composta por questões fechadas, onde a mensuração quantitativa destas características se deu através da adoção de uma escala de diferencial semântico de sete pontos.

Na definição da população alvo da pesquisa, buscou-se um público abrangente, sendo os critérios definidos para inclusão dos participantes na pesquisa: ter idade acima de 18 anos, ser brasileiro e residir no país. Para a amostragem optou-se por utilizar o método de amostragem não probabilística, em função das características da população-alvo – a inclusão ou exclusão dos elementos de uma amostra fica a critério do pesquisador. Por meio de métodos subjetivos o pesquisador seleciona os elementos que compõe a amostra. De acordo com Hair et al.(2009), a amostragem não probabilística envolve a seleção de elementos de amostra que estejam mais disponíveis para tomar parte no estudo e que podem oferecer as informações necessárias.

A ferramenta Formulários Google foi usada para a realização do questionário enviada por link por meio das redes sociais. A escolha por uma plataforma digital foi pelo baixo custo, pela facilidade de envio para diversas regiões do país e por permitir ao indivíduo escolher qual o melhor momento para responder.

Após a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade, a coleta de dados foi realizada entre os meses de maio a junho de 2022. Os participantes da pesquisa foram convidados por meio de redes sociais (*Facebook, WhatsApp, Instagram*, entre outros).

Os dados coletados foram organizados e tabelados após a aplicação do questionário. Foram realizadas as análises estatísticas dos dados através do *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*), versão 24, uma ferramenta desenvolvida para análises de variáveis qualitativas.

Primeiramente, a análise descritiva permite descrever aspectos importantes do comportamento da amostra e avaliar a qualidade dos dados obtidos (HAIR et al., 2009). Além disso, a análise fatorial foi empregada para a validação dos constructos, reduzindo as variáveis em fatores, que representam o conjunto de variáveis observadas (HAIR JR et al., 2005), sem perder nenhuma informação importante. Para avaliar a adequação da amostra, alguns testes precedem a análise fatorial (FAVERO; BELFIORE, 2017) (Quadro 1).

Quadro 1: Testes para a análise fatorial.

Teste	Função	Intervalo
Teste KMO (Kaiser-Meyer-Olkin)	Avalia o grau de correlação parcial entre as variáveis, entre 0 e 1	Quanto mais próximo a 0 mais fraca a correlação, sugerindo que a análise fatorial não é a mais adequada
Teste de esfericidade de Bartlett	Examina a hipótese de que a matriz de correlações pode ser a matriz identidade, com determinante igual a 1	Caso verdadeiro, as inter-relações são iguais a zero, e é necessário considerar outro tipo de método estatístico
Matriz de correlações anti-imagem	Contém os valores negativos das correlações parciais	Valores da diagonal principal da matriz inferiores a 0,5 podem ser suprimidas da análise

Fonte: Autores.

Após os testes iniciais, a análise fatorial pode ser realizada, sendo escolhida a rotação do tipo ortogonal *Varimax*, para minimizar o número de variáveis por fator e obter uma melhor distribuição nos fatores. A análise de Fatoração de Imagem foi realizada para extração dos fatores, onde a soma dos valores próprios se iguala ao número de variáveis. A extração dos fatores segue o critério de *Kaiser*, que define o número de fatores a partir do número de valores próprios acima de 1 (FÁVERO et al., 2009).

Por fim, gerou-se uma matriz de cargas fatoriais, com coeficientes entre  $-1$  e  $+1$ , que expressam quanto a variável está carregada nesse fator. Quanto maior, mais a variável se identifica dentro do fator, e as cargas relevantes são aquelas com valores absolutos maiores que 0,5 (HAIR JR et al., 2005). Para interpretar cada fator, é necessário observar os valores das cargas fatoriais de cada variável, e identificar quais são as maiores dentro de cada fator. Ou seja, essa análise permite o agrupamento de variáveis em fatores a partir das suas similaridades, de modo a compreender o padrão de comportamento e, caso necessário, reduzindo o número de variáveis o instrumento de coleta de dados.

### 3. Discussões dos resultados

#### 3.1 Caracterização da amostra

Para caracterizar a amostra de pesquisa, a primeira etapa da análise dos resultados foi a análise dos dados dos respondentes. Foi obtida uma amostra não probabilística com 255 resultados. Os resultados indicaram um padrão de respostas dos Estados das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sendo, em ordem decrescente: Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo – embora o questionário tenha sido disponibilizado para todo o território brasileiro.

De modo a obter uma amostra que correspondesse a população brasileira em relação ao gênero, 48,3% masculina e 51,8% feminina (segundo o IBGE de 2018), os resultados foram estratificados de maneira aleatória, tendo como critérios eliminar resultados que apresentaram mais respostas em branco, em seguida do gênero e da renda. Desta forma, as análises foram realizadas com base em 163 resultados, não tornando-se tendenciosas por representarem apenas um grupo. O perfil da amostra dos respondentes está na Tabela 1.

Tabela 1: Perfil da amostra.

Grupo	Legenda	
Estado civil	Solteiro - 49,69%	Separado ou divorciado - 7,36%
	Casado ou união estável - 42,33%	Viúvo - 0,61%
Idade	18 a 29 anos - 50,92%	50 a 59 anos - 9,80%
	30 a 39 anos - 11,76%	60 anos ou mais - 4,71%
	40 a 49 anos - 5,1%	-
Nº de filhos	Sem filhos - 58,64%	3 filhos - 6,17%
	1 filho - 13,58%	4 ou mais - 1,23%
	2 filhos - 20,37%	-
Identificação de gênero	Feminino - 50,31%	Não binário - 0,00%
	Masculino - 49,69%	Prefiro não me identificar - 0,00%
Escolaridade	Sem escolaridade - 0,00%	Superior / Especialização - 62,58%
	Fundamental - 0,00%	Mestrado - 29,45%
	Médio - 7,98%	Doutorado / Pós-Doutorado - 0,00%
Profissão	Desempregado - 1,24%	Servidor público - 14,91%
	Estudante / estagiário - 24,84%	Empresário / autônomo - 7,45%
	Exclusivamente atividades domésticas - 1,24%	Outros - 22,36%
	Empregado - 27,95%	-
Renda média mensal	Até R\$ 1.212,00 - 4,43%	De R\$ 4.848,00 a R\$ 12.120,00 - 30,38%
	De R\$ 1.212,00 a R\$ 2.424,00 - 13,29%	De R\$ 12.120,00 a R\$ 24.240,00 - 10,76%
	De R\$ 2.424,00 a R\$ 4.848,00 - 32,91%	Acima de R\$ 24.240,00 - 8,23%

Fonte: Autores.

Observa-se que o perfil predominante é formado por moradores em metrópoles (acima de 1 milhão de habitantes), situados nos bairros, com habitações entre 76 e 120 m<sup>2</sup>, sendo solteiros e sem filhos, visto que a idade com maior percentual foi entre 18 e 29 anos. Ainda, a coleta de dados de forma *online* atingiu uma faixa de renda maior, e o acesso às pessoas de baixa renda foi prejudicado.

#### 3.2 Análise Fatorial

A análise fatorial foi realizada com o grupo das barreiras a fim de encontrar constructos que representem os fatores críticos para a adoção de habitações sustentáveis. A Tabela 2 apresenta os resultados dos testes.

Tabela 2: Caracterização Resultados dos testes KMO e esfericidade de Bartlett.

Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adequação de amostragem.	0,831	
Teste de esfericidade de Bartlett	Aprox. Qui-quadrado	2617,345
	df	253
	Sig.	0,000

Fonte: Autores.

O teste de KMO indicou que há uma boa adequação da amostra em relação ao grau de correlação entre as variáveis, com 0,831. O resultado do teste de esfericidade de Bartlett apresentou um nível de significância igual a 0, sendo inferior a 0,05, indicando que a rejeição da hipótese de que a matriz das correlações é a matriz identidade. Isso reafirma a adequação da amostra, demonstrando a correlação entre as variáveis e validando o uso da análise fatorial.

Por meio das cargas fatoriais das variáveis, o programa SPSS gerou seis fatores, os quais foram nomeados de acordo com a similaridade dos temas. Optou-se por realizar a rotação da matriz pelo método *Varimax* e o método de extração utilizado foi a Fatoração de Imagem para uma melhor distribuição das variáveis (Tabela 3).

Tabela 3: Coeficientes da matriz rotacionada pelo método Varimax

Constructo	Variáveis	Coefficiente
Fator governamental	Falta de incentivos governamentais	0,902
	Falta de políticas de construção verde	0,889
	Falta de promoção por parte do governo	0,885
	Falta de concessão de redução de impostos para os compradores	0,816
	Falta de subsidiar empréstimos para a compra	0,730
	Falta de monitoramento e fiscalização por meio de códigos e regulamentos de construção	0,711
Fator econômico	Falta de sistemas de classificação e programas de rotulagem	0,540
	Custos de manutenção	0,876
	Custos de reparo	0,874
	Custo da compra	0,817

	Montante financeiro	0,729
	Risco de sofrer perdas financeiras	0,632
Desempenho percebido	Atendimento ao conforto e bem-estar esperados	0,873
	Funcionamento adequado (operação e gerenciamento)	0,842
	Atendimento aos benefícios ambientais esperados	0,840
Resistência pessoal	Medo dos possíveis riscos e incertezas envolvidos na adoção de HS	0,834
	Pressão social da família e amigos	0,796
	Minha maior prioridade é dada às outras necessidades econômicas	0,666
Falta de informação	Falta de exemplos de HS na região	0,818
	Falta de informações sobre HS	0,814
	Falta de mercado	0,778
Resistência cultural	Resistência à mudança	0,873
	Tendência para manter as práticas atuais	0,790

Fonte: Autores.

Os coeficientes apresentados na Tabela 3 indicam o relacionamento entre as variáveis e os fatores. O primeiro fator correlaciona uma quantidade maior de variáveis, explicando a maior parte da variabilidade dos dados, portanto, os fatores governamental e econômico, representam as variáveis com maior impacto. Os resultados vão de acordo com o estudo de Chan et al. (2018), que obtiveram em Gana, por meio da análise fatorial, as barreiras subjacentes eram relacionadas ao governo, pessoais, conhecimento e informações, relacionadas ao mercado e custos e riscos. Sendo a mais dominante dos grupos as barreiras relacionadas ao governo. Isso destaca o papel do governo na promoção da adoção da sustentabilidade no ambiente construído, por meio de incentivos, políticas públicas, redução de impostos, IPTU verde, subsidiar empréstimos, dentre muitos outros. As análises são similares aos achados de Marsh *et al.* (2020) e Durdyev et al. (2018a), os quais revelaram que um processo legislativo claro e eficaz é crucial para a aplicação da integração de materiais e práticas, bem como incentivos econômicos. Já a pesquisa de Adabre e Chan (2021) validou três grupos principais de barreiras: “relacionadas a custos”, “relacionadas a incentivos legais” e “relacionadas a *retrofit*”.

Do ponto de vista dos profissionais da construção sobre a implementação de práticas de construção sustentável, Karji, Namian e Tafazzoli (2020) reduziram o número de barreiras em quatro fatores: “restrições pré-construção”, “restrições gerenciais”, “restrições legislativas” e “restrições financeiras e de planejamento”. Além da identificação das barreiras de sustentabilidade, os entrevistados forneceram algumas sugestões como soluções para melhorar ainda mais as práticas de construção sustentável: “treinamento de trabalhadores e aquisição de funcionários qualificados” “mudança de cultura e atitude”, “incentivos como redução de impostos”, “defesa da prevenção da mudança climática”, “administração solidária e estável”, “preço competitivo” e “tecnologia avançada” e “conscientização social” foram sugeridos pelos especialistas em construção.

Os fatores governamentais, ou seja, a falta de políticas e incentivos que fomentem a sustentabilidade no setor da construção civil por parte do governo, destacou-se como um grande impedimento. Diversos estudos corroboram com essa análise, e apontam a responsabilidade dos governos na promoção da construção mais sustentável (ADABRE;

CHAN, 2021; DARKO *et al.*, 2018; SHOOSHTARIAN *et al.*, 2021). Durdyev *et al.* (2018b) acreditam que o papel do governo na promoção de práticas de menor impacto é inquestionavelmente importante, com destaque em promover e motivar as partes interessadas da indústria.

Ainda, Djokoto *et al.* (2014) salienta que, para um país em desenvolvimento, ter um governo pronto para liderar no fornecimento de construção sustentável é vital e crítica. O governo deve ser um propulsor na indústria da construção, principalmente por meio de instrumentos regulatórios e de incentivo.

#### 4. Considerações Finais

Este trabalho buscou identificar as barreiras para a adoção de habitações mais sustentáveis a partir da percepção de usuários no Brasil. Para isso, um questionário foi aplicado com 23 variáveis sobre as barreiras enfrentadas. Os resultados foram analisados estatisticamente por meio da análise fatorial. Embora disponibilizado para todo o território brasileiro, as respostas do questionário concentraram-se nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sendo, em ordem decrescente: Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo, sendo uma das limitações da pesquisa. Ainda, a coleta de dados online atingiu de forma mais predominante uma faixa jovem, de maior renda e maior escolaridade, portanto, os resultados foram analisados a partir dessa premissa. Novos estudos e abordagens se mostram importantes para aprofundar os resultados encontrados. Entretanto, é válido destacar que, mesmo com a prevalência do perfil, os resultados apresentados podem ser considerados uma tendência para os demais estratos.

Os resultados mostraram que as principais barreiras na intenção de adoção de uma habitação sustentável estão relacionadas à falta de incentivos legais e fiscais por parte do governo e a falta de informações. Isso implica na necessidade de incentivos financeiros para que sejam apoiados economicamente no processo de implementação de práticas sustentáveis e que motivem os usuários a buscarem essa alternativa. Para isso, a divulgação das reais vantagens deve ser explorada para que aumente o entendimento das práticas e alternativas mais sustentáveis voltadas a construção civil.

Ainda, a contextualização da sustentabilidade é um desafio no processo de identificação das barreiras, visto que, o que pode ser considerado uma barreira de sustentabilidade importante com base em um estudo pode não ser o mesmo em outra pesquisa que está ocorrendo em diferentes regiões ou circunstâncias, cada local e cultura tem sua forma de resolver o problema em prol da sustentabilidade. Apesar do benefício de classificar as barreiras identificadas, a pluralidade delas é um grande desafio para adotar abordagens viáveis para lidar com as barreiras, ou seja, de pensar global e agir local. Entretanto, os resultados deste estudo foram objetivos para este nicho, se fazendo possível conceber estratégias a curto prazo, direcionando as decisões de compra no mercado geral.

A implicação prática é que os esforços atuais para refinar as ferramentas de classificação e modificar as práticas de construção não serão suficientes para efetuar uma transição significativa, enquanto os usuários finais permanecerem desprivilegiados, confusos e não



convencidos dos benefícios dos edifícios sustentáveis. Deste modo, é necessário considerar todos os fatores citados de acordo com cada região para que seja possível disseminar as habitações sustentáveis.

## Referências

- ADABRE, Michael Atafó *et al.* Critical barriers to sustainability attainment in affordable housing: International construction professionals' perspective. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 253, p. 119995, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.119995>.
- ADABRE, Michael Atafó; CHAN, Albert P. C. Modeling the Impact of Barriers on Sustainable Housing in Developing Countries. **Journal of Urban Planning and Development**, [s. l.], v. 147, n. 1, p. 05020032, 2021. Disponível em: <http://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29UP.1943-5444.0000639>.
- AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley Moacyr; GOLDENBERG, José. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. Série susted. São Paulo: Blucher, 2011.
- BROWN, Zachary. **Greening household Behaviour: Cross-domain Comparisons in Environmental Attitudes and Behaviours Using Spatial Effects** OECD Environment Working Papers. Paris: OECD Publishing, 2014. Disponível em: <http://www.oecd-ilibrary.org/docserver/download/5jxrclsj8z7b.pdf?expires=1456824710&id=id&accname=guest&checksum=C6B06F2A3B2A47C306F3477DB86A7121>.
- CHAN, Albert Ping Chuen *et al.* Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 172, p. 1067–1079, 2018.
- CIB, Conseil International du Bâtiment. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries – a discussion document**. Pretoria: IB & UNEP-ITEC, 2002.
- DARKO, Amos *et al.* Influences of barriers, drivers, and promotion strategies on green building technologies adoption in developing countries: The Ghanaian case. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 200, p. 687–703, 2018. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0959652618323072>.
- DAVIES, O O A; DAVIES, I E E. Barriers to Implementation of Sustainable Construction Techniques. **MAYFEB Journal of Environmental Science**, [s. l.], v. 2, p. 1–9, 2017.
- DJOKOTO, Susan Dzifa; DADZIE, John; OHEMENG-ABABIO, Eric. Barriers to sustainable construction in the Ghanaian construction industry: Consultants perspectives. **Journal of Sustainable Development**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 134–143, 2014.
- DODGE DATA & ANALYTICS. **World Green Building Trends 2018 - Smart market report** Smart Market Report. Bedford: Research & Analytics, 2018.
- DURDYEV, Serdar *et al.* A partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM) of barriers to sustainable construction in Malaysia. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 204, p. 564–572, 2018a.

DURDYEV, Serdar *et al.* Sustainable Construction Industry in Cambodia: Awareness, Drivers and Barriers. **Sustainability**, Switzerland, v. 10, n. 2, p. 392, 2018b. Disponível em: <http://www.mdpi.com/2071-1050/10/2/392>.

FATHALIZADEH, Ali *et al.* Barriers impeding sustainable project management: A Social Network Analysis of the Iranian construction sector. **Journal of Cleaner Production**, [s. l.], v. 318, 2021.

HAIR, Joseph F. *et al.* **Análise multivariada de dados**. 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

HAIR JR, Joseph *et al.* **Fundamentos de métodos de pesquisa em administração**. Porto Alegre: Bookman, 2005.

HE, Qinghua *et al.* To be green or not to be: How environmental regulations shape contractor greenwashing behaviors in construction projects. **Sustainable Cities and Society**, [s. l.], v. 63, p. 102462, 2020. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S221067072030682X>.

KARJI, Ali; NAMIAN, Mostafa; TAFAZZOLI, Mohammadsoroush. Identifying the Key Barriers to Promote Sustainable Construction in the United States: A Principal Component Analysis. **Sustainability**, Switzerland, v. 12, n. 12, p. 5088, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/12/5088>.

MARSH, R. J.; BRENT, A. C.; DE KOCK, I. H. An integrative review of the potential barriers to and drivers of adopting and implementing sustainable construction in south africa. **South African Journal of Industrial Engineering**, [s. l.], v. 31, n. 3, p. 24–35, 2020.

NEMES, Noémi *et al.* An Integrated Framework to Assess Greenwashing. **Sustainability**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 4431, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/8/4431>.

OYEBANJI, Akanbi Olusayo; LIYANAGE, Champika; AKINTOYE, Akintola. Critical Success Factors (CSFs) for achieving sustainable social housing (SSH). **International Journal of Sustainable Built Environment**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 216–227, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijse.2017.03.006>.

PORTNOV, Boris A. *et al.* Factors affecting homebuyers' willingness to pay green building price premium: Evidence from a nationwide survey in Israel. **Building and Environment**, [s. l.], v. 137, n. February, p. 280–291, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.04.014>.

SHOOSHTARIAN, Salman *et al.* Australia's push to make residential housing sustainable - Do end-users care? **Habitat International**, [s. l.], v. 114, 2021.

SILVA, Wiliam de Assis *et al.* Barreiras à sustentabilidade ambiental na logística da construção civil habitacional em Curitiba/PR. **Revista de Gestao Ambiental e Sustentabilidade**, [s. l.], v. 10, n. 1, 2021.

ZHAO, Dong-Xue *et al.* Social problems of green buildings: From the humanistic needs to social acceptance. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, [s. l.], v. 51, p. 1594–1609, 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1364032115007194>.

ZHAO, Shiwen; CHEN, Liwen. Exploring Residents' Purchase Intention of Green Housings in China: An Extended Perspective of Perceived Value. **International Journal of**



**Environmental Research and Public Health**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 4074, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/8/4074>.

ZOU, Anquan; DUAN, Sophia Xiaoxia; DENG, Hepu. Multicriteria decision making for evaluating and selecting information systems projects: A sustainability perspective.

**Sustainability**, Switzerland, v. 11, n. 2, 2019.

## **A vida na cidade sob o viés da aproximação entre o Design e o Urbanismo: o caso do Centro Cultural de Surubim-PE**

### *Life in the city through the bias of the approximation between design and urbanism: the case of the Cultural Center of Surubim-PE*

**Josefa Joyce Oliveira da Silva, graduanda em Design,**

[josefa.joyce@ufpe.br](mailto:josefa.joyce@ufpe.br)

**Ana Carolina de Moraes Andrade Barbosa, titulação,**

[anacarolina.barbosa@ufpe.br](mailto:anacarolina.barbosa@ufpe.br)

#### **Resumo**

Este artigo busca reflexões sobre o direito de uso da cidade do ponto de vista do Design. O objetivo principal é estudar as ferramentas de design e como elas se adaptam aos projetos para o meio urbano. Com base teórica que relaciona o design e o urbanismo, a cidade é estudada e confrontada quanto a relação da qualidade urbana com o cotidiano das pessoas. Neste sentido, propõe-se apreender a cidade a partir de um conjunto de ferramentas de análise espacial como etapa inicial do processo de design. Recorreu-se ao estudo de caso, como método empírico de procedimento, do Centro Cultural Dr. José Nivaldo localizado no agreste de Pernambuco na cidade de Surubim. O resultado é rematado com uma proposta de intervenção urbana, com funções de encontro e descanso que vai além do teste das ferramentas, e exercita o pensamento crítico sobre a interação entre vida e espaço.

**Palavras-chave:** Design; Cidade; Comportamento; Metodologia.

#### **Abstract**

*This paper pursues reflections about the right to use the city from the point of view of Design. The main objective is to study the tools of design and how they adapt to projects made for the urban environment. With the theoretical basis, which relates design to urbanism, the city is studied and confronted as for the relation of urban quality and people's everyday lives. In this sense, it is proposed to apprehend the city from the set of spatial analysis tools as the initial stage of the designing process. Case study was resorted to, as the empirical method of procedure, from the Dr. José Nivaldo Culture Center, located in the Agreste region of Pernambuco, in the city of Surubim. The result finishes up with a proposal of urban intervention, with meeting and resting functions, that goes beyond the tools test and exercises the critical thinking on the interaction between life and space.*

**Keywords:** Design; City; Behavior; Methodology.

## 1. Introdução

A vida na cidade, como menciona o título deste documento, se refere à qualidade urbana, suas possibilidades de caminhar, pedalar e permanecer. A premissa da relação saudável entre as pessoas e o meio urbano, apreendendo o espaço sob o ponto de vista das pessoas, dos pedestres, motivou o projeto de extensão intitulado Design na Cidade que busca estudar a imersão do design no meio urbano, desenvolvido na Universidade Federal de Pernambuco (UFPE – CAA).

Em função da composição regionalizada do projeto, o cenário local das pequenas cidades é trabalhado como principal terreno de atuação da extensão, reforçando as oportunidades de análises da área na interiorização do país. As ações partem da discussão das práticas espaciais cotidianas e têm como traço característico a observação dos mais diversos elementos como componentes da paisagem urbana.

Viabilizado por meio da apreensão da cidade a partir da escala humana. Gehl (2015) defende que as escalas maiores e menores devem ser tratadas em conjuntos, no entanto, o recorte tratado aqui é "o fato de a qualidade da escala menor ser determinante para a vida e atratividade de uma área é reforçado pelo cuidado com a paisagem humana" (GEHL, 2015, p. 207).

Em resumo, nas páginas a seguir é abordada parte das ações extensionistas, e, com isso, a percepção do design como ferramenta de análise do espaço para intervenção no meio urbano. São articulados procedimentos metodológicos propostos para a análise da cidade e suas aplicações no Centro Cultural Dr. José Nivaldo, atual Casa das Juventudes, localizada no agreste de Pernambuco na cidade de Surubim.

## 2. Design na cidade - Referencial teórico

Para iniciar a discussão é necessário entender as diferenças entre o espaço público e seus usos. Gehl e Svarre (2018) explicam que o primeiro é tudo que faz parte do ambiente construído como ruas, balizas, praças, edifícios. Já o uso da cidade é a vida dela, tudo que observamos ao sairmos na rua, de pessoas andando a comércios funcionando.

O pensamento sistemático e centrado no humano, em que o design está associado, pode oferecer ferramentas favoráveis à discussão e concepção de espaços públicos na qualidade sugerida por Speck (2016): mais proveitosos, seguros, confortáveis e interessantes. O autor define cada um desses atributos da cidade como:

- Proveitosa, significa que a maior parte das atividades da vida cotidiana estão próximas, por perto, e são organizados de tal modo que uma caminhada atenda às necessidades do morador.
- Segura, quando o passeio oferece aos pedestres a chance contra acidentes com automóveis.

c) Confortável, significa que edifícios e paisagens conformam as ruas como '*salas de estar ao ar livre*', em contraste com os imensos espaços abertos que, geralmente, não conseguem atrair pedestres.

d) Interessante, com calçadas ladeadas por edifícios singulares agradáveis e com fartura de sinal de humanidade.

Barbosa (2020) adota o termo “design na cidade” para abordar a aproximação e mapeia ferramentas de apreensão do espaço como parte do processo de design com essa ênfase. A concepção está relacionada à imersão do design na cidade como forma empática e criativa de atribuir aos espaços e seus artefatos qualidades relacionadas não só às necessidades produtivas e cotidianas de seu público-alvo, como também às propriedades que remetem a características formais, históricas e culturais de uma cidade.

Barbosa (2020) observa dificuldades na articulação entre a micro e a macro escala nos projetos urbanos, ou seja, entre a cidade e o objeto. Por isso, a autora sugere como ponto referencial de análise o pedestre em suas ações cotidianas:

[...] alicerçado na escala humana, não só do usuário, mas também do pedestre enquanto utiliza a sua cidade. O público-alvo e o seu ambiente de uso transformam-se nas ferramentas primordiais de análise do espaço urbano; assim, do pedestre é considerada sua visão, e da cidade suas paisagens que permitem ser percebidas por tal observador (BARBOSA, 2020, p. 29).

Gehl (2010) enfatiza que a dimensão humana foi negligenciada e esquecida durante décadas para dar prioridade aos veículos, invasores astutos da cidade. A experiência urbana é de fato iniciada com a ação do caminhar, possibilitando vivenciar a cidade e as pessoas. Sobre a ação de caminhar na cidade, Gehl (2010, p. 19) conclui:

Há um contato direto entre as pessoas e a comunidade do entorno, o ar fresco, o estar ao ar livre, os prazeres gratuitos da vida, experiências e informação. Em essência, caminhar é uma forma especial de comunhão entre pessoas que compartilham o espaço público como uma plataforma e estrutura.

O indivíduo, enquanto observador, discorre no espaço urbano exercendo ações sob influência do meio e vice-versa. O pedestre tem interferência sobre o ambiente assim como a cidade pré-determina ações devido à distribuição espacial dos elementos urbanos. A experiência das pessoas no espaço urbano está atrelada ao quão agradável o meio pode ser, estabelecendo uma relação saudável.

O fator da escala humana, partindo do ponto referencial, é determinante nos estudos subsequentes da atuação nos aspectos externos, “O homem como indivíduo é um ser que atua e que através de sua atuação exerce uma ativa influência em seu meio ambiente e o modifica” (LÖBACH, 2001, p. 24). Não se abstendo de fatores inconscientes e emocionais que influenciam em demasia na percepção massiva do entorno.

Seguindo o entendimento exposto acima, o público-alvo em questão são os habitantes ou visitantes que utilizam as cidades, compreende-se que eles possuem dimensões, velocidades e percepções diferentes quando estão nas condições de motoristas, passageiros, ciclistas ou pedestres.

Segundo Speck (2016), fatores como fluxo de transporte, comércio, equipamentos de lazer, culturais, utilidade, segurança e conforto são considerados quando se caminha à deriva na cidade. Os benefícios de uma caminhabilidade adequada são incontáveis, não só para a

cidade, mas também para quem a pratica, pois contribuem para a vitalidade urbana. Logo, os pedestres devem se sentir convidados para caminhar em suas cidades.

Partindo deste princípio, são estudados os conceitos de análise espacial e a relação entre a composição configuracional do ambiente urbano e o pedestre, este último tratado aqui como observador treinado, em movimento. Além disso, a fim de um estudo mais detalhado, a cidade foi analisada buscando respostas referentes às características sensoriais, tendo como elementos de apoio os mobiliários e a disposição deles.

O termo mobiliário urbano foi adotado para identificar os artefatos dispostos na paisagem urbana, ou melhor, para "nos referir àquela área correspondente à parte do desenho urbano das cidades, e que interage com seus usuários e com o contexto sociocultural e ambiental" (BARBOSA, 2020, p. 36). Tratam-se dos elementos dispostos na cidade, especialmente ao longo do passeio, com intuito de promover a qualidade de vida dos cidadãos.

Compreender a cidade e a funcionalidade do meio urbano envolve um estudo de observação detalhado. Como guia destas ações de extensão, é utilizada a metodologia proposta por Barbosa (2020, p. 45) que elabora "[...] um conjunto de ferramentas que resulta em uma proposta de análise visual da cidade a partir de uma escala que inclui o mobiliário como parte integrante da paisagem urbana".

### 3. Procedimentos Metodológicos

Para viabilizar as ações extensionistas, o percurso do estudo se debruçou no intuito de contrapor a análise espacial e as questões relacionais do urbanismo com os métodos tradicionais de design. Neste sentido, o ato de observar e criar é visto como um processo dinâmico de construção de situações e não de resolução de problemas. Um procedimento que é composto de diversos subprocessos capazes de agir como um objeto de pesquisa, testando soluções, conceitos e processos empáticos.

Figura 1: Etapas de projeto de design com ênfase no meio urbano com base nas ferramentas adaptadas por Barbosa (2020).



Fonte: elaborado pelas autoras.

Sendo assim, para apresentar o processo de design abordado aqui, foi utilizada a metodologia de desenvolvimento de produto proposta por Löbach (2001). Na figura 1, os argumentos apresentados no início deste capítulo sobre o Design na Cidade são desdobrados nas ferramentas propostas por Barbosa (2020), alinhadas às quatro fases descritas por Löbach (2001): Preparação, Geração, Avaliação e Realização.

A figura 1 demonstra o caminho estruturado pelos estudos e ações do projeto de extensão que este artigo trata. Destaca-se pelo viés urbano como ênfase, abordando o processo de design de maneira mais contextual, espacial, menos isolada. Com fins de avaliar a pertinência do procedimento para o objeto de estudo proposto, apresentam-se a seguir os resultados obtidos para cada etapa descrita do estudo de caso.

#### 3.1 Análise Espacial

Esta abordagem, inserida na fase de preparação, se concentra preferencialmente no tema da leitura da forma urbana. Propõe a adoção de um conjunto de ferramentas que resulta em uma proposta de análise da cidade a partir da escala humana que, com isso, inclui o mobiliário como parte integrante da paisagem urbana. A análise proposta considera o observador como um sujeito que vivencia a cidade e, por isso, o ponto de vista do pedestre em movimento é adotado como referencial espacial.

Nem sempre um espaço visualmente bonito contribui para a caminhabilidade. Speck (2016) questiona o propósito de certos espaços urbanos e suas influências no processo da caminhabilidade:

Muito dinheiro e esforços foram usados para improvisar calçadas, faixas de travessia, iluminação pública e latas de lixo, mas qual a importância disso tudo, principalmente, no aspecto de convencer

as pessoas a caminhar? Se a questão do caminhar se resumisse apenas em criar zonas seguras para os pedestres, então por que mais de 150 ruas principais transformadas em áreas para pedestres nas décadas de 1960 e 70, fracassaram quase imediatamente? Com certeza, há mais coisas para encorajar as caminhadas do que apenas criar espaços bonitos e seguros (SPECK, 2016).

Então, com base nas intenções do conceito de caminhabilidade de Speck, buscou-se o estudo das qualidades reconhecíveis da paisagem urbana a partir da experiência do caminhante. Para isso, Barbosa (2020) se apoia no seguinte pensamento teórico:

Cullen considera o dinamismo visual como uma categoria presente nos espaços urbanos, associando-os ao movimento de quem dele se utiliza. Os conceitos propostos pelo pensamento situacionista também nortearam os referenciais teóricos da pesquisa, tais como: a psicografia e a deriva; a clara mudança de escala e área de atuação, a fim de se alcançar a transformação da vida cotidiana (BARBOSA, 2020, p. 15).

Todas as ferramentas estudadas pela autora almejam a apropriação do espaço, mas, com o intuito de obter uma soma de ferramentas, Barbosa (2020) realiza uma composição ou síntese dos métodos analisados. O resultado é a fusão das técnicas de apreensão do meio propostas pela Visão Serial de Cullen e pelo andar à deriva dos Situacionistas: explorar a cidade através do andar e do registro da visão sequenciada das passagens rápidas por ambiências diversas.

Gehl e Svarre (2018) completam as possibilidades de estudo da vida na cidade a partir da necessidade de se fazer perguntas sistêmicas e dividir as diversas pessoas e atividades em subcategorias para chegar-se a um conhecimento específico e útil sobre a complexa interação entre a vida e a forma no espaço público.

Para os autores essa coleta de informações é sobre o comportamento humano e deve abarcar observações sobre a quantidade de pessoas que ocupam o espaço, como e o que fazem nele. Questões relativas ao tempo que permanecem ou circulam, nesse aspecto acrescentamos a história do lugar e as mudanças no decorrer de dias, semanas, ou estações do ano.

Ainda como parte integrante da etapa analítica, os mobiliários urbanos são abordados como integrantes da paisagem urbana. Para a ocasião, as paisagens formadas pelo percurso foram fotografadas como ferramenta de registro e nelas, através de material de desenho, foram analisados os impactos dos mobiliários urbanos nas paisagens construídas durante os trajetos.

Figura 2: Análise Espacial em três vistas do Centro Cultural - Surubim/PE, ano de 2021.



Fonte: a autora.

Objeto de estudo: Centro Cultural, fica localizado no centro da cidade de Surubim, no Agreste Pernambucano, ao Lado do Fórum da cidade. Funciona como ponto cultural e educativo direcionado aos jovens. Possui um auditório, salas de exposição, alguns cômodos internos para uso de funcionários e pátio interno e externo.

O presente trabalho se direciona ao pátio externo, de uso público, do Centro Cultural Dr. José Nivaldo, e a análise ocorreu em 2021. Conforme a análise espacial (figura 2) realizada em três vistas diferentes, é possível pontuar a presença de alguns mobiliários urbanos como: torre de iluminação com estilo remanescente ao período colonial, com três cúpulas; banco de jardim francês; poço decorativo; estátua; lixeira em formato de garrafa para material reciclável; lixeira do tipo barril; refletores; guarda-corpo; mastros de hasteamento de bandeira; e, Jardim.

O pátio externo é utilizado comumente como área de circulação e apresentação. Observou-se a ausência de vegetação no jardim, a escassez de acentos, falta de espaço coberto, pouca iluminação da área aberta e iluminação com excesso de brilho, causando ofuscamento, dos refletores na parede do acento de concreto.

### 3.1.2 Quanto Tempo?

A observação do tempo é uma das questões sugeridas por Gehl e Svarre (2018), e se dedica a entender como o espaço é utilizado no decorrer do tempo. Na mesma perspectiva, a temporalidade é uma modalidade de análise do espaço urbano proposto por Guedes (2005) e também busca encontrar a variância temporal ao longo do processo da observação, tendo como finalidade estudar as mudanças na configuração do espaço provocadas pelos efeitos temporais, incluindo os eventos públicos.

O estudo demonstra que o observador, realizando suas análises em intervalos diferentes, não precisa se deslocar para obter diferentes configurações de um mesmo espaço. Nesse caso em específico, foram utilizados períodos curtos e médios de intervalo que, segundo Guedes (2005), são variações temporais observadas em até 24 horas e em mais de uma semana, respectivamente.

Durante a pesquisa o espaço estava sofrendo algumas reformas pontuais de pintura e manutenção da placa, a primeira imagem da figura 3 foi capturada uma semana antes das outras e mostra o espaço antes das reformas. Em relação a iluminação do espaço (figura 3), que faz parte da etapa de análise da temporalidade, observou-se a iluminação do espaço em três horários distintos, sendo o primeiro pela manhã por volta das nove horas, o segundo pela tarde por volta das 16h30 e por fim ao entardecer, no início da noite, às dezoito horas. É possível perceber a baixa iluminação do local ao entardecer, que deixa a desejar mesmo sem a observação ter sido realizada no auge da noite.

Figura 3: Temporalidade fotos do Centro Cultural - Surubim/PE, ano de 2021.



Fonte: a autora.

Destaca-se baixa movimentação e utilização do espaço. Podemos atribuir a isto a pandemia do Covid 19, pois antes o centro cultural realizava atividades diurnas e à noite adolescentes se reuniam no pátio externo, atribuindo ao lugar função de encontro e socialização. O trabalho foi desenvolvido no meio do ano de 2021, onde as medidas protetivas da pandemia estavam menos rígidas, isso permitia circulação no espaço, mas de forma controlada.

A função principal do pátio externo do Centro Cultural é a socialização de jovens e apresentação cultural, uma vez que o espaço é público, grande e aberto. No decorrer dos anos se integrou a cidade de forma simbólica (figura 4). Um dos maiores problemas presentes, são a escassez de mobiliários destinados ao descanso e a iluminação inadequada do ambiente. Outras funções observadas são: o uso do espaço para o desenvolvimento de cursos, oficinas, exposições de arte e demais eventos locais.

Figura 5: Pátio Externo Centro Cultural, área de intervenção do projeto, Surubim/PE, ano de 2021.



Fonte: a autora.

Durante as análises, notou-se a obstrução do assento de concreto devido ao posicionamento dos refletores na parede de encosto (figura 5). A área capturada na primeira imagem da figura 5, é justamente o local de socialização dos jovens e costuma ser usada para descanso durante as apresentações, mas a iluminação inadequada deixa o lugar desagradável, sem necessariamente, ficar mais claro e seguro durante à noite.

### 3.1.3 Mapa da Empatia

Num segundo momento do estudo houve a análise da empatia, com o intuito de questionar os problemas com a abrangência ampla. Tim Brown (2010) define empatia como o processo mental de imersão na vida de outras pessoas, o ensaio de ver o mundo pelo olhar do outro, para entender os comportamentos por vezes inexplicáveis que estão relacionados com o modo de lidar com o mundo à sua volta. Essa etapa está relacionada à geração de ideias pertinentes com intuito de solucionar os problemas identificados através da avaliação histórica e a escuta das necessidades presentes na paisagem. A partir da escuta é definido o problema e identificado as causas básicas para o mesmo existir. Ainda para o mesmo autor:

A empatia é o hábito mental que nos leva a pensar nas pessoas como pessoas, e não como ratos de laboratórios ou desvios-padrões. Se formos 'tomar emprestada' a vida dos outros para inspirar novas ideias, precisamos começar reconhecendo que seus comportamentos aparentemente inexplicáveis representam diferentes estratégias para lidar com o mundo confuso, complexo e contraditório no qual as pessoas vivem (BROWN, 2010, p. 47).

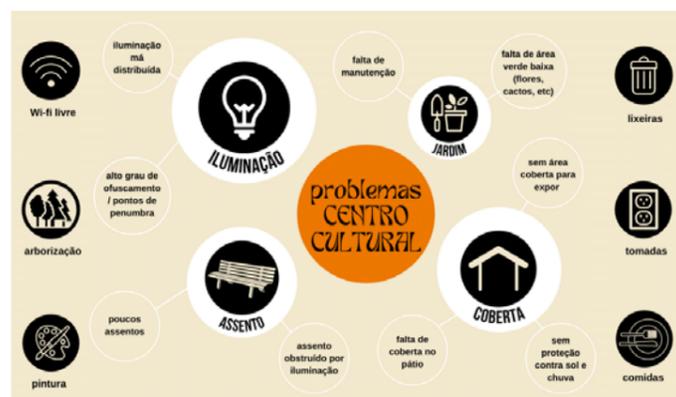
Entende-se que uma pessoa que tenha empatia consegue sentir a dor da outra pessoa, buscando se colocar no lugar dela, esta condição trouxe o conceito para discussões relativas à inclusão e movimentos sociais. Vale posicionar que a proposta de uso do termo aqui se apoia nos conceitos do design centrado no ser humano e acredita no desenvolvimento de ideias para a cidade que tenham um significado emocional alinhado ao funcional, capaz de evocar o sentimento de pertencimento.

Na prática, o observado deve experimentar a cidade ouvindo os habitantes em contextos físicos diferentes, além de caminhar ou pedalar, tais como: usando vendas nos olhos, conduzindo carrinhos de bebê e de compras, cadeira de rodas, etc. Para o estudo de caso, foi elaborada uma caixa de perguntas numa rede social, onde os frequentadores poderiam sugerir

pontos de melhoria para o pátio externo. Esta etapa apresentou como resultado 22 respostas, que foram sintetizadas na figura 6 por ordem de recorrência.

Conforme o Mapa Mental (figura 6) os tópicos sobre iluminação, coberta, assento e jardim, foram os mais citados, essas demandas estão de acordo com as análises apresentadas anteriormente. A etapa de empatia guiou o rumo do projeto final, que visou atender o máximo possível dessas necessidades respeitando a unidade visual dos mobiliários urbanos que compreendem o Centro Cultural.

Figura 6: Mapa mental dos Problemas identificados conforme pesquisa de necessidades.



Fonte: elaborado pela autora.

Por ser um pátio de evento cultural público e com salas de exposição, deve atender as pessoas que frequentam o espaço, em especial os jovens por se tratar da casa das Juventudes. Nesse sentido, a iluminação atual deve ser mais convidativa e acolhedora que é o ideal para o ambiente. A remoção dos refletores pela substituição de um mobiliário urbano tipo abrigo parcial com iluminação e design mais dinâmico e criativo é a proposta de Design apresentada neste estudo de caso.

### 3.2 Ideação

A ideação é quando, de fato, ocorre o processo criativo. Ela conta com a elaboração de painéis semânticos direcionados ao público alvo, aspectos culturais, idade, gênero; análise sincrônica; e moodboards criativos que sintetizam os materiais, as formas e a cor. Os painéis semânticos como recurso criativo é proposto por Baxter (1998).

Na etapa anterior, os questionamentos dos problemas induzem a reflexão das causas básicas, o que estimula a geração de alternativas, uma vez que os requisitos de projeto são descritos. Os esboços são então criados e suas propostas evoluídas e combinadas até se configurarem em alternativas. Ainda neste estágio é realizada a avaliação dessas opções com base nos requisitos estabelecidos, no intuito de selecionar as propostas que mais atendem ao projeto.

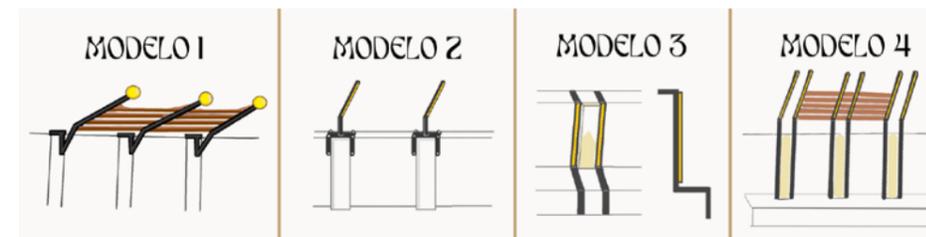
Logo, para suprir as necessidades pontuadas no Centro Cultural onde muitas pessoas se reúnem e praticam diversas atividades, foram desenvolvidos os painéis da figura 8 com o objetivo de embasar as ideias para etapa de ideação, a partir de mobiliários, materiais e formas, que proporcionam repouso e proteção solar de meia sombra para o público-alvo do lugar. O objetivo principal foi o de resgatar o espaço de assento, tornando-o mais acolhedor durante as socializações.

Figura 7: Painel de Persona e Painel Criativo.



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8: Processo de ideação – Quatro alternativas.



Fonte: elaborado pela autora.

Os modelos apresentados na figura 8, foram pensados de acordo com os materiais dispostos no painel criativo (figura 7), bem como na estrutura do próprio espaço de intervenção que pode ser conferido na imagem 1 da figura 5. Desta forma o projeto buscou uma solução que preservasse a base de concreto e pudesse aproveitar as colunas que existem

na parede de encosto. A iluminação foi pensada para priorizar o conforto do espaço, e a cobertura para promover meia sombra nos horários mais quentes do dia. O modelo escolhido como mais adequado para as demandas do projeto foi o modelo 4 que conta com 6 torres cilíndricas de iluminação. O abrigo parcial inclinado é produzido com deck em madeira cumaru e o assento de concreto forrado com o mesmo material.

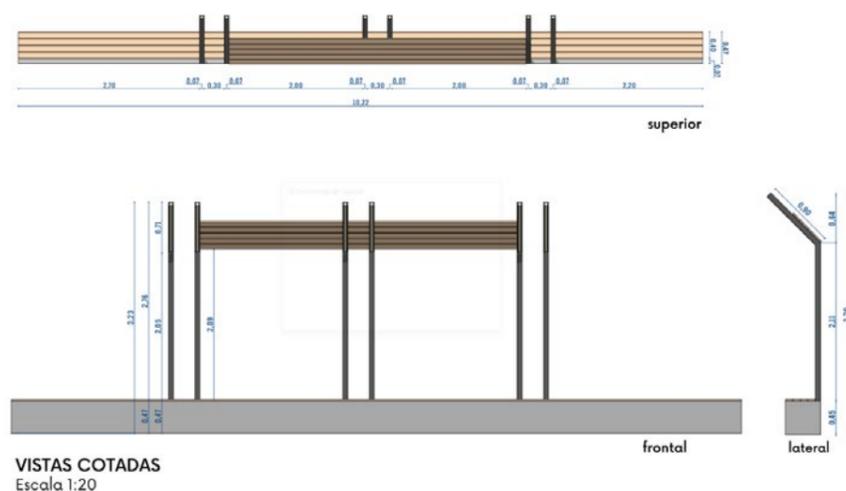
### 3.3 Detalhamento

O último passo, como diz Löbach (2001), é a materialização da alternativa escolhida. Isso significa dizer que a estrutura é determinada com dados e especificações dos sistemas funcionais, dimensões, materiais e processos de fabricação. Os testes através de modelagem física e virtual ratificam a solução. Por fim, é gerada uma documentação que permite que o projeto seja colocado em linha de produção, trata-se do memorial descritivo.

O projeto foi nomeado como Torre de Iluminação Canudo, em sua estrutura foi aplicado tubos de ferro galvanizado chumbado com concreto, e como implemento de junção optou-se pelo parafuso Francês Galvanizado. Para a iluminação foi utilizado perfil de led embutido na parte inclinada do tubo, prezando a simplicidade formal.

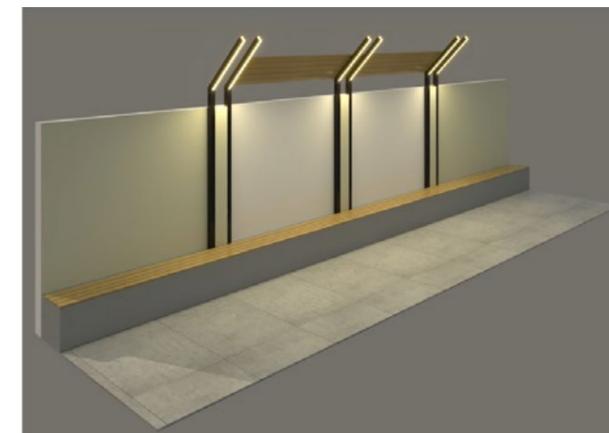
Para testar a inclinação do tubo em 45° e seu fator de projeção de sombra e iluminação, foi desenvolvido um teste físico na escala 1:20. Na posição e localização do Centro cultural o teste foi observado durante o intervalo das 12h00 às 14h00 horas. A estrutura do modelo definiu a angulação de 45° da cobertura para a projeção da sombra parcial no assento durante esse intervalo.

Figura 9: Vistas Cotadas Torre de Iluminação Canudo, ano 2021.



Fonte: elaborado pela autora.

Figura 10: Torre de Iluminação Canudo: Mock-up final no ArchiCad, desenho em escala 1:20, ano 2021.



Fonte: elaborado pela autora.

Os estudos foram detalhados através de vistas cotadas e da simulação do artefato em mock-up (figura 9) (figura 10), as medidas do projeto são relativas às coletadas na área de intervenção do projeto (figura 5). O projeto foi baseado em todas as etapas e considerou as demandas do espaço e o painel de escuta dos frequentantes, obtendo como produto final a solução de três dos quatro problemas mais pontuados do lugar, quais sejam: escassez de assento, iluminação e abrigo.

Além disso, respeitou a morfologia dos mobiliários urbanos existentes mantendo a unidade estética, deixando o espaço de encosto do assento livre e a possibilidade de intervenção artística nas paredes que será valorizada pela Torre de Iluminação Canudo. Desta forma, o projeto desenvolvido tem potencial de estimular a ressocialização do espaço pelo público local.

### 4. Considerações Finais

A qualidade da vida na cidade para Speck (2016) está relacionada à melhor função que a cidade oferece: reunir pessoas a pé. Para o autor, a área metropolitana que não oferecer caminhabilidade está destinada a perder oportunidade de desenvolvimento econômico e criativo. Tal pensamento tem como ponto de partida o estudo comportamental e morfológico dos elementos que, com o decorrer do tempo e articulados entre si e com o todo, compõem a forma urbana.

O intuito aqui não é menos um modelo metodológico de projeto e mais um desenvolvimento crítico da observação da cidade pelo viés do design. O processo se destaca na fase de preparação, quando a experimentação da cidade treinou a percepção visual dos observadores, proporcionando o conhecimento dos problemas e seu entorno. Todos os subsídios de projeto citados aproximam de maneira mais sistemática os usos às possibilidades de intervenção no local.



As ações trabalhadas no projeto de extensão pretenderam contribuir para a configuração e o reordenamento de novos espaços através não só de mobiliários urbanos, mas de todo contexto problemático encontrado durante as análises e sintetizadas no mapa da empatia. Neste sentido, a articulação de métodos e disciplinas permitiu indicar parâmetros mais direcionados à compreensão de um diálogo contextualizado.

As ferramentas exploradas expandiram-se para atividades práticas no Centro Cultural em Surubim, reforçando para os extensionistas as cidades do interior de Pernambuco, como protagonistas e repletas de oportunidades de análise. Assim, pode-se alargar o pensamento da interiorização das instituições de ensino superior também para o âmbito da pesquisa e extensão. Por fim, as ações no estudo de caso reforçaram a discussão sobre o direito de usar a cidade, incluindo no processo de análise espacial a noção de democracia e ocupação como ato político.

#### Referências

- BARBOSA, Ana Carolina de Moraes Andrade. **Imagem, paisagem e situação: uma apreensão do design na cidade**. 1 ed. Curitiba: Appris, 2020.
- BAXTER, Mike. **Projeto de Produto**. São Paulo: Blucher, 1998.
- BROWN, Tim. **Design Thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Rio de Janeiro. Elsevier, 2010.
- CULLEN, Gordon. **Paisagem Urbana**. Lisboa. Edições 70, 1983.
- DEBORD, Guy. **A Sociedade do Espetáculo**. Rio de Janeiro, Contraponto, 1997.
- GEHL, Jan. **Cidade para pessoas**. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 2013.
- GEHL, Jan; SVARRE, Birgitte. **Vida nas cidades: como estudar**. 1 ed. São Paulo: Perspectiva, 2018.
- GUEDES, João Batista. **Design no Urbano. Metodologia de análise visual de equipamentos no meio urbano**. Tese de Doutorado. Recife, novembro de 2005.
- JAQUES, Paola Berenstein. **Internacional Situacionista: Apologia da Deriva: Escritos situacionistas sobre a cidade**. Rio de Janeiro: Casa da Palavra, 2003.
- LÖBACH, Bernd. **Design industrial: Bases para a configuração dos produtos industriais**. 1 ed. São Paulo: Blucher, 2001.
- LYNCH, Kevin. **A Imagem da Cidade**. São Paulo: Martins Fontes, 1982.
- MOURTHÉ, Claudia Rocha. **Mobiliário Urbano**. Rio de Janeiro. 2AB. 1998.
- SPECK, Jeff. **Cidades Caminháveis**. 1 ed. São Paulo: Perspectiva, 2016.

## Design de dispositivo para controle do mosquito *Aedes aegypti* em ambientes urbanos

### *Device design for Aedes aegypti mosquito control in urban environments*

**Jaqueline Dilly, Doutora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.**

jaquedilly@hotmail.com

**Luis Henrique Alves Cândido, Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.**

candido@ufrgs.br

#### Resumo

Uma pesquisa transdisciplinar requer um olhar amplo para contemplar as melhores possibilidades para desenvolvimento de um produto. Pensando na Seleção de Materiais, relacionando Estrutura – Propriedade – Processos de fabricação, Aplicação e Sustentabilidade, este estudo desenvolveu dispositivos para verificar a volatilização e a liberação do óleo essencial de citronela microencapsulado em cera de carnaúba. Os dispositivos para as análises das microcápsulas foram desenvolvidos para utilização em bioensaios de oviposição, utilizando mosquitos como sensores para detecção da volatilização do óleo essencial, com o objetivo facilitar a análise qualitativa de materiais no controle do mosquito *Aedes aegypti*. As análises realizadas com os dispositivos apresentaram resultados satisfatórios, foi possível indicar a volatilização do óleo essencial das microcápsulas utilizando os mosquitos como sensores. Por meio dos dispositivos criados, também foi possível verificar um efeito dissuasor de oviposição por um período de 48 horas.

**Palavras-chave:** Design e Tecnologia; Microcápsulas Naturais; Dispositivos; Mosquitos *Aedes Aegypti*

#### Abstract

*A transdisciplinary research requires a broad view to contemplate the best possibilities for product development. Thinking about the Selection of Materials, relating Structure – Property – Manufacturing Processes, Application and Sustainability, this study developed devices to verify the volatilization and release of citronella essential oil microencapsulated in carnauba wax. The devices for analyzing the microcapsules were developed for use in oviposition bioassays, using mosquitoes as*

sensors for detecting essential oil volatilization, with the aim of facilitating the qualitative analysis of materials in the control of the *Aedes aegypti* mosquito. The analyzes carried out with the devices showed satisfactory results, it was possible to indicate the volatilization of the essential oil of the microcapsules using the mosquitoes as sensors. Through the devices created, it was also possible to verify a deterrent effect on oviposition for a period of 48 hours.

**Keywords:** Design and Technology; Natural Microcapsules; Devices; *Aedes Aegypti* mosquitoes

## Introdução

Para o Design, a tarefa de selecionar o material adequado para um produto é criteriosa, pois a preocupação vai além da estética e da funcionalidade. Quando se desenvolve um produto em Design, a seleção dos materiais faz parte de todas as etapas do processo de projeto e fabricação. Além da necessidade de fazer a relação entre Estrutura – Propriedade – Processos de Fabricação, é preciso pensar em sua aplicação e contemplar a Sustentabilidade (WALTER, 2006; CALLISTER, 2013).

O uso de microcápsulas com o intuito de modificar propriedades de materiais quanto à sua funcionalidade, em conjunto com a busca por insumos com menor impacto poluente ao ambiente, é tema de pesquisas em diferentes áreas e setores. Nesse sentido, a cera de carnaúba, é um produto natural, biodegradável, já utilizado como membrana para encapsular aromas e sabores (voláteis) em medicamentos e cosméticos. Materiais ativos, como óleos essenciais, costumam volatilizar seus componentes, assim, para que suas propriedades sejam preservadas, a utilização de microcápsulas torna-se uma opção. Óleos essenciais utilizados em insetos possuem ações tóxicas e repelentes, podem ser considerados uma forma de gestão sustentável da resistência aos inseticidas piretróides (GNANKINÉ e BASSOLÉ, 2017).

O *Aedes aegypti* é uma espécie de mosquito da Família *Culicidae*, Subfamília *Culicinae*, que tem capacidade de hospedar e transmitir vários arbovírus causadores de doenças graves como: Dengue, Febre amarela, Chikungunya e Zika (LORENZ; VIRGINIO; BREVIGLIERI, 2018). No Brasil, dados de um dos últimos Boletins Epidemiológicos (divulgado pelo Ministério da Saúde) apontam que o país registrou 504 mortes por dengue até o início de junho 2022, e o InfoDengue, da Fiocruz, contabilizou mais de 700 mil casos de dengue no mesmo período, superando o total de casos da doença em todo o ano de 2021. Pesquisadores da Fiocruz alertam que esse grande aumento no número de casos de dengue no país já configura surto da doença em todo território nacional (SCHINCARIOL, 2022). Estes mosquitos são sensíveis e respondem a diferentes misturas de voláteis, a identificação de sinais e pistas semioquímicas<sup>1</sup> são fatores determinantes para a sobrevivência de diferentes espécies de mosquitos (WOODING *et al.*, 2020). O ciclo gonotrófico dos mosquitos está diretamente ligado ao uso do olfato, pois o forrageamento<sup>2</sup>, oviposição, acasalamento e busca

<sup>1</sup> Semioquímicos são as substâncias químicas envolvidas na comunicação entre os seres vivos. Semio vem do grego semeíon = sinal. O termo semioquímicos significa, então, "sinais químicos".

<sup>2</sup> Forrageamento é a busca e a exploração de recursos alimentares. É uma habilidade particularmente importante, pois afeta a aptidão do animal, influenciando diretamente a sobrevivência e a reprodução do organismo.

de hospedeiros são condições dependentes para sua sobrevivência (DIXON e VONDRA, 2022). Os mosquitos, em visões generalistas, são retratados como seres nocivos ao homem e a alguns animais. Entretanto, em uma revisão de literatura, Dixon e Vondra (2022) apresentam esses insetos com a percepção baseada na biônica, em que investigações de seus comportamentos, características anatômicas e composição biológica levaram à criação de diversas tecnologias benéficas para aplicações médicas.

O uso de microcápsulas em produtos de Design é um assunto atual e traz benefícios significativos para a área. A inserção de microcápsulas na composição de materiais e produtos tem como objetivo de melhorar as propriedades ou modificar funcionalidades (BALOGH, 2011; SÁNCHEZ, 2006). Microcápsulas com material encapsulante em cera são do tipo matricial, pois o material encapsulado (o ativo) é incorporado na matriz (cera), e a liberação do ativo encapsulado ocorre de forma lenta tanto pelos poros de difusão quanto por erosão (PATEL *et al.*, 2011; PACHECO-TORGAL *et al.*, 2017; BEGUM *et al.*, 2018).

Além das caracterizações com equipamentos tradicionais para a análise de materiais, como TGA (Análise Termogravimétrica), DSC (Calorimetria Diferencial de Varredura), FTIR (Espectroscopia no Infravermelho por Transformada de Fourier), é possível realizar caracterizações alternativas, utilizando elementos naturais como sensores. Esta pesquisa traz uma abordagem transdisciplinar que teve o envolvimento de diferentes áreas do conhecimento (Seleção de Materiais, Química, Eletrônica, Biônica, Parasitologia e Design), embasada no conceito abordado por Kindlein Junior, Bressan e Palombini (2021), que mostra a importância da integração de áreas distintas para se desenvolver pesquisas inovadoras em Design.

Em meio a isso foram desenvolvidos dispositivos para análise de volatilização do óleo essencial de citronela em microcápsulas naturais, utilizando os mosquitos como sensores para verificar de maneira qualitativa a liberação desse óleo da microcápsula com casca em cera de carnaúba. E assim, contribuir de maneira sustentável no controle do mosquito *Aedes aegypti* utilizando materiais naturais para interferência em seu ciclo gonotrófico.

## 1. Design de dispositivos para análise qualitativa do óleo essencial microencapsulado em cera de carnaúba

Em revisão de literatura, Atkovska *et al.* (2021) relataram alguns estudos com óleos essenciais como repelente de insetos, dentre eles um que menciona a eficiência de duas horas, aproximadamente, do óleo essencial de citronela como repelente ao mosquito *Aedes aegypti* e aponta a necessidade de se desenvolver um método, ou tecnologias, para prolongar os efeitos de inseticidas e repelentes naturais.

Warikoo, Wahab e Kumar (2011) provaram que o uso do óleo essencial de citronela em água para oviposição causa impactos negativos no comportamento reprodutivo do *Aedes aegypti* demonstrando potencial de dissuasão e ovicida, indicando, assim, que os mosquitos adultos foram sensíveis aos estímulos químicos e ao odor do óleo em questão. A alta volatilidade dos óleos essenciais pode ser um fator limitante para suas aplicações,

principalmente em ambientes e áreas abertas. A microencapsulação de óleos essenciais é uma opção que possibilita proteger e prevenir a perda de ingredientes aromáticos voláteis, controlar a liberação e estabilizar os materiais encapsulados (SOLIMAN *et al.*, 2013; CARVALHO, ESTEVINHO e SANTOS, 2016; GHAYEMPOUR e MONTAZER, 2016; ÖZBEK e ERGÖNÜL, 2017; GNANKINÉ e BASSOLÉ, 2017).

Silva e Ricci-Júnior (2020), em suas pesquisas retratam que o óleo essencial de citronela é o repelente natural mais utilizado dentre as formulações comerciais como repelente para insetos. E indicam em seus estudos a necessidade de desenvolvimento de novos estudos de sistemas de liberação prolongada contendo óleos essenciais com atividade repelente, produzidos a partir de materiais naturais e biodegradáveis. O uso de óleos essenciais como dissuasores de oviposição para diferentes espécies de mosquitos é uma opção ambientalmente correta e se mostrou eficiente em diversos estudos, como os de Andrade-Ochoa *et al.* (2018) e Danga *et al.* (2018).

Estudos realizados com diferentes espécies de mosquitos, fazendo análises de materiais e oviposição em laboratório, procederam experimentos onde os materiais em testes foram dispostos no interior do recipiente de oviposição. Para com isso analisar a ação atrativa ou repelente do material em teste (SATHO *et al.*, 2015; SUH *et al.*, 2016; BESERRA *et al.*, 2010).

Então, estudar a interação do mosquito *Aedes aegypti* com o óleo essencial de citronela microencapsulado em cera de carnaúba durante a postura dos ovos, permite verificar a ação repelente deste óleo, possibilitando também identificar a liberação controlada do óleo essencial da microcápsula. O design do dispositivo foi orientado pela metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis (PLATCHECK, 2012).

## 2. Procedimentos Metodológicos

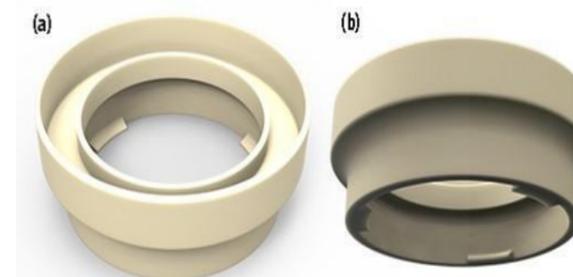
### 2.1. Dispositivos para bioensaios com mosquitos como sensores

Para a utilização dos mosquitos como sensores de volatilização em bioensaios de oviposição, foi necessário desenvolver uma peça para a disposição das microcápsulas a serem testadas, visto que essas não poderiam ter contato com a água no interior do recipiente de oviposição.

A peça (dispositivo) denominada “CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM DISPOSITIVO PARA TESTES DE MATERIAIS EM BIOENSAIOS”, com certificado de desenho industrial BR 302021003982-6 (Figura 1), foi desenvolvida para auxiliar no teste das microcápsulas em bioensaios de oviposição de mosquitos *Aedes aegypti*. O dispositivo é constituído de peça única, em material polimérico, produzido por injeção via impressão 3D. Possui estrutura de tamponamento com abertura central, com borda superior em formato de calha (para disposição dos materiais a serem testados) e parte inferior com estrutura de acoplamento, que pode incluir um sistema de rosca ou encaixe dependendo do tipo de recipiente ao qual será acoplado.

O dispositivo pode ser desenvolvido para qualquer dimensão, para encaixe com rosca ou acoplamento em recipiente de ensaio de oviposição ou hematofagia (Figura 1). Para a análise das microcápsulas foram utilizados dispositivos com diâmetro externo de 50 mm, altura total 20 mm e com capacidade de contensão e disposição de materiais de 1400 mm<sup>3</sup>.

Figura 1 – Estrutura do dispositivo, com parte inferior para acoplamento em sistema de rosca  
a) Imagem 3D - Vista superior, b) Imagem 3D – Vista lateral.



Fonte: elaborado pelos autores.

O uso deste dispositivo (Figuras 1) nos ensaios de oviposição permite a testagem de diversos materiais tendo o mosquito como sensor, sem interferência e contato com a água e o suporte de ovipostura. Facilita a visualização e contagem dos ovos colocados pelas fêmeas porque não sofrem interferência da água ou de micro-organismos que possam interferir positiva ou negativamente na postura dos ovos. Assim, é possível utilizar os mais variados tipos de atrativos ou repelentes para os bioensaios de oviposição, visto que os resultados são obtidos com um mínimo de erro ou desvio.

A Figura 2 retrata um resumo gráfico da utilização do dispositivo (Figura 1) em bioensaios com mosquitos.

Figura 2: Resumo gráfico da utilização do dispositivo.



Fonte: elaborado pelos autores.

No centro da Figura 2 é possível observar o dispositivo denominado “Configuração aplicada a/em dispositivo para testes de materiais em bioensaios”, no canto superior direito as microcápsulas que foram testadas, no canto superior esquerdo é retratada a forma de utilização do dispositivo e as microcápsulas dispostas nele. O canto inferior esquerdo da Figura 4 mostra a como foi realizado o bioensaio e no canto inferior direito que a aplicação dos mosquitos como sensores.

Para os bioensaios de preferência de oviposição foram utilizadas duas gaiolas (20x20x20cm) conectadas por um duto em acetato transparente (desenvolvidos para este ensaio), com 0,70 mm de espessura, 30 cm de comprimento e 10 cm de diâmetro, denominado “CONFIGURAÇÃO APLICADA A/EM DISPOSITIVO DE CONEXÃO DE GAIOLAS PARA TESTES DE MATERIAIS EM BIOENSAIOS”, certificado de desenho industrial BR 30 2022 001454-0, Figura 3.

Figura 3 – Gaiolas, bioensaio com preferência de escolha.



Fonte: elaborado pelos autores.

Todos os ensaios de oviposição foram realizados em triplicata, pois um número maior de repetições garante uma normalização estatística melhor dos dados e, por consequência, um menor de intervalo de confiança (esse tipo de experimento pode apresentar um erro considerável, quando realizado um experimento único). Além do recipiente de vidro para oviposição e do dispositivo para os tratamentos, em cada gaiola foi disposta uma solução aquosa com mel de abelhas como alimento para os mosquitos (fêmeas fecundadas e alimentadas).

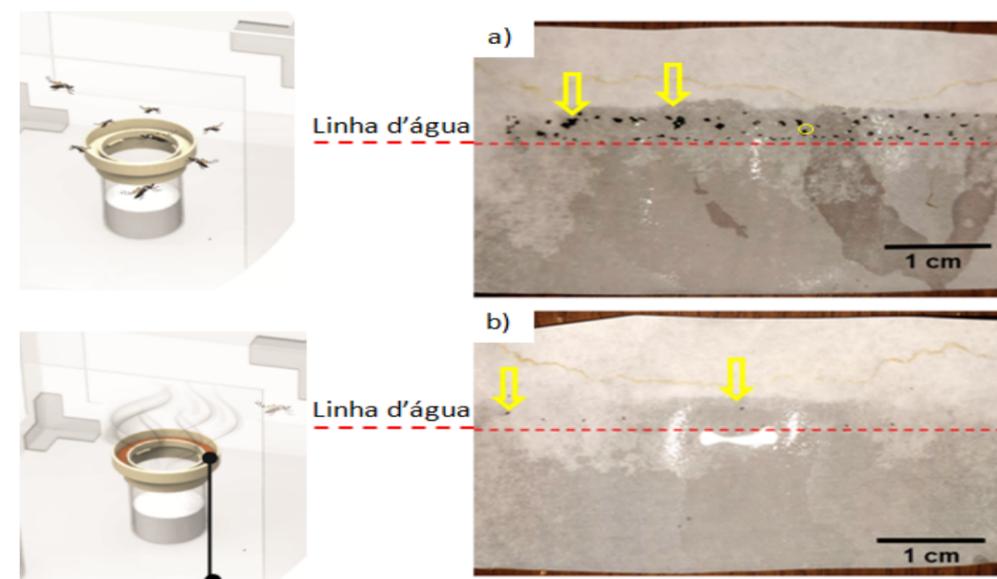
Para cada teste foram utilizados oito mosquitos (fêmeas fecundadas e alimentadas). Os mosquitos foram dispostos nas gaiolas pelo orifício de inserção do duto entre as gaiolas e, após 48 horas, os papéis filtro foram retirados, fotografados e a contagem dos ovos ocorreu no programa ImageJ.

### 3. Resultados

#### 3.1. Bioensaios com mosquitos como sensores

Por meio deste ensaio foi possível verificar a ação repelente dos voláteis liberados pelas microcápsulas aos mosquitos *Aedes aegypti*, inibindo a postura de ovos por um período de 48 horas. Para os resultados dos ensaios de oviposição, os papéis filtro foram retirados dos recipientes de oviposição e fotografados (Figura 4).

Figura 4 – Fotografias – papéis filtros  
(a) Dispositivo vazio, (b) dispositivo com as microcápsulas.



Fonte: elaborado pelos autores.

A Figura 4 retrata o resultado de uma das triplicatas dos bioensaios com preferência de oviposição, entre os dispositivos vazios (controle) e os dispositivos com microcápsulas. Nessa imagem é possível observar grande número de ovos, acima da linha d'água no ensaio denominado controle (Figura 4a). Já na Figura 4b é possível observar poucos ovos acima da linha d'água (ensaio com as microcápsulas), comprovando assim que a presença do óleo essencial de citronela tem efeito para a dissuasão da oviposição, inibindo a postura dos ovos.

### 4. Análises dos Resultados ou Discussões

Primeiramente, o presente estudo demonstra a importância do design de produto aplicado para gerar soluções projetuais de problemas que atingem uma ampla parcela da população, como no caso, auxiliarem na diminuição da infestação de mosquitos urbanos.

Assim, os resultados indicam que o dispositivo desenvolvido para testes de materiais em bioensaios de oviposição foram eficientes, pois permitiram não só a verificação da volatilização do óleo essencial de citronela das microcápsulas como também a identificação de que as proximidades dos locais de oviposição podem influenciar na escolha dos criadouros

de *Aedes aegypti*, e não somente a qualidade da água em que os ovos serão depositados, como já verificado em outros estudos (HARIKARNAKDEE e CHUCHOTE, 2018).

O duto desenvolvido para os dos bioensaios com preferência de oviposição (Figura 3) foi de extrema importância para a seleção dos locais de oviposição pelas fêmeas do *Aedes aegypti*, pois propiciou que não ocorresse interferência dos voláteis do óleo essencial de citronela das microcápsulas no recipiente denominado controle, disponibilizando livre acesso de uma gaiola a outra para a seleção do local adequado para a ovipostura.

### 5. Conclusão ou Considerações Finais

A análise de volatilização das microcápsulas, utilizando os mosquitos como sensores, se deu de forma qualitativa. A utilização dos dispositivos criados para esta análise possibilitou a verificação do efeito real da liberação lenta do óleo essencial de citronela das microcápsulas sobre as fêmeas de *Aedes aegypti* em ensaios de oviposição. Foi possível indicar também que os dispositivos criados para testar as microcápsulas podem ser utilizados para testar diferentes materiais em bioensaios com insetos voadores.

O Design de dispositivos possibilitou verificação e a identificação da presença e liberação controlada do óleo essencial de citronela microencapsulado em cera de carnaúba, mas, também, a indicação da possibilidade de estudar diferentes materiais para o controle do *Aedes aegypti*, este mosquito tão pequeno e tão temido.

### Referências

- ANDRADE-OCHOA, Sergio *et al.* Oviposition Deterrent and Larvicidal and Pupaecidal Activity of Seven Essential Oils and their Major Components against *Culex quinquefasciatus* Say (Diptera: Culicidae): Synergism–antagonism Effects. **Insects**, v. 9, n. 1, pág. 25, 2018. DOI: 10.3390/insects9010025.
- ATKOVSKA, Katerina *et al.* Essential oils as green repellents against mosquito vectors. **Quality of Life**, Vol. 12, Issue 1-2, pp. 51-60, 2021. DOI: 10.7251/QOL2101051A .
- BALOGH, Tatiana Santana *et al.* Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. **Anais Brasileiros de Dermatologia**, v. 86, n. 4, p. 732-742, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abd/a/TY4cpMgMDSMRskf6XqSxF8f/?format=pdf&lang=pt>.
- BEGUM, Gousia *et al.* A Review on Microencapsulation. **World J Pharm Sci**, 6(4): 25-36, 2018. Disponível em: <https://wjpsonline.com/index.php/wjps/article/view/review-manufacturing-evaluation-capsule> s.
- BESERRA, Eduardo Barbosa *et al.* Efeito da qualidade da água no ciclo de vida e na atração para oviposição de *Aedes aegypti*.(L.)(Diptera: Culicidae). **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 1016-1023, 2010. DOI: 10.1590/S1519-566X2010000600026

CALLISTER, Willian; RETHWISCH David. **Ciência e Engenharia de Materiais: uma introdução**. 8ª edição. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

CARVALHO, Isabel; ESTEVINHO, Berta Nogueira; SANTOS, Lúcia. Application of microencapsulated essential oils in cosmetic and personal healthcare products - A review. **International Journal of Cosmetic Science**, v. 38, n. 2, p. 109–119, 2016. DOI: 10.1111/ics.12232.

DANGA, Simon Pierre Yinyang *et al.* Mosquito oviposition-deterrent and ovicidal property of fractions and essential oils from *Plectranthus glandulosus* and *Callistemon rigidus* against *Aedes aegypti*, *Anopheles gambiae* and *Culex quinquefasciatus*. **International Journal of Biological and Chemical Sciences**, v.12, n.3, p. 1423-1436, 2018. DOI: 10.4314/ijbcs.v12i3.28.

DIXON, Angela VONDRA, Isabelle. Biting Innovations of Mosquito-Based Biomaterials and Medical Devices. **Materials**, v. 15, n. 13, p. 4587, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ma15134587>

GHAYEMPOUR, Soraya; MONTAZER, Majid. Micro/nanoencapsulation of essential oils and fragrances: Focus on perfumed, antimicrobial, mosquito-repellent and medical textiles. **Journal of Microencapsulation**, v. 33, n. 6, p. 497–510, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1080/02652048.2016.1216187>.

GNANKINÉ, Olivier; BASSOLÉ, Imaël Henri Nestor. Essential Oils as an Alternative to Pyrethroids' Resistance against *Anopheles* Species Complex Giles (Diptera: Culicidae). **Molecules**, v. 22, n. 10, pág. 1321, 2017. DOI: 10.3390/molecules22101321

HARIKARNAKDEE, Saraporn; CHUCHOTE, Chomnapas. Oviposition Deterrent Efficacy and Characteristics of a Botanical Natural Product, *Ocimum gratissimum* (L.) Oil-Alginate Beads, gainst *Aedes aegypti* (L.). **ScientificWorldJournal**, 2018. DOI: 10.1155/2018/3127214.

LORENZ, Camila; VIRGINIO, Flavia; BREVIGLIERI, Enrico Lopes. **O fantástico mundo dos mosquitos**. 1 ed. São Paulo: Livronovo, 2018. 141 p. Disponível em: [https://publicacoeseducativas.butantan.gov.br/web/mosquito/pages/pdf/89\\_Livro%20O%20FANT%20MUNDO%20DOS%20MOSQUITOS\\_internet.pdf](https://publicacoeseducativas.butantan.gov.br/web/mosquito/pages/pdf/89_Livro%20O%20FANT%20MUNDO%20DOS%20MOSQUITOS_internet.pdf)

ÖZBEK, Zeynep Aksoylu; ERGÖNÜL, Pelin Günç. A Review on Encapsulation of Oils. **Celal Bayar University Journal of Science**, [s. l.], v. 13, n. 2, p. 293-309, 30 jun. 2017 DOI: <https://doi.org/https://doi.org/10.18466/cbayarfbe.313358>.

PACHECO-TORGAL, Fernando *et al.* **Cost-effective energy efficient building retrofitting: Materials, technologies, optimization and case studies**. Woodhead Publishing, 2017. 632 p. ISBN: 9780081012277.

PATEL, Harnish *et al.* Matrix Type Drug Delivery System: A Review. **Journal of Pharmaceutical Science and Bioscientific Research (JPSBR)**, v. 1, n. 3, p. 143–151, 2011. Disponível em: [http://www.jpsbr.com/index\\_html\\_files/3\\_1151.pdf](http://www.jpsbr.com/index_html_files/3_1151.pdf)

PLATCHECK, Elizabeth R. Design Industrial: **Metodologia de Ecodesign para o Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. São Paulo: Editora Atlas S.A., 2012.



SÁNCHEZ, José Cegarra. Têxteis Inteligentes. *Química Têxtil*, v.1 n. 82, p. 52-77, 2006. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/posmoda/files/2008/07/T%c3%aaxteis-inteligentes.pdf>.

SATHO, Tomomitsu *et al.* Coffee and its waste repel gravid *Aedes albopictus* females and inhibit the development of their embryos. *Parasites & vectors*, v. 8, n. 1, p. 272, 2015.

Disponível em:

<https://parasitesandvectors.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13071-015-0874-6>.

SCHINCARIOL, Isabela. Pesquisadora alerta para surto de dengue no país. Conheça a formação do Campus Virtual sobre o tema. *In: FIOCRUZ. Campus Virtual Fiocruz*. Rio de Janeiro, 15 jun. 2022. Disponível em:

<https://campusvirtual.fiocruz.br/portal/?q=noticia/64956#:~:text=Conhe%C3%A7a%20a%20forma%C3%A7%C3%A3o%20do%20Campus%20Virtual%20sobre%20o%20tema,-Por&text=Desde%20o%20primeiro%20trimestre%20do,casos%20de%20dengue%20no%20pa%C3%ADs>

SILVA, Márcio Robert Mattos da; RICCI-JÚNIOR, Eduardo. An approach to natural insect repellent formulations: from basic research to technological development. *Acta Tropica*, [s. l.], v. 212, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.actatropica.2020.105419>.

SOLIMAN, Emad *et al.* Microencapsulation of Essential Oils within Alginate. *Journal of Encapsulation and Adsorption Sciences*, v. 03, n. 01, p. 48–55, 2013. DOI: 10.4236/jeas.2013.31006

SUH, Eunho *et al.* Suboptimal larval habitats modulate oviposition of the malaria vector mosquito *Anopheles coluzzii*. *PLoS One*, v. 11, n. 2, p. e0149800, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0149800>

WALTER, Yuri. **O conteúdo da forma**: Subsídios para seleção de materiais e design. Orientador: Prof. Dr. João Fernando Marar. 2006. 106 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de PósGraduação Desenho Industrial, FAACUNESP – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2006. Disponível em:

<https://www.faac.unesp.br/Home/Pos-Graduacao/Design/Dissertacoes/yuri.pdf>

WARIKOO, Radhika; WAHAB, Naim; KUMAR, Sarita. Oviposition-altering and ovicidal potentials of five essential oils against female adults of the dengue vector, *Aedes aegypti* L. *Parasitology Research*, v.109, n.4, p; 1125–1131, 2011. DOI: 10.1007/s00436-011-2355-y.

WOODING, Madelien *et al.* Controlling mosquitoes with semiochemicals: a review. *Parasites Vectors*, v. 13, n.80, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13071-020-3960-3>.

## A influências das emoções positivas para o desenvolvimento de artefatos com foco na sustentabilidade ambiental.

### *The influence of positive emotions on the development of artifacts with a focus on environmental sustainability.*

Anerose Perini, Mestre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

aneperini@gmail.com

Luís Henrique Alves Cândido, Doutor, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

candido@ufrgs.br

Gabriela Zubaran de Azevedo Pizzato, Doutora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

gabrielapizzato@gmail.com

### Resumo

O objetivo deste artigo é apresentar uma pesquisa qualitativa com análise documental das tendências de materiais têxteis para a moda de inverno de 2022, com o propósito de elucidar as relações entre atributos sustentáveis, estéticos, funcionais e simbólicos, bem como traçar um paralelo entre as emoções positivas que influenciam a escolha dos consumidores por artefatos sustentáveis de moda. Ademais, busca-se avaliar a percepção dos consumidores em relação aos atributos estéticos, simbólicos e ecológicos utilizados na seleção de têxteis para a criação de artefatos sustentáveis para a sociedade contemporânea, mesmo sem conhecimento prévio sobre moda. Com base nas análises realizadas, este estudo visa fornecer *insights* para que os designers possam escolher materiais de menor impacto ambiental para suas coleções e, assim, promover uma comunicação mais efetiva com o público-alvo.

**Palavras-chave:** Atributos de projeto, Design e emoção, Materiais sustentáveis, Tendências de moda.

### Abstract

*The objective of this article is to present a qualitative research with documentary analysis of textile material trends for the winter fashion of 2022, in order to elucidate the relationships between sustainable, aesthetic, functional, and symbolic attributes and to draw a parallel between the positive emotions that influence consumers' choice of sustainable fashion artifacts. Furthermore, this study seeks to evaluate consumers' perception of the aesthetic, symbolic, and ecological attributes used in selecting textiles for the creation of sustainable artifacts for contemporary society, even without prior*

*knowledge of fashion. Based on the analyses conducted, this study aims to provide insights for designers to choose materials with lower environmental impact for their collections and thus promote more effective communication with the target audience.*

**Keywords:** Design attributes, Design and emotion, Sustainable materials.

## 1. Introdução

As fibras e os materiais têxteis têm importância significativa no ramo do design de moda, na era das cavernas o uso de peles e pelos dos animais serviu para proteger o corpo das intempéries. Com o passar dos tempos, a evolução humana promoveu o progresso do uso das fibras e formas de cobrir o corpo, além dos processos de fabricação. A vestimenta passou a ter significados que ultrapassam a função de proteção, contemplando características estéticas e simbólicas para o viver em sociedade. Na moda atualmente, os produtos industrializados são dotados de "funções estéticas para possibilitar sua percepção pelo homem", com o objetivo de atrair a atenção das pessoas, provocando o ato da compra. (LÖBACH, 2000, p.63). Quando satisfeitos com o produto, os usuários tendem a buscar percepções emocionais mais fortes. Assim, os produtos que satisfizerem as necessidades básicas e psicológicas do usuário têm maior probabilidade de provocar um envolvimento afetivo com o produto. (SHIN; WANG, 2015).

O design emocional na moda ganhou maior importância no final do século XX, com o foco em estratégias para tornar o produto mais atraente, contando histórias repletas de significado e difundindo marcas de moda que traduzem ludismo em suas coleções para satisfazer o prazer de consumo por meio de tendências atuais e estética contemporânea. Uma das características do design de moda é seduzir os consumidores e guiá-los no estímulo às compras, utilizando a emoção para aproximar a marca e o criador dos clientes e propor um símbolo de status. (LIPOVETSKY; SERROY, 2015).

O designer, por sua vez, é responsável por criar produtos mais assertivos para seu público-alvo, pois está diretamente ligado às etapas de projeto desde a criação o conceito de design até as escolhas do projeto como materiais, formas, acabamentos técnicos, e processos de produção. Para tanto, torna-se responsável por averiguar todos os critérios que levam ao desenvolvimento de um produto de design e quais impactos causam aos seres humanos e ao ecossistema. (MANZINI; VEZZOLI, 2011; SALCEDO, 2014).

No ano de 2017, a ONU lançou os 17 Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável, com o objetivo de alcançar melhorias no desenvolvimento humano, ambiental e na qualidade de vida em países desenvolvidos e subdesenvolvidos até 2030. O Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12, intitulado "Consumo e produção responsáveis", tem como objetivo principal garantir padrões de consumo e produção sustentáveis, promovendo o uso eficiente dos recursos naturais e uma gestão ambiental adequada. Isso inclui a redução de impactos negativos no ecossistema, a diminuição da geração de resíduos e a conscientização sobre o uso responsável de recursos naturais, bem como medidas de prevenção, redução, reciclagem e reutilização.

Essas questões são de extrema importância para os designers, pois eles precisam considerar o ciclo de vida dos produtos, desde o início da cadeia produtiva até o fim de sua vida útil, bem como seus impactos ambientais, ao criar suas coleções. Para dar início às coleções com maior assertividade no mercado, designers buscam birôs que ajudam na escolha de tendências e materiais. Um dos birôs com maior divulgação no Brasil é a plataforma online Usefashion que existe desde o ano 2000, e leva informações estratégicas sobre tendências de moda para seus clientes, com até 24 meses de antecipação de informação de moda. No ano de 2017 a plataforma foi comprada pela WGSN, uma autoridade na pesquisa de tendências de moda no mundo. (FFW, 2018).

Nesse sentido, é crucial entender como a Usefashion, um veículo de comunicação de moda virtual difundido no mercado nacional, aborda a sustentabilidade ambiental em suas coleções e como isso pode influenciar as escolhas dos designers em relação a produtos têxteis para a moda. Com base nos painéis apresentados neste artigo, realizou-se uma pesquisa quantitativa e qualitativa com o público consumidor não-designer, para identificar as emoções positivas que podem ser aproveitadas na escolha de têxteis e como isso pode ajudar os designers a criar artefatos de design atraentes para o público.

O artigo está dividido em três partes, nas quais são exploradas as emoções humanas e sua evolução com base em autores como Norman (2008), Tiger (2008) e Crilly et al. (2004). Em seguida, são examinadas as interações entre o ser humano e o produto, com base em Desmet e Hekkert (2007) e Chapman (2005). Na segunda parte, são utilizados os estudos de Shin e Wang (2015) para criar categorias de análise para os atributos estéticos e simbólicos em produtos de design, com base na teoria de Zafarmand et al. (2003) para escolher e descrever os atributos estéticos ecológicos. Por fim, são apresentadas cada uma das tendências de moda e a avaliação das emoções reportadas pelos consumidores de moda, com base na teoria de Desmet (2012), bem como as 25 emoções positivas para a aquisição de produtos sustentáveis e nos principais atributos identificados nos painéis de estudo.

## 2. Os seres humanos e as emoções

Na área do design, a essência para criar um produto, atraente e com usabilidade para a sociedade, parte de pesquisas prévias e decisões de projeto. O designer é o responsável por essas escolhas e considera o tipo de produto ou a linha que o produto pertence para determinar tamanho, forma, material, cores, superfícies e acabamentos técnicos. (LOBACH, 2001). Contudo, na maioria das vezes o designer responsável pelo projeto e normalmente não será o usuário final, o que impacta nas características do produto que pode não atender a realidade do usuário ou, ainda, suas verdadeiras necessidades ou exigências sociais ou culturais. (CRILLY, et al., 2004; NORMAN, 2008; TONETO; COSTA, 2011).

Desmet e Hekkert (2007) consideram que, a partir dos anos 60, a criação de vínculos afetivos com os produtos se tornou campo de estudo para diversas áreas além do design. Mas no ramo da moda, apenas no final do século XX as experiências de consumo começaram a favorecer os 5 sentidos, a fim de "[...] elevar as qualidades percebidas ou o contato sensível do produto", para reforçar a qualidade da marca ao trazer sentido e conforto percebido, além das emoções percebidas pelo usuário. (LIPOVETSKY; SERROY, 2015, p. 252-253).

O design para a emoção desempenha um papel fundamental na criação de objetos do cotidiano. Os designers utilizam taxonomias para criar novas linguagens no desenvolvimento de produtos emocionais, desde a adaptação de signos e associações de psicologia da cor, teoria da Gestalt, formas ou no uso de materiais e texturas. Chapman (2005, p. 99) salienta que o design tem a particularidade de mexer com as emoções humanas individuais nas escolhas, e que, além da “[...] simulação e associação, os produtos fornecem gatilhos para que esse processo vital sociológico ocorra [...]. O propósito e a racionalidade da emoção servem apenas para diminuir a potência intuitiva do design”, no mundo complexo e cheio de significados em que vivemos.

As emoções, segundo Norman (2008), são diferentes para cada indivíduo, pois a forma como cada pessoa entende o mundo é diferente e as emoções podem ser alteradas, de acordo com a mente humana e a capacidade de solucionar problemas. As emoções, em si, têm papel fundamental para o desenvolvimento humano na vida cotidiana, principalmente na tomada de decisão, o que auxilia na avaliação de situações seguras ou perigosas, boas ou más, “[...] o sistema emocional muda a maneira como o sistema cognitivo opera”. (NORMAN, 2008, p. 38).

Shin e Wang (2015, p. 2296) acrescenta que “a cognição e os processos mentais são aspectos importantes da emoção”. Porém, na psicologia a emoção é definida como um estado complexo de sentimentos que, por sua vez, “[...] resulta em mudanças físicas e psicológicas que influenciam o pensamento e o comportamento”. (SHIN; WANG, 2015, p. 2296). As emoções só existem no momento que passam por um processo de avaliação. As respostas cognitivas sobre um objeto partem do julgamento do usuário sobre as informações percebidas. Para Crilly et al. (2004), as categorias cognitivas partem da resposta à aparência de um produto, descritas como impressão estética, interpretação semântica e associação simbólica. A impressão estética “é definida como a sensação que resulta da percepção da atratividade (ou não) nos produtos”, diretamente ligada à forma e aos aspectos sensoriais (CRILLY et al., 2004, p. 6). A interpretação semântica diz respeito à percepção da forma de um produto e sua funcionalidade. Já a associação simbólica é a percepção do que um produto diz sobre e os significados sociais e pessoais.

Tiger (2008), a fim de entender os gatilhos para as reações e emoções, faz uma análise com o passado e a evolução do homem, uma vez que os prazeres despertam os gatilhos e refletem as capacidades e necessidades humanas, sendo divididos em quatro categorias distintas: fisiológico, sociológico, psicológico e ideológico. O prazer fisiológico se relaciona com o corpo, provendo experiências sensoriais ao indivíduo que podem estar conectadas com os cinco sentidos (audição, olfato, paladar, tato e visão).

O autor discute três tipos de prazer: sociológico, psicológico e ideológico. O prazer sociológico refere-se às relações e interações humanas, enquanto o prazer psicológico é a satisfação de usar uma habilidade para concluir uma tarefa. O prazer ideológico é o prazer que as pessoas recebem de entidades teóricas como a música, os filmes, a arquitetura, as artes, os objetos e a natureza. É um prazer mental vinculado à estética e frequentemente relacionado à área privada de cada indivíduo. (TIGER, 2008).

A evolução do homem fez com que o afeto, emoção e cognição também evoluíssem. O cérebro tem três estruturas: o nível visceral, comportamental e reflexivo, que estão relacionadas com os três tipos de design: design visceral se relaciona com aspectos físicos e

estéticos, o comportamental com usabilidade e função e o reflexivo com significado e satisfação pessoal. (NORMAN, 2008).

Contudo, a experiência com um produto pode estar associada ao afeto, e ainda ser relacionada aos estímulos de humor e às interações entre o homem-produto (DESMET; HEKKERT, 2007). O afeto está extremamente vinculado à emoção e ao “sistema de julgamento” possibilitando a criação do juízo de valor sobre as coisas. Norman (2008) complementa que isso pode influenciar a escolha estética de um objeto, pois os “[...] objetos atraentes fazem as pessoas se sentirem bem, o que por sua vez faz que pensem de maneira mais criativa”. Um objeto atraente se torna mais fácil de usar e interagir, o que ajuda na solução de problemas. (NORMAN, 2008, p. 39). Da mesma forma, Lipovetsky e Serroy (2015) acreditam que um design mais afetivo consegue desenvolver maior proximidade com o consumidor e seus sentimentos. Por trás de um produto existe “[...] a diversidade das estéticas e que reúne o imaginário do conceitor, o poder de evocação sentimental dos objetos, a dimensão do prazer sensorial do consumidor [...]”. (LIPOVETSKY; SERROY, 2015, p. 250).

Shin e Wang (2015, p. 2298) reforçam o conceito de que a experiência do usuário com um objeto aprimora a experiência do design emocional durante o processo de interação e auxilia nas emoções positivas e vínculos afetivos com o produto, “que podem ser construídos principalmente de três maneiras: para resolver o problema crítico; para criar uma experiência única; para evocar memórias e para refletir emoções e autoimagem”. Já Norman (2008) complementa que o designer necessita de criatividade, raciocínio, esforço e concentração para criar um design que mecha com os três níveis: visceral, comportamental e reflexivo. Para isso, se faz necessário que o designer conheça o público-alvo e sua segmentação de mercado, seus prazeres, sentimentos, necessidades e vontades.

## 2.1 A interação do homem-produto

As experiências com os produtos podem ser determinadas pelo usuário, pelo tipo de produto ou do ambiente em que está inserido, sendo que essas variáveis podem mudar as relações sobre as interações e as experiências (DESMET; HEKKERT, 2007; NORMAN, 2008). Além disso, a experiência com determinado produto é muito complexa e multifacetada, pois envolve “[...] manifestações como sentimentos subjetivos, comportamentais, reações expressivas e reações fisiológicas”. (DESMET; HEKKERT, 2007, p. 59).

Desmet e Hekkert (2007) apresentam a interação de um usuário com o produto, definindo a estrutura da experiência a partir das três camadas divididas em experiência estética, atribuição de significado e resposta emocional. Na figura 1 é possível compreender a estrutura da experiência do homem com o uso de um produto.

Figura 1: Adaptado da estrutura da experiência do produto.



Fonte: Desmet e Hekkert (2007, p.60)

Por experiência estética é considerada a capacidade de avaliar um produto, tendo prazer com os aspectos sensoriais provocados através da agradabilidade da forma, som e cheiro. A percepção sobre um objeto, nas camadas estéticas e comportamental, está vinculada fortemente aos níveis visceral, descrito por Norman (2008), e à impressão estética, descrita por Crilly et al. (2004), e ao prazer fisiológico, descrito por Tiger (2008). Desmet e Hekkert (2007) argumentam que uma experiência estética pode dar origem à experiência emocional, pois quando escolhemos produtos buscamos algo que proporcione prazer e evitamos o produto que proporciona desprazer. A "experiência de significado" se instala quando atribuímos significados e interpretações ao produto como, por exemplo, características que ativam as lembranças, que são culturalmente relevantes, ou que expressam associações pessoais outras associações e julgamentos. Isso possibilita atribuir personalidade ou características que expressam significado pessoal. Quanto mais próximo da personalidade do usuário, mais afetivo se torna um produto (DESMET; HEKKERT, 2007). Essa camada está relacionada aos processos do nível reflexivo, que incluem tanto a camada comportamental quanto a camada de significado, descritos por Norman (2008), aos prazeres sociológico e psicológico, descritos por Tiger (2008) são ligadas à associação simbólica e a interpretação semântica, descritas por Crilly et al. (2004).

As associações representam como percebemos um produto ou uma marca, seus símbolos de valor, estilo de vida ou, ainda, os aspectos de produção de um produto. Norman (2008) explica que o designer pode criar produtos que ultrapassem a forma física, assumindo então uma "forma social" com "funções simbólicas", para causar emoções e experiências agradáveis ao usuário.

"Como todo significado, o significado relacional pode estar relacionado ao design real (como o material e a forma), mas também a outros determinantes, como preço, anúncios, opiniões de outras pessoas e experiências anteriores". (DESMET; HEKKERT, 2007, p. 64). Contudo, o significado é referente à maioria das experiências e expectativas dos usuários, como consequência de consumir ou utilizar um determinado produto ou, ainda, ser atraído pelo status social, história ou exclusividade que o produto proporciona.

A camada "experiência emocional" inclui o elemento afetivo e as emoções agradáveis ou desagradáveis que surgem durante a interação com um produto. Essas emoções são únicas para cada indivíduo e são resultado de um processo cognitivo de avaliação. As experiências estão interligadas e podem ser difíceis de separar, ativando diferentes níveis de significado,

compreensão estética ou respostas emocionais. Por exemplo, um produto esteticamente agradável pode transmitir o sentido de exclusividade e desejabilidade. (DESMET; HEKKERT, 2007). Desmet (2012) propõe que existem 25 emoções positivas das interações entre os homens e os produtos e descreve como: admiração, diversão, novidade, confiança, coragem, desejo, devaneio, encantamento, energia, euforia, fascinação, esperança, inspiração, alegria, gentileza, amor, luxúria, orgulho, relaxamento, alívio, respeito, satisfação, surpresa, simpatia e adoração.

## 2.2 O design e os atributos estéticos, simbólicos e sustentáveis

De acordo com Löbach (2001), os produtos possuem diversas funções, que podem ser hierarquizadas pela importância, sendo a principal acompanhada de funções secundárias que frequentemente são ignoradas. Existem funções estéticas e simbólicas que podem ser adicionadas aos projetos de design, e o designer precisa ter informações objetivas sobre as necessidades estéticas e simbólicas de seus usuários para estabelecer critérios racionais de design e tornar os produtos mais atrativos. (LÖBACH, 2001). Norman (2008) complementa que o designer deve refletir sobre a fragilidade do design para criar um produto, e contempla que "se o produto é algo fundamental para a vida e para o bem-estar, a resposta adequada é ignorar as alterações contínuas no sentido popular e almejar alcançar um valor de longa duração [...]. O produto deve buscar o equilíbrio entre os três níveis do design". (NORMAN, 2008, p. 79).

Para tornar um produto mais atraente, Zafarmand et al. (2003) propõem uma categorização dos atributos estéticos de um produto de design, que é composta por critérios e qualidades estéticas que auxiliam os designers no desenvolvimento de um produto mais sustentável. Os três níveis da estética para a sustentabilidade referem-se à "filosofia e conceitos", ao "contexto e estratégias" e, por fim, aos "elementos estéticos do produto". Esses três níveis são divididos em sete categorias principais, que podem ser subjetivas ou objetivas na concepção de um produto mais sustentável, conforme apresentado o Quadro 1 (ZAFARMAND et al., 2003, p. 177).

Quadro 1: Estética e sustentabilidade.

Os atributos estéticos e sustentáveis que promovem a sustentabilidade de um produto.	
Atributos	Descrição dos parâmetros
Durabilidade Estética	Condiz com a utilização do produto por um longo período de tempo, com características de um design moderno ou neutro, e está atrelado com as tendências.
Modularidade e a capacidade estética de atualização	Contempla a habilidade de atualizar o produto, ou seja, um design modular que pode ser atualizado com mudanças tecnológicas e de estilo.
Simplicidade e minimalismo	Têm como critérios essenciais a economia do número de peças e componentes, o que torna o design mais elegante e é considerado minimalista, com uma simplicidade clássica e sofisticada.
Lógica e a funcionalidade	Traduz-se em uma estética clara, com formas lógicas que expressam as características funcionais, facilitando a interação com o usuário.
Formas naturais	"Design de valor natural" se traduz em inspirações do biomimetismo ou design biônico, com formas orgânicas, suaves e naturais.

Identidade local e a estética cultural	Estilo que apresenta produtos desenvolvidos de acordo com as condições ambientais e culturais, traduzidos em abordagens que têm características influenciadas pela arte e artesanato regionais.
Diversidade e individualidade	Dominam as questões de estilo desses produtos, uma vez que oferecem a possibilidade do consumidor participar nos processos de escolha e desenvolvimento, personalizando-os de acordo com seu gosto pessoal.

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Zafarmad et al. (2003).

Portanto o artigo aborda requisitos para a estética sustentável de Zafarmad et al. (2003) além dos atributos estéticos e simbólicos, com base no estudo dos autores Shin e Wang (2015), incluindo emoções desencadeadas por atributos estéticos (Forma, Cor e Textura), atributos funcionais (Compreensibilidade, Ergonomia, Usabilidade e Desempenho) e atributos simbólicos (Marca, Memória, Forma de Arte, Marketing, História, Cultura, Resposta Intelectual, Personalização, Customização e Publicidade).

### 3. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa qualitativa descritiva tem como estratégia a utilização dos estudos citados anteriormente para compreender como é a comunicação do birô UseFashion e as tendências de moda apresentadas em seus tecidos, além de analisar os critérios sobre a descrição de sustentabilidade ambiental. Metodologicamente, o artigo está composto em duas etapas. A primeira consiste na seleção das quatro principais tendências de materiais do inverno de 2022 do birô de pesquisa de tendências online UseFashion (2021). A proposta visa compreender como os materiais e atributos citados se relacionam e como eles se conectam à sustentabilidade ambiental por meio da apresentação de tecidos.

Na segunda etapa, um questionário digital foi aplicado ao público consumidor não-designer, baseado nos painéis das tendências do UseFashion para o inverno de 2022, com o objetivo de captar suas opiniões e sentimentos em relação à aparência visual dos tecidos. Para isso, são utilizados materiais já pré-estabelecidos, com foco nos atributos de pesquisa e nas emoções desencadeadas por atributos de Shin e Wang (2015), nos atributos sustentáveis de Zafarmad et al. (2003) e nas emoções positivas de Desmet (2012).

#### 3.1 Análise das tendências de moda inverno 2022

As tendências de moda conduzem os significados sobre os produtos e as questões estéticas que levam à identificação do público consumidor. Caldas (2006) explica que o termo “tendência” tem como significados “tender para”, “inclinarse para” ou ser “atraído por”. (CALDAS, 2006, p. 23). No mercado de moda, a efemeridade que nasce da sociedade de consumo, é constituída por expressões sociais que evidenciam fenômenos coletivos de aceitação do critério estético. Assim nascem as tendências de moda que são lançadas pela indústria de tecidos e corantes a cada estação, modificando o caimento, cores, texturas, materiais e estampas com a finalidade de comercializar algo que é novo. As marcas de moda são, muitas vezes, as responsáveis por trazer as tendências de forma comercial, explicitando as mudanças estéticas de uma época. (LIPOVETSKY; ROUX, 2005; ERNER, 2015; LIPOVETSKY; SERROY, 2015). Entretanto, Caldas (2006, p. 50) chama atenção para os

“[...] comitês de cores internacionais, birôs de estilo e tendências, salões profissionais, estabelecendo padrões que serão mais ou menos seguidos pelos produtores”. Nesse caso, as tendências possibilitam a construção dos fluxos de orientação que determinam a moda.

O material de tendências para o inverno 2022 apresentado pelo UseFashion (2021) apresenta 4 categorias denominadas "Confortável e Durável", "Sustentável e Natural", "Tecnológico e Protetor" e "Luxuoso e Exuberante". Para melhor compreensão dos requisitos sustentáveis ambientais apresentados pelo birô o Quadro 2 apresenta as tendências divididas em categorias, a descrição dos materiais, beneficiamentos e construção têxtil.

Quadro 2: Tendências UseFashion inverno 2022

Categorias			
Tendência	Matéria-prima	Processo de beneficiamento	Construção têxtil
Tendência 1 Confortável e durável	Fibras naturais: algodão, linho, cânhamo e lã.	Cores de tingimento empoeirado	Malharia e Tecidos planos, tecidos leves de alta performance
	Artificiais: cupro, o Lyocell, Tencel.	Respirável	Popeline
	Fibras sintéticas: poliéster reciclado.	Impermeável	Acolchoado, Matelassado, Tecidos duvidados
Tendência 2 Sustentável e Natural	Fibras naturais de origem veretal: materiais orgânicos, algodão, linho, cânhamo	Sem tingimento e texturas naturais ou que lembram a natureza	Superfícies enrugadas ou com efeito "craquelado" e irregular
	Fibra animal proteica: lãs recicladas, de merino ou mohair	Coloração off white, natural ou tons terrosos	Feltro
	Fibras artificiais: Plástico reciclado, poliéster e nylon	-	Feltro

Continua.

Categorias			
Tendência	Matéria-prima	Processo de beneficiamento	Construção têxtil
Tendência 3 Tecnológico e protetor	Fibras sintéticas: recicladas	Texturas lisas, luminosas, vibrantes, polidas	Propriedades funcionais, estética de performance e tecidos protetores.
	Fibras sintéticas: recicladas	Cores fortes, tons ácidos	Tecidos impermeáveis, leves, respiráveis: rip stop e nylon
	Fibras sintéticas: PU, poliéster regenerado e nylon	Aparência futurista	Efeitos <i>glossy</i> e metalizados
	Composições biológicas	Corantes ecológicos	Têxteis com fios de alta torção

	Fibras naturais: lã e cânhamo	Estamparia por <i>transfers</i> por calor e impressão digital	Texturas naturais
Tendência 4 Luxuoso e Exuberante	Fibras sintéticas: poliéster reciclado	Cores são escuras e intensas	Tecidos de jacquard, rendas e bordados
	Fibra natural: Algodão ou Fibra artificial: modal	Estampas florais ou com arabescos de fundo escuro	Aspecto aveludado, Veludo molhado
	Fibras sintéticas: poliéster reciclado	Beneficiamentos como bordados com fios coupé	Superfícies elaboradas
	Fibra artificial: Tencel ou EcoVero	Cores são escuras e intensas	Acabamento acetinado aparência sofisticada
	Fibra artificial: Lyocell e viscose	Cores são escuras e intensas	Cetim de crepe e chiffon
	Fibra Sintética: PET reciclado	Cores são escuras e intensas	Jersey ou rendas com elastano
	Fibras naturais: seda e algodão	Cores são escuras e intensas	Organzas, tafetás, rendas Chantilly

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Shin e Wang (2015)

No Birô, as questões sobre o ciclo de vida dos produtos são limitadas, tendo como principais termos o "reciclado", para a fibra regenerada o termo "EcoVero", e para as fibras naturais, e o "orgânico" para outras. No entanto, não são fornecidos selos ou descrições de beneficiamentos que possam ajudar os designers a fazer escolhas mais assertivas em suas análises de produtos. Os textos apresentados, embora poéticos, mostram as tendências de moda e a atmosfera das amostras têxteis. No entanto, a interpretação pode variar de acordo com o nível de conhecimento de cada profissional que analisa o material.

Na tendência "Confortável e Durável", é abordada a questão do consumo consciente, que tem sido cada vez mais valorizado nos últimos anos, especialmente durante a pandemia, quando as pessoas foram obrigadas a repensar suas compras e avaliar como os produtos afetam suas vidas. O Birô alerta para a crescente valorização de produtos duráveis e atemporais, que oferecem conforto e bem-estar ao vestir. As peças dessa tendência se caracterizam por aconchegante, neutra e clássica.

A segunda tendência apresentada, denominada "Sustentável e Natural", destaca a importância da sustentabilidade ambiental no consumo de moda, enfatizando a responsabilidade de escolher peças produzidas com materiais naturais e processos 100% limpos. Além disso, essa tendência se caracteriza por uma estética mais rústica, explorando recursos como "[...] efeitos irregulares, mix de pontos, acabamentos desgastados e fios mesclados são alguns recursos explorados". (USEFASHION, 2021)

A terceira tendência apresentada, intitulada "Tecnológico e Protetor", destaca a importância da tecnologia nos processos e características dos materiais têxteis, que são incorporados à estética das peças, resultando em uma aparência protetora e com propriedades funcionais.

Já a última tendência, chamada "Luxuoso e Exuberante", é direcionada aos consumidores que preferem o luxo e a extravagância em suas peças. Essa tendência se caracteriza por

tecidos em tons escuros, com destaque para um visual dramático e opulento, explorando tanto versões de tecidos sintéticos como naturais, mas com acabamento opulento e superfície elaborada.

As tendências do Usefashion para o inverno 2022 foram divididas em quatro categorias das quais as imagens na figura 2 tem a organização das informações fornecidas pelo Birô de acordo com as tendências. Os materiais coletados foram agrupados em painéis composto por imagens correspondentes aos materiais têxteis do Birô, e são utilizadas as informações sobre tendências relacionadas a tecidos planos, tecidos de malharia circular, malharia retilínea, couro, jeans e estamparia. Além disso, o uso de palavras-chave de cada tendência foi incluído para melhorar a compreensão do público consumidor.

Figura 2 - Tendências de tendência Usefashion inverno 2022, na esquerda superior a tendência 1 "Confortável e durável", abaixo a tendência 2 "Sustentável e Natural", a direita superior a tendência 3 "Tecnológico e protetor, e abaixo a tendência 4 "Luxuoso e exuberante".



Fonte: Elaborada pelos autores a partir de UseFashion (2021)

O sistema da moda precisa da colaboração de indústrias, criadores e marketing para promover novos conceitos. Caldas (2006) destaca que as palavras "tendência" e "moda" muitas vezes se fundem, uma vez que o que apresentada como tendência algo que já se tornou moda ou se pretende tornar. O aumento do consumo na indústria da moda no século XXI traz a necessidade de repensar o ciclo de vida dos produtos e seu desenvolvimento.

Assim, a proposta do Life Cycle Design (LCD), defendida por Manzini e Vezzoli (2011), visa minimizar os problemas ambientais, sociais e éticos na produção de produtos relevantes para a sociedade, seguindo requisitos ecológicos desde a fase de *concept design* até a facilidade de desmontagem. A reciclagem é apresentada como uma oportunidade para melhor aproveitamento de recursos e ganho ambiental.

Segundo Sancedo (2014) e Gwilt (2014), a reutilização de fibras é mais sustentável do que a produção de fibras brutas, resultando em menor impacto ambiental, redução no uso de recursos e de emissões de CO<sup>2</sup>. Os avanços tecnológicos na reciclagem de fibras ajudam a

construir têxteis mais sustentáveis, pensando em produtos com o reaproveitamento de materiais e menor impacto. No entanto, é necessário entender as emoções e escolhas relacionadas à sustentabilidade dos usuários para desenvolver produtos com sustentabilidade ambiental e considerar atributos estéticos, funcionais, simbólicos e ecológicos na criação de artefatos de design.

### 3.1.1 Definição do Recorte e Seleção da Amostra

A aplicação do questionário tem como objetivo compreender quais tecidos, atributos e emoções foram associados a cada painel, utilizando as respostas cognitivas dos participantes. A proposta é categorizar as emoções positivas em relação a cada painel, conforme a pesquisa elencada. Para isso, o questionário foi realizado em formato digital e divulgado abertamente nas redes sociais dos pesquisadores para um escalonamento natural. A intenção foi obter um número possível de respostas para a pesquisa em até 48 horas. Foram obtidas 45 respostas.

## 4. Análises dos Resultados e Discussão

No questionário, a primeira etapa de coleta valorizou compreender como o público consumidor reconhece e o que espera de um produto com características sustentáveis. Seguindo os atributos sustentáveis Zaffarmad et al. (2003), a ordem de respostas caracterizou a “Durabilidade estética” como o mais importante, com 50% das respostas. Em segundo lugar, apareceu “Identidade local e estética cultural” com 33,3%, seguido por “Lógica e a funcionalidade” com 27,2% das respostas. A “Modularidade e a capacidade estética de atualização” e a “Diversidade e individualidade” tiveram 25% de respostas cada uma, seguidas por “Simplicidade e minimalismo” com 19,8% e, por último, “Formas naturais” com 13,8% de respostas.

A segunda pergunta do questionário de múltipla escolha buscou compreender quais emoções positivas, com base no estudo de Desmet (2012), um produto sustentável poderia desencadear. Os resultados indicaram que as principais emoções positivas foram “Admiração” e “Respeito”, ambas com 62,5% de respostas, seguidas por “Satisfação” com 54,2%, “Inspiração” com 45,8% e “Confiança” com 41,7%. Em contrapartida, as emoções com menor resposta ou nenhuma resposta foram “Luxúria”, “Devaneio” e “Diversão”, todas com 0% de respostas. “Relaxamento” obteve apenas 1% de respostas, enquanto “Adoração”, “Gentileza”, “Fascinação” e “Coragem” receberam 2% cada.

O Nível Reflexivo proposto por Norman (2008) é abordado nas duas primeiras perguntas do questionário, que investigam a relação entre o atributo sustentável e as emoções positivas. As escolhas apresentadas nessas perguntas são coerentes com as justificativas e aspectos técnicos dos têxteis que aparecem posteriormente nas duas últimas perguntas. Na penúltima pergunta do questionário, pretendemos compreender quais dos três atributos são mais relevantes para a escolha de produtos com características sustentáveis. Os respondentes apontaram de forma igual que tanto o atributo estético quanto o atributo ergonômico são relevantes para adquirir um artefato sustentável de moda.

Quadro 3: Análise do público consumidor sobre as tendências.

Tendências X Atributos			
Tendência	Atributo estético	Atributo Funcional	Atributo simbólico
Confortável e Durável	Textura	Usabilidade	Memória, História e Cultura
Sustentável e Natural	Forma	Ergonomia	Cultura, Memória e Personalização
Tecnológico e Protetor	Cor	Ergonomia e Desempenho	Personalização, a Customização e a Forma de Arte
Luxuoso e Exuberante	Textura e Forma	Ergonomia	Forma de Arte, Personalização e Customização

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de Shin e Wang (2015)

Na última pergunta do questionário, solicitamos que os respondentes relatassem sobre alguma peça com atributos estéticos, funcionais, simbólicos ou sustentáveis que possuam e assim descrevessem suas características, além de informar por qual motivo adquiriram o artefato. As respostas obtidas variaram, pois, alguns participantes relatando histórias pessoais ligadas às peças, enquanto outros mencionaram informações sobre as marcas responsáveis pela criação e produção das peças, que divulgam suas formas de produção e inspiração e permitindo que o público faça parte da história da marca e tenha consciência sobre a compra. Em geral, a maioria das respostas destacaram um forte apego emocional às peças e trouxeram descrições detalhadas sobre sua composição, enfatizando sua relevância em relação aos atributos estéticos, funcionais, simbólicos ou sustentáveis.

O Nível Visceral de Norman (2008) é traduzido nas escolhas do público-alvo sobre os painéis e justificam as escolhas sobre os atributos estéticos, atributos funcionais e atributos simbólicos. Fatores determinados como a aparência, convenções sociais e simbolismos culturais são decodificados e traduzidos no atributo simbólico. Na análise dos resultados sob esse atributo é possível perceber que as associações e julgamentos são dotados de características que expressam significados pessoais, diferenciando cada um dos painéis apresentados sobre as tendências (DESMET; HEKKERT, 2007).

## 5. Considerações Finais

Ao listar as emoções provenientes de um têxtil sustentável, reforça-se a possibilidade de incorporar tais valores na indústria da moda através dos atributos estéticos, simbólicos e ecológicos, visando criar produtos mais atrativos, coerentes em estilo de tendências de moda e significativos para os usuários finais, além de fornecer informações relevantes para que os designers optem pelo seu uso nas coleções. Isso reflete em atributos e emoções positivas esperadas pelos consumidores. Visto que, a coleta foi realizada a partir das redes sociais dos pesquisadores com escalonamento natural, a pesquisa pode ter um viés nas respostas adquiridas, o que possibilita nova realização da pesquisa em maior número de respondentes e tempo de aplicação.

No entanto, este breve ensaio não tem a pretensão de ser conclusivo. Assim sendo, sugerimos para futuros estudos, adicionar a partir da pesquisa desenvolvida, workshops sensoriais e co-criação com consumidores e designers, a fim de avaliar se os atributos para a



seleção de tecidos ao toque são semelhantes, e validar quais emoções são desencadeadas, a fim de verificar se seguem os mesmos critérios de compreensão dos pesquisados.

### Referências

CALDAS, Dário. **Observatório de Sinais: Teoria e prática da pesquisa de tendências.** Rio de Janeiro: Senac Rio, 2006.

CHAPMAN, J. **Emotionally Durable Design: objects, experiences and empathy.** London: Earthscan, 2005.

CRILLY, N.; MOULTRIE, J.; CLARKSON, P. J. **Seeing things: consumer response to the visual domain in product design.** Design Studies, v. 25, n. 6, p. 547–577, 2004.

DESMET, P. M. A.; HEKKERT, P. **Framework of Product Experience.** International Journal of Design, v. 1, n. 1, p. 13–23, 2007.

DESMET, P. M. A. (2012). **Faces of product pleasure: 25 positive emotions in human product interactions.** International Journal of Design, 6(2), 1-29, 2012.

ERNER, Guillaume. **Sociologia das tendências.** Tradução de Júlia da Rosa Simões. São Paulo: Gustavo Gili, 2015.

FFW. No mercado desde 2000, **Use Fashion lança nova plataforma de pesquisa.** 14.SET.2018. Disponível em: <https://ffw.uol.com.br/noticias/moda/no-mercado-desde-2000-use-fashion-lanca-nova-plataforma-de-pesquisa/> Acesso em: 12 de abr. 2023.

GWILT, Alison. **Moda sustentável: um guia prático.** Tradução de Márcia Longarço. São Paulo: Gustavo Gili, 2014.

LIPOVETSKY, Gilles; ROUX, Elyette. (1994) **O luxo eterno: da idade do sagrado ao tempo das marcas.** Tradução de Maria Lúcia Machado. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

LIPOVETSKY, Gilles; SERROY, Jean. **A estetização do mundo: viver na era do capitalismo artista.** Tradução de Eduardo Brandão. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

MANZINI, Ezio. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis / Ezio Manzini, Carlo Vezzoli; Tradução de Astrid de Carvalho.** 3.reimp. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2011.

NORMAN, Donald A. **Design Emocional.** Rio de Janeiro: Rocco, 2008. ONU. Objetivos de desenvolvimento sustentável. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>> Acesso em: 20 de jul.2021.

SALCEDO, Elena. **Moda ética para um futuro sustentável.** Tradução Denis Fracalossi. São Paulo: Gustavo Gili, 2014.

SANTOS, Janiene. **Sobre tendências e o espírito do tempo.** São Paulo: Estação das Letras e Cores, 2017.

TIGER, Lionel. **Let's Spend a Quiet Evening in the Cave.** In: TIGER, Lionel. The Pursuit of Pleasure. 4. ed. Nova Jérsei: Transaction Publishers, 2008. cap. 2, p. 52-60.

USEFASHION. **Previsões de tendência: Preview matéria-prima inverno 2022.** Disponível em:

<[https://nova.usefashion.com/trends/mega\\_trends/?megaTrendTypes\[0\]=3&seasons\[0\]=204](https://nova.usefashion.com/trends/mega_trends/?megaTrendTypes[0]=3&seasons[0]=204)>. Acesso em: 25 de jul. 2021.

ZAFARMAND, S. J.; SUGIYAMA, K.; WATANABE, M. **Aesthetic and Sustainability: The Aesthetic Attributes Promoting Product Sustainability.** The Journal of Sustainable Product Design, v. 3, n. 3-4, p. 173-186, 2003.



## Sistematização de ambiente virtual para apoio educacional em Arquitetura, Urbanismo e Design: Recepção acadêmica

### *Systematization of a virtual environment for educational support in Architecture, Urbanism and Design: Academic acceptance*

#### Resumo

Um dos fatores que contribuem para o desenvolvimento sustentável é a disseminação de forma sistemática de conhecimentos sobre práticas e princípios de sustentabilidade para a sociedade, sendo um dos meios o uso de websites. O objetivo deste artigo é analisar o desenvolvimento de um ambiente virtual de aprendizagem que tem como foco principal o apoio ao ensino de materiais e processos de produção sustentáveis em cursos de design e arquitetura, produzido ao longo de 2 anos (2020-2022) e apresentado em um artigo no X ENSUS - 2022. A metodologia do artigo se estrutura em: a) revisão bibliográfica; b) análise de sites similares e; c) produção de website como ferramenta didática-pedagógica. Os resultados apresentam as diretrizes gerais e o processo de desenvolvimento de um ambiente virtual voltado para o apoio didático-pedagógico sobre materiais sustentáveis.

**Palavras-chave:** Ambiente virtual de aprendizagem; Ensino; Materiais; Sustentabilidade; Educação à Distância

#### Abstract

*One of the factors they created for sustainable development is the systematic dissemination of knowledge about sustainability practices and principles to society, one of the means being the use of websites. The aim of this article is to analyze the development of a virtual learning environment whose main focus is to support the teaching of materials and production processes in design and architecture courses, produced over 2 years (2020-2022) and presented in an article in the X ENSUS - 2022. The methodology of the article is structured in: a) bibliographic review; b) analysis of similar sites and; c) website production as a didactic-pedagogical tool. The results presented as general guidelines and the development process of a virtual environment aimed at didactic-pedagogical support on sustainable materials.*

**Keywords:** *Virtual learning environment; Teaching; Materials; Sustainability; E-learning*

#### 1. Introdução e Justificativa

O presente artigo se insere em duas pesquisas subsidiadas pelo Programa Unificado de Bolsas de Estudos para Apoio à Permanência e Formação de Estudantes de Graduação (PUB) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP), a saber: “Contribuições ao ensino de materiais e processos de fabricação em Design, Arquitetura e Urbanismo” e “Experimentações com tecnologias de fabricação digital subtrativas e aditivas aplicadas ao processo de prototipagem em arquitetura e design”. Estas investigações contaram com a colaboração de alunos dos cursos de graduação em Design e em Arquitetura e Urbanismo entre os anos de 2020 e 2022. Este artigo tem como objetivo reiterar e atualizar o artigo apresentado no X - Encontro de Sustentabilidade em Projeto, ocorrido em 2022, com o título: “Materiais sustentáveis em design e arquitetura: sistematização da produção de um ambiente virtual para apoio educacional”.

Cabe também à este artigo apresentar resumidamente o método utilizado para produzir um site de apoio ao ensino de materiais e processos de produção sustentáveis. Sendo a principal função do site auxiliar as atividades didático pedagógicas e promover os conteúdos mais relevantes para a formação dos discentes, sempre buscando responder às seguintes problemáticas: a) como estabelecer um método de pesquisa de materiais sustentáveis que auxilie os alunos a pesquisarem, entenderem e compartilharem conteúdo sobre sustentabilidade?; b) como as plataformas online podem contribuir com o ensino de graduação? e; c) é possível conceber um site que tenha dados constantemente atualizados pelos alunos em contexto pedagógico?

O projeto surge da observação da necessidade de um local onde sejam agrupadas referências tanto teóricas quanto projetivas. Teve como objetivo sistematizar conteúdos, desenvolver plataforma virtual de apoio às atividades acadêmicas e produzir material didático para as disciplinas “Materiais e Processos de Produção I e II”, entre outras disciplinas do Departamento de Tecnologia da Arquitetura dos cursos de graduação em Design e Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP. Para este fim, busca-se criar a oportunidade do compartilhamento de trabalhos já realizados no escopo dessas disciplinas para auxiliar na divulgação de exemplos projetivos para futuros exercícios, e ainda, incentivar o protagonismo do aluno na organização, produção de conteúdo e compartilhamento do material de aula. Tão importante é a contribuição deste site para o aprendizado, que os próprios alunos se envolveram na construção do mesmo, instigados pela possibilidade de criar um espaço de difusão de conhecimentos e discussão de temas relacionados às disciplinas.

Assim, focou-se em formular o design e a estrutura de um website para apoio às disciplinas citadas e formatar conteúdos a serem disponibilizados neste repositório, desde fichas técnicas sobre materiais e processos de produção até a definição de um template de slides que sintetize os projetos desenvolvidos nas disciplinas. Para isso, buscou-se desenvolver um método para atualizar e organizar conteúdos didáticos pedagógicos sobre materiais de forma que os alunos pudessem, semestralmente, produzir novas informações para alimentação do site, tornando-o não somente um repositório dos resultados de turmas anteriores, mas também uma proposta didática de trabalho científico para exposição. Como embasamento para o desenvolver o método supracitado, buscou-se revisar o conceito de um Ambiente Virtual de Aprendizagem, parte inicial da revisão bibliográfica da nossa pesquisa.

Além disso, o primeiro ano do desenvolvimento do projeto focou em buscar sites ou páginas que assemelham a uma Materioteca, neologismo que define conceito de uma biblioteca de materiais, como também a avaliação de sites que possuíssem repositório de trabalhos acadêmicos.

Cabe ressaltar que a produção realizada ao longo dos dois anos de pesquisa, foi apresentada também no 30º Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP (SIICUSP 2022), congresso ao qual apresentado entre 122 artigos produzidos em sua unidade de origem, FAU-USP, na 1ª fase, e sendo um dos 5 agraciados com o título de menção honrosa na etapa internacional. Tal reconhecimento atua sobre as problemáticas de maneira que serve de parecer para as questões estabelecidas, podendo ser possível avaliar se seus resultados estão sendo positivamente satisfatórios, pelo menos com relação ao projeto final do site.

## 2. Revisão bibliográfica

A fundamentação teórica apresentada no artigo anterior tratava de conceitos fundamentais sobre Ambientes Virtuais de Aprendizagem (AVA) dentro do Ensino a Distância (EaD), assim como, identificava as ferramentas recorrentes em um ambiente voltado para os cursos de graduação em Arquitetura e Urbanismo e Design; discutia também as categorias de materiais por critérios de sustentabilidade e abarcando ainda a contribuição das tecnologias de fabricação digital no ensino. Desta forma, a revisão bibliográfica deste artigo apresenta por congruência a mesma estrutura textual do ano anterior, sendo corrigidos apenas alguns pontos do texto e subtraídos alguns parágrafos não relevantes para apresentação da continuidade deste trabalho.

### 2.1 Ambientes virtuais e a contribuição ao ensino superior em Arquitetura,

#### Urbanismo e Design

Com a expansão dos espaços virtuais de ensino, os AVAs surgem como softwares educacionais utilizados para apoiar a metodologia da EaD. Um dos principais objetivos destas ferramentas é possibilitar o desenvolvimento de atividades e projetos em um ritmo adaptado para cada um dos envolvidos, mas, ainda assim, manter a interação entre as partes de um todo, permitindo a troca de conhecimentos e esforços colaborativos sem a necessidade da interação presencial.

Um AVA (Ambiente Virtual de Aprendizagem) consiste em uma ou mais soluções de comunicação, gestão e aprendizado eletrônico, que possibilitam o desenvolvimento, integração e a utilização de conteúdos, mídias e estratégias de ensino-aprendizagem, a partir de experiências que possuem ou não referência com o mundo real e são virtualmente criadas ou adaptadas para propósitos educacionais. (ANJOS, 2013, p. 53). Os AVAs ainda podem ser utilizados no ensino presencial e semipresencial, oferecendo uma extensão da interação para além dos momentos de aulas, proporcionando uma melhor comunicação e troca de informações. De acordo com Moraes (2002), em qualquer contexto de aprendizagem a

interação entre os participantes é de extrema importância, pois é através dela que a troca de experiências e o estabelecimento de parcerias é possível.

Essa interação é ainda mais requisitada ao se tratar de cursos como Arquitetura e Urbanismo e Design, onde, conforme coloca Schön (2000), o processo de aprendizagem projetual se estabelece com o próprio fazer em ateliês, sendo essa prática principalmente fundamentada na ferramenta do desenho como desenvolvedor do processo criativo na resolução de problemas (LAWSON, 2011), ou seja, a linguagem gráfico-visual.

Em concordância, Pereira, Gonçalves e Brito (2007) apontam que um AVA AD tem por objetivo promover processos de aprendizagem que priorizem a linguagem representativa, com base na solução de problemas e oferecendo diferentes suportes de informação, comunicação e compartilhamento, e, assim, “as discussões, os estudos gráficos e o material de apoio visam ampliar o repertório do grupo de aprendizes sobre os temas específicos” (PEREIRA; GONÇALVES; BRITO, 2007, p. 191)

Além disso, afirmam que quando se trata de um ambiente específico para o projeto, 5 eixos podem ser apresentados: a) coordenação, referente à administração do curso; b) documentação, armazenando documentos que estruturam o curso; c) informação, dispondo de conteúdos de apoio à aprendizagem; d) produção, para apoio à execução, geralmente ambientes gráficos colaborativos e; e) comunicação, base do modelo online, como as videoconferências e fóruns, integrado à produção. Logo, considerando a difusão de grandes plataformas online voltadas aos eixos de coordenação, produção e comunicação, como primeira diretriz depreende-se que um site com ênfase no ensino de materiais e processo de produção de suporte a projeto de Arquitetura e Design, deve ter como principais abordagens a informação e a documentação. A informação corresponde à reunião de conteúdos em tópicos, de forma interativa (como por exemplo os links que levam a referências bibliográficas diretas de acordo com um tema); já o eixo de documentação se apresenta em formato de midiatecas, como galerias, “ambiente que disponibilizará trabalhos, processos de desenvolvimento de problemas e projetos já desenvolvidos por outros grupos” (PEREIRA; GONÇALVES; BRITO, 2007, p. 199). É nesse eixo que se configuram os repositórios de linguagem gráfico-visual, sendo a exposição de arquivos sua ferramenta. Ainda dentro desse eixo estão funcionalidades como quadros de avisos e agendas dinâmicas, dispondo de cronogramas, indicações de atividades previstas etc., conformando um verdadeiro banco de dados.

Andrade e Maia (2020) sugerem que a estrutura de um Ambiente Virtual de Aprendizagem voltado à Arquitetura e ao Design (AVA\_AD) se articule com o modelo de ensino adotado nestes cursos organizando-se em cinco etapas, explicitadas como: (1) a sala de aula invertida, (2) o compartilhamento de conteúdo, (3) o encontro síncrono e assíncrono, (4) os feedbacks e, (5) os produtos expandidos. Assim, como segunda diretriz este site deve contribuir significativamente já com a primeira etapa do modelo de ensino citado, a sala de aula invertida, pois nela o aluno resolve exercícios autonomamente através de um material preparado, como um roteiro, bases de desenho, textos e modelos que podem ser utilizados pelos alunos (ANDRADE; MAIA, 2020). Constatou-se também que deve contribuir com a última, no caso, produtos expandidos que funcionam como uma extensão da sala de aula para fora do espaço privado e controlado da turma.

Quanto à especificidade da sustentabilidade dentro desses AVAs\_AD, pode-se afirmar que sua própria existência contribui com a sustentabilidade do ensinar, tendo em vista que

possibilita a constante atualização de materiais, fornecedores e técnicas que podem ser empregadas nos projetos de produtos, de forma que seja possível sempre a melhor tomada de decisão de acordo com as contínuas necessidades humanas e ambientais (LIBRELOTTO; FERROLI, 2008). De fato, foi o Plano Nacional de Educação de 2014, através da Lei N° 13.005/2014, que instituiu no ensino brasileiro a “promoção dos princípios do respeito aos direitos humanos, à diversidade e à sustentabilidade socioambiental” (BRASIL, 2014), para que sejam formados profissionais capazes de projetar produtos ambiental, social e economicamente viáveis.

## 2.2 Categorias de materiais sustentáveis e uso da tecnologia de fabricação digital

As disciplinas com ênfase em atividades projetivas, que constituem geralmente o eixo central dos projetos pedagógicos dos cursos de Arquitetura e Design, demandam apoio didático complementar, entre os quais conteúdos curriculares que aportam informações a respeito da especificação de materiais e processos de transformação. Os ambientes virtuais mais recorrentes para essa necessidade também se estruturam dentro dos eixos de documentação e informação (PEREIRA; GONÇALVES; BRITO, 2007), sendo elas chamadas de materiotecas, fornecendo textos técnicos, imagens e vídeos sobre os materiais e seus processos de transformação (DORIA et al., 2021).

As materiotecas ou bibliotecas de materiais têm como objetivo principal reunir informações sobre propriedades físicas, sensoriais e mecânicas, aspectos técnicos e possíveis aplicações; algumas possuem amostras em acervos físicos, outras são apenas virtuais. Cada biblioteca possui características próprias, objetivos, critérios e métodos específicos (NEVES; PAGNAN, 2018); essa diversidade é essencial para o desenvolvimento de métodos classificativos. No entanto, outras dificuldades são criadas no processo, como a alta quantidade de materiais no mercado, que carecem de entrar no sistema classificativo, gerando uma demanda constante de atualização (DANTAS; BERTOLDI, 2016).

Em exemplos análogos a este trabalho, o desenvolvimento das materiotecas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), encontraram problemáticas organizacionais semelhantes. A materioteca da UFRGS, em seu desenvolvimento, também enfrentou dificuldades tanto na categorização de materiais, quanto na sua atualização, em virtude do constante crescimento de tipos de materiais e do surgimento de novas aplicações em projetos. Além disso, na época não havia uma metodologia de organização voltada para a classificação dos materiais (Hauenstein; Kindlein Júnior, 2002, p. 4). Essa problemática permanece no posterior desenvolvimento de outras bibliotecas de materiais, como a materioteca sustentável da UFSC. Neste caso, os professores responsáveis pelo grupo que administra o site e a materioteca física, afirmam existir diversos métodos de classificação e ferramentas que podem auxiliar esta tarefa (Librelotto; Ferroli, 2016, p. 120). Ainda que com o tempo tenham surgido novas formas de classificar materiais, estas ainda apresentam divergências entre si, podendo por exemplo colocar um mesmo material em categorias diferentes. O detalhamento da classificação também pode apresentar diferenças de acordo com o autor que a define, cada um levando em conta fatores diversos, como econômicos, regionais, técnicos ou sociais (LIBRELOTTO; FERROLI, 2016, p. 125).

Segundo Dantas (2016) a catalogação de materiais é uma tarefa muito subjetiva, sem uma teoria ou método geral estabelecido para tal objetivo. Contudo, sendo possível estabelecer parâmetros que dividam matérias-primas em categorias, cabe às pessoas que formularão um catálogo decidir qual melhor forma de dividi-los. Logo, a definição da informação, assim como sua posterior organização, seguirá um viés definido de acordo com o objetivo que se quer chegar com aquele método. Ao organizar materiais por consumo de água em sua produção, por exemplo, talvez não tenhamos informações detalhadas quanto ao seu tempo de vida ou resistência. No entanto, ao estabelecer o viés que foque em sustentabilidade, fichas que contenham o impacto ambiental do material são de notável importância para isso, desde a produção ao uso final da matéria-prima.

Outro enfoque relacionado à produção sustentável é o emprego de tecnologias de Fabricação Digital (FD), ou seja, a produção de modelos físicos a partir de modelos digitais (SEELY, 2004), junto ao uso de softwares de Desenho Assistido por Computador (CAD – Computer Aided Design) para controle das mesmas. Elas se tornaram muito comuns e se expandiram devido à popularização dos Fab Labs (Laboratórios de Fabricação Digital) e dos movimentos da Cultura Maker, o DIY (Do It Yourself – Faça Você Mesmo) (SILVA, 2021). Não apenas a sua adoção em centros industriais tem se popularizado, mas também em centros de estudo e pesquisa, como as universidades. Conforme comenta Silva (2021), as novas tecnologias estão cada vez mais presentes no cotidiano dos designers, têm otimizado as formas de transformação dos materiais, possibilitando novos modos de se pensar e produzir; e impactando inclusive na maneira de como ensinar o design. Desta forma, torna-se imperativo inserir informações nas materiotecas sobre a correlação entre estas tecnologias de FD, os materiais, os processos de transformação e a sustentabilidade, de modo subsidiar escolhas adequadas no processo projetivo. Sass (2004) comenta que a FD auxilia no desenvolvimento de protótipos e também na construção rápida de modelos físicos para revisão, o que mostra o caráter ligado ao ensino da economia de recursos, tempo e energia no processo de projeto. Estes sistemas abrangem um grande número de materiais para trabalho, como madeiras, polímeros e metais (LEFTERI, 2008), algo que possibilita a escolha daqueles que são renováveis, não tóxicos, biodegradáveis e que possam ser reciclados durante seu ciclo de vida (pós-uso). Um mesmo artefato pode ter baixo impacto ambiental quando configurado com elementos desmontáveis, facilitando a sua reciclagem e, ademais, que produzam pouca geração de resíduos durante o processo de sua manufatura, distribuição e uso (BARROS, 2011).

Em suma, a filosofia extraída da Cultura Maker, já aplicada nos ambientes de FD, é de acréscimo positivo ao âmbito do ensino, já que o acesso às tecnologias de FD nos ambientes do ensino de Arquitetura, Urbanismo e Design é extremamente válido, se tornando cada vez mais comum, possibilitando a visualização e compreensão espacial além de vantagens como: a) validação física de modelos; b) conscientização sobre aproveitamento de tempo e recursos; c) obtenção de modelos com geometria e acabamento aprimorados e; d) sustentabilidade nos processos criativos e produtivos. Promovem, através de seu pensamento colaborativo, uma mudança de perspectivas no desenvolvimento de projetos e podem munir estudantes e professores de novos instrumentos para enfrentar questões éticas, ambientais e sociopolíticas de nosso tempo.

### 3. Procedimentos metodológicos

As etapas metodológicas desta pesquisa de caráter aplicado vinculada ao campo do ensino-aprendizagem da educação de nível superior consideraram: i) revisão bibliográfica acerca dos critérios de seleção de materiais visando a sustentabilidade do projeto de arquitetura e design e o estudo de formas de catalogação utilizadas em materiotecas, a fim de fundamentar teoricamente a elaboração de uma biblioteca de materiais própria no website planejado; ii) aprimoramento de fichas de materiais já organizadas de acordo com os critérios levantados na revisão bibliográfica e a produção das fichas de onze materiais abordados em aula; iii) estudo de websites similares relacionados a outras disciplinas ou grupos de pesquisa dentro da instituição; e iv) concepção da estrutura do website de apoio didático "DAMatéria" com base no estudo consolidado no item anterior, desenhando esquematicamente a arquitetura deste por meio de fluxogramas e wireframes.

#### 3.1 Referencial teórico

A fundamentação teórica da pesquisa, realizada através de revisão narrativa de literatura, buscou traçar uma análise crítica e compreender o que é e como se estrutura um ambiente virtual inserido no contexto da educação de nível superior, a partir das teorias e práticas adotados no ensino em cursos de Design e Arquitetura. Ainda, abordou como são estruturadas as bibliotecas de materiais e suas formas de classificação e como a fabricação digital pode contribuir para escolhas mais sustentáveis no processo projetivo e produtivo de artefatos, produtos e componentes construtivos.

#### 3.2 Análise de similares

A segunda etapa deste estudo complementa a revisão bibliográfica e visa estabelecer parâmetros para a composição do website, através da realização de um levantamento de sites ligados às disciplinas universitárias de áreas do conhecimento semelhantes. A análise de similares procurou estabelecer aspectos específicos da estrutura de cada site, constituindo critérios comparativos como função, distribuição de conteúdo, mapeamento e organização das abas principais e formas de compartilhamento de conteúdo. Ao todo foram analisados 14 websites dentro da FAUUSP, sendo 5 correspondentes às disciplinas do curso de Arquitetura e Urbanismo, 7 ao curso de Design e 2 relacionados à grupos de pesquisa vinculados à USP. Destes, de acordo com o meio de divulgação, foram encontrados 3 através do e-mail institucional; 7 pelo site da instituição e 4 por divulgação intraclasse.

#### 3.3 Desenvolvimento do processo projetivo do site

A partir da fundamentação teórica e da análise de similares, procedeu-se à etapa de desenvolvimento projetivo do site. Como procedimento inicial foram realizadas reuniões entre os professores, monitores, bolsistas do programa PUB e alunos participantes das disciplinas, para o entendimento do escopo do site, seu conteúdo e linguagem a ser adotada. Os procedimentos metodológicos de processo de desenvolvimento do site foram: a)

delimitação dos conteúdos pertinentes para publicação; b) definição da estrutura do site em plataforma de hospedagem, determinando páginas para os conteúdos programados; c) organização e formatação dos conteúdos em arquivos pré-definidos, montagem de templates e; d) elaboração da imagem do site, envolvendo paleta e logotipo, assim como sua linguagem, de acordo com o público alvo.

### 4. Resultados

Os resultados obtidos ao final da pesquisa, tendo em vista a necessidade de aprofundamento das ferramentas de apoio didático aos alunos, desenvolveu-se um website, que possibilita reunir trabalhos e conteúdo teórico-práticos que auxiliem no processo de aprendizagem das disciplinas em questão. Foram estabelecidos para o design da plataforma, elementos gráficos, como logotipo e paleta de cores, que favorecem a classificação e organização por tipos de material empregado no conteúdo produzido, tal conteúdo remete à uma usabilidade visual facilitada, como pode ser observado nas figuras 1 e 2.

Figura 1: Pictogramas da logo, conformando as letras D e A



Fonte: BARATA et al, 2022.

Figura 2: Paleta de cores selecionada para o projeto visual de todo o conteúdo.

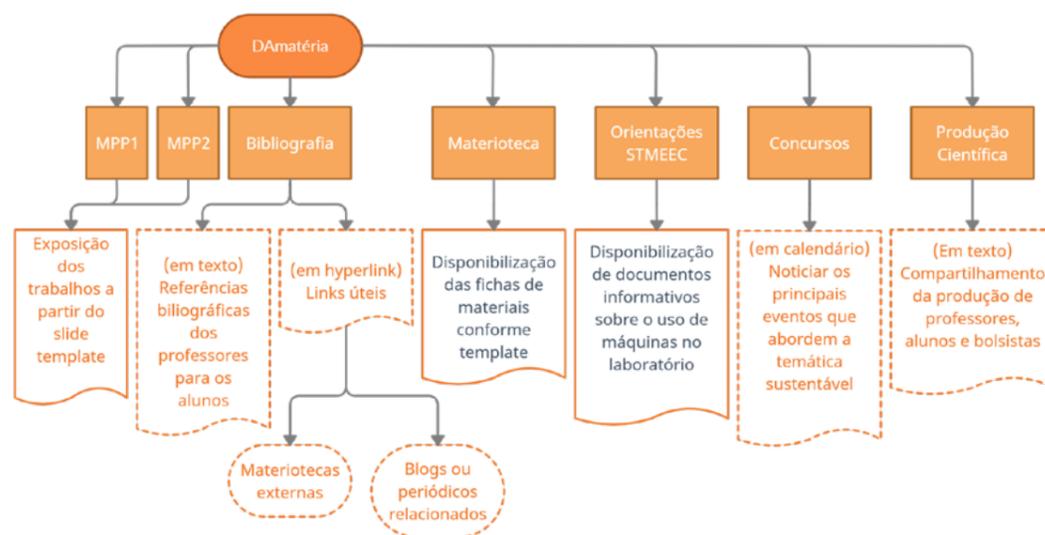


Fonte: BARATA et al, 2022.

A análise de outros websites contribuiu para a estruturação da plataforma, nota-se que a organização dos sites similares eram variados, pois cada site apresentava um método que relacionava com os objetivos do próprio site, mas relacionando com a catalogação de materias que era assunto em comum e objetivo do site, Dantas (2017) diz que a catalogação de materiais é uma tarefa muito subjetiva, sem uma teoria ou método geral estabelecido para tal objetivo, com sua ordem dependente do viés que o site quer propôr. Então, com o objetivo

final de desenvolver um ambiente que apresente materiais, servir de repositório de trabalhos desenvolvidos pelos próprios alunos e apresentar informações úteis como concursos, orientações do uso de maquinários e apresentação de artigos científicos relacionados aos temas gerais do site, o resultado obtido foi o fluxograma de organização do site que contém as seguintes informações: biblioteca de materiais (materioteca), trabalhos, bibliografia, concursos e produção científica. Estas informações são organizadas e distribuídas em abas seguindo o fluxograma apresentado na figura 3.

Figura 2: Fluxograma da organização do website DAmatéria.



Fonte: BARATA et al, 2022.

Considerando a diretriz de padronização do conteúdo produzido, buscou-se aperfeiçoar os modelos de fichas técnicas de materiais e trabalhos acadêmicos, que pudessem ser facilmente produzidas por alunos, as fichas também devem seguir a paleta de cores estabelecida de acordo com o tipo do material tratado, como visto na figura 4.

Figura 4: Páginas de uma ficha técnica de material genérico, exemplificado pelo bambu.



Fonte: DORIA et al apud BARATA et al; 2022.

## 5. Discussão

A partir dos resultados apresentados aponta-se que foram estabelecidos nesta pesquisa os meios para realização de uma plataforma voltada para o estudo de materiais e processos de produção sustentáveis, abrangendo referências teóricas para estudos preliminares, exemplos projetuais para estabelecimento de um quadro de possibilidades aos discentes, fichas com dados técnicos de materiais possíveis de serem abordados nos projetos para guiar na seleção de materiais mais sustentáveis e, orientações sobre fabricação digital para auxílio na fase de prototipagem, assim, abarcando todo o desenvolvimento metodológico dos projetos. também se acrescenta o fato de que sites como esta abordagem contribuem com a democratização do ensino ao disponibilizar conteúdos sobre arquitetura, urbanismo e design com a comunidade, integrando a sociedade ao oferecer conhecimento abrangente e igualitário sobre sustentabilidade.

Ainda, com relação a aspectos técnicos, foi dada a sugestão do desenvolvimento front-end do DAmatéria, tanto com os wireframes já concretizados quanto com a estrutura das páginas já funcionais elaboradas no Wordpress. Dessa forma, destaca-se a necessidade de continuidade desta linha de pesquisa para finalização do website, com o carregamento de seus conteúdos, inclusão dos templates elaborados, e também sugere-se a extensão do projeto para o Instituto de Matemática e Estatística, de forma que alunos do curso de Ciência da Computação possam colaborar com a construção de um banco de dados, associando os trabalhos carregados no website aos metadados correspondentes (autor, ano, disciplina, material) e possibilitando a construção de ferramentas de pesquisa mais eficientes tendo o grande volume semestral de conteúdo a ser publicado.

O parecer recebido pelos resultados apresentados no Simpósio Internacional de Iniciação Científica e Tecnológica da USP levanta questões que necessitam ser respondidas futuramente a partir dos dados coletados da utilização e desenvolvimento prático do website.



Há aspectos como: a) quantidade de fichas produzidas; b) quantidade de projetos fichados; c) quantidade de disciplinas aderentes ao website. Estes aspectos caracterizam o ambiente final que pretende estar em constante desenvolvimento, mas também podem responder novas problemáticas, como: a) o ambiente virtual estabelecido contribui de fato para o ensino das disciplinas que o adotam como repositório?; b) há retorno por parte dos alunos em continuar utilizando o website para seu propósito inicial?; e c) o fluxograma adotado inicialmente precisou ser modificado?

## 6. Conclusão ou Considerações Finais

O reconhecimento obtido no SIICUSP 2022 retoma às questões apresentadas na problemática inicial, pode-se considerar que o resultado positivo recebido pode confirmar beneficentemente a questão c e afirmar um bom desenvolvimento nas questões a e b. Mas também gera a crítica construtiva com relação à necessidade de constante resposta a estas questões, devido à natureza cíclica que o método desenvolvido foi sistematizado, urgindo por uma continuidade dos processos que definem a construção do ambiente virtual, atualizando não apenas seu conteúdo, mas a aderência dos usuários ao método estabelecido e ao sistema criado, o que pode modificar as respostas das problemáticas.

Por fim, conclui-se que foram estabelecidos os meios para realização de uma plataforma voltada para o estudo de materiais e processos de produção, abrangendo referências teóricas para estudos preliminares, exemplos projetuais, fichas com dados técnicos de materiais possíveis de serem abordados nos projetos, e orientações sobre fabricação digital para auxílio na fase de prototipagem, assim, abarcando todo o desenvolvimento metodológico dos projetos.

## Referências

ANDRADE, D. R. R. de; MAIA, R. G. Experimentos de plataformas digitais no ensino remoto de arquitetura e urbanismo - uma exploração do cenário de tecnologias na otimização de um modelo de ensino de arquitetura na unifametro durante o período de isolamento social. In: **Conexão Unifametro 2020** - Fortaleza- CE , 2020. Disponível em: <<https://www.doity.com.br/anais/conexaounifametro2020/trabalho/168056>>. Acesso em: 22 nov. 2021.

BARATA, Tomás Queiroz Ferreira et al. Materiais sustentáveis em design e arquitetura: sistematização de ambiente virtual para apoio educacional. **IX Encontro de Sustentabilidade em Projeto**, Florianópolis, p. 902-913, 15 março 2023.

BARROS, A. M. de. **Fabricação Digital: sistematização metodológica para o desenvolvimento de artefatos com ênfase em sustentabilidade ambiental**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2011.

BRASIL. Lei nº 13.005, de 25 de junho de 2014. **Aprova o Plano Nacional de Educação - PNE e dá outras providências**. Brasília, 25 jun. 2014. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2014/lei/113005.htm). Acesso em: 19 jan. 2022.

DANTAS, D.; BERTOLDI, C. A. Sistema de catalogação e indexação de amostras de materiais orientado a projetos de design para uso em materiotecas. **DAT Journal**, v. 1, n. 2, p. 62-75, 2016.

DANTAS, D.; BERTOLDI, C. A.; TARALLI, C. H. Materialize: acervo de materiais para a economia criativa. **Anais..** São Paulo: [s.n.], 2016. Disponível em: <<https://repositorio.usp.br/item/002803744>>.

DORIA, A. de A.; MENEZES, A. dos S. de; MATSUO, A. H.; VERPA, A. Clara Matta; SOUSA, C. S. M. de; RODRIGUES, H. M.; SCHÜTZER, T. S.; BARATA, T. Q. F. Ferramentas didáticas colaborativas em Design, Arquitetura e Urbanismo: O potencial das bibliotecas de materiais. **IX Encontro de Sustentabilidade em Projeto**, Florianópolis, p. 1-12, 1 maio 2021.

HAUENSTEIN, Deisi Maria; KINDLEIN JUNIOR, Wilson. Estruturação de uma biblioteca de materiais: materioteca. In: Congresso de Biblioteconomia, Documentação e Ciência da Informação (20.: 2002: Fortaleza).[Anais].[Fortaleza: sn], 2002. 2002.

LAWSON, B. **Como arquitetos e designers pensam**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

LEFTERI, C.. **Así se hace: técnicas de fabricación para diseño de product**. Barcelona: Blume, 2008. 240p. ISBN 9788498012583.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M. EDUCAÇÃO À DISTÂNCIA E SUSTENTABILIDADE: UMA PROPOSTA PARA O ENSUS. II ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO, [s. l.], 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/221952>. Acesso em: 19 jan. 2022.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, P. C. M. Sistema de classificação e seleção dos materiais: leitura integrada de amostras físicas e catálogos virtuais em materioteca com ênfase na aplicação da ferramenta FEM e análise da sustentabilidade. **Revista de Design, Tecnologia e Sociedade**, v. 3, n. 2, p. 119-133, 2016.

H. L.; PAGNAN, A.S.; **A importância da materioteca como apoio ao ensino de design**. São Paulo : Blucher, 2018.

MENEZES, Allan dos Santos e DELGADO, Gabrielle Mendes de Souza. Contribuições ao ensino de materiais e processos de fabricação em design, arquitetura e urbanismo: o projeto do website DAMatéria. 2022, **Anais..** São Paulo: FAUUSP, 2022. . Acesso em: 15 mar. 2023.

PEREIRA, A.T.C.; GONÇALVES, B. S.; BRITO, R. F.. Ambiente Virtual de Aprendizagem em Arquitetura e Design. In: PEREIRA, A.T.C. (Org), **AVA - Ambientes Virtuais de Aprendizagem em diferentes contextos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna. 2007. Cap. 1, pp. 187-210.



SANTOS, C.; WILL, D.; LUZ, E.; ZANETTE, E.; PEDROSO, G.; NICOLEIT, G.; SOUZA J. de; HACK, J.; ROESLER, J.; POSSA, L.; FOOHS, M.; LOCH, M.; KLEIS, M.; CASSOL, M.; LUZ, R.; SCHERER, S.. Tema 1 - Conceitualização e Contextualização Histórica. **Material Didático da Formação Continuada em Educação a Distância**. ACAFEVirtual. 2007.

SASS, L. Design for self assembly of building components using rapid prototyping. In. ECAADE CONFERENCE: Architecture in the Network Society, 22., 2004, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen: The Royal Academy of Fine Arts - School of Architecture, 2004. p. 95-104.

SCHÖN, D. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SEELY, J. CK. **Digital Fabrication in the Architectural Design process**. Dissertação (Mestrado) - Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts, 2004.

SILVA, C. R. da. **Análise da utilização das tecnologias de fabricação digital aplicadas ao ensino de graduação em design no estado de São Paulo** / Conrado Renan da Silva, 2021.

## Reflexões sobre o habitar heideggeriano na contemporaneidade

### *Reflections on Heideggerian dwelling in contemporary times*

**Gislaine Carolina da Silva, Mestra, UFSC.**

gislainecarolina@outlook.com

**Maristela Moraes de Almeida, Doutora, UFSC.**

arqtela.ma@gmail.com

#### **Resumo**

Este artigo traz um olhar sobre o conceito de habitar proposto pelo filósofo Martin Heidegger exposto na conferência *Mensch und Raum* em *Darmstädter*, em 1951, por meio do pronunciamento do ensaio 'Construir Habitar Pensar'. O estudo configura-se pela via do interesse intelectual, pois visa aprofundar no entendimento do conceito de habitar e sua relação com um modo de viver mais coerente com o planeta que nos abriga. O conceito de habitar apesar de ter sido refletido a mais de setenta anos atrás se mostrou um assunto emergente para os tempos atuais mostrando estreita relação com o tema sustentabilidade visto que, o habitar parece ser um meio de se alcançá-la. Almeja-se que as questões aqui apresentadas seja um convite para se repensar o modo como habitamos o/no mundo.

**Palavras-chave:** Habitar; Arquitetura; Sustentabilidade.

#### **Abstract**

*This article takes a look at the concept of dwelling proposed by the philosopher Martin Heidegger exposed at the *Mensch und Raum* conference in *Darmstädter*, in 1951, through the pronouncement of the essay 'Building Dwelling Thinking'. The study takes the form of intellectual interest, as it aims to deepen the understanding of the concept of dwelling and its relationship with a way of living that is more coherent with the planet that shelters us. The concept of dwelling, despite having been reflected more than seventy years ago, has proved to be an emerging subject for the current times, showing a close relationship with the theme of sustainability, since dwelling seems to be a means of achieving it. It is hoped that the questions presented here will be an invitation to rethink the way we inhabit the world.*

**Keywords:** Dwell; Architecture; Sustainability.

## 1. Introdução

Como você habita o mundo?

Talvez, nunca paramos para refletir sobre isso, contudo estamos a todo momento a habitar. Trazer consciência para o modo como somos e estamos sobre a Terra diz respeito ao nosso habitar. Sim, habitar está em todos os âmbitos de nossa existência, dada a sua amplitude, mais do que refletir, decidimos viver. O nosso modo de viver pode ser visto como uma extensão de nossas crenças, de valores e de intenções que, transformadas em escolhas e/ou atitudes, concretizam-se no habitar. Logo, habitamos: a Terra enquanto espécie humana, nossos países enquanto nação, nossa cidade enquanto cidadãos, nossos bairros enquanto moradoras, nossas casas enquanto habitantes, nosso corpo enquanto alma. Ou seja, habitar é da essência do nosso ser. Entretanto, uma vez que não refletimos a respeito do nosso modo de viver, habitamos a qualquer modo, de forma inconsciente, o que pode gerar modos de existir incoerentes com a essência de nosso ser e dissonantes das reais capacidades do *habitat* em que vivemos. Mas, então, haveria uma forma ‘correta’ de habitar? Estaríamos a habitar erroneamente?

A realidade nos apresenta dois acontecimentos que dizem muito sobre o habitar humano no Planeta Terra enquanto coletividade, são eles: o Antropoceno e a Pegada Ecológica. O primeiro diz respeito à alteração geológica na Terra causada pela espécie humana, o que revela um modo de existir degradante e insustentável a longo prazo. O segundo, Pegada Ecológica, é resultado de um cálculo que estima quanto de água e de área de terra uma pessoa, uma população ou uma atividade precisa para suprir suas necessidades no que diz respeito aos recursos que consome e resíduos que gera de acordo com o estilo de vida (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2022). Os dois fatos são decorrentes da relação estabelecida entre o ser humano e o seu *habitat* natural, e sustentam a iminência de se repensar a maneira como se habita a Terra, principalmente no que diz respeito ao impacto humano gerado no Planeta.

Mais do que trazer respostas as inquietações apresentadas, este estudo é um convite à reflexão acerca do habitar evidenciado aqui por meio da revisão da raiz teórica-conceitual acerca da ideia de habitar desenvolvida pelo filósofo Martin Heidegger. O conceito emerge em uma conferência que visava a reconstrução das cidades na ocasião do pós-guerra que, posteriormente, dá origem ao ensaio ‘*Construir, Habitar, Pensar*’ tradução livre do título original ‘*Bauen, Wohnen, Denken*’ em 1954. Desse modo, a pesquisa configura-se pela via do interesse intelectual, pois visa aprofundar no entendimento do conceito de habitar e sua relação com um modo de viver mais coerente com a capacidade do planeta que nos abriga.

## 2. Desenvolvimento

A ideia de habitar em que este trabalho se apoia é aquela exposta pelo filósofo Martin Heidegger na conferência *Mensch und Raum* em *Darmstädter*, em 1951, por meio do pronunciamento do ensaio intitulado originalmente como *Bauen Wohnen Denken* e traduzido, neste trabalho, como “Construir Habitar Pensar”. Esse ensaio, assim como, “A coisa” e “... Poeticamente, o homem habita...”, complementares e contemporâneos a ele, foram escritos após a Segunda Guerra Mundial, momento em que a Alemanha passava por uma reconstrução social e política (SHARR, 2007). Ainda segundo o mesmo autor, entre 1939 e 1945, um quinto das casas alemãs tinham sido destruídas e as produções de Heidegger, mencionadas anteriormente, foram

uma resposta direta aos desafios que a Alemanha vivia. Mediante raízes filosóficas, Heidegger traz sua perspectiva a respeito da crise habitacional e sua estreita relação com habitar e construir.

Martin Heidegger foi um filósofo que nasceu em 1889, no sudoeste da Alemanha, em Messkirch, Suábia, e faleceu em 1976 sendo enterrado na sua cidade natal. Ao longo de sua vida, Heidegger escreveu várias obras tendo atuado também como professor. O pensamento de Heidegger teve grande influência de Edmund Husserl, fundador do movimento fenomenológico, no entanto, a fenomenologia seguida por Heidegger acabou por se distanciar daquela proposta por Husserl (LOPARIC, 2004). Apesar de Heidegger não ter qualquer formação em arquitetura, sua teoria influenciou muitos arquitetos a repensar questões importantes que tangem a disciplina arquitetônica. Nesse sentido, a corrente fenomenológica defendida por Heidegger influenciou, e continua a influenciar, muitas arquitetas simpatizantes por uma fenomenologia da arquitetura e, para além disso, suas reflexões acerca do habitar e do construir mostram-se contemporâneas e pertinentes para discussões atuais.

Começemos pelo título *Construir Habitar Pensar*. A expressão não traz uma compreensão imediata, uma vez que desconsidera os critérios de composição de frases. O título se constitui de três verbos independentes, com grau de importância equivalentes, mas integrados de alguma forma, já que não há qualquer pontuação que os desassocie. Com isso, deduz-se, inicialmente, que o ensaio tratará dessas três dimensões integradas entre si, o que é confirmado por Richard Sennett (2018, p. 149): “A ausência de vírgulas indica que os três conceitos constituem uma única experiência [...]”. Logo, há uma correlação no acontecimento dessas três ações.

Para Heidegger (1954), a essência das coisas nos chega por meio da linguagem, nesse sentido, a linguagem não é apenas um meio de expressão, mas sim o meio pelo qual se comunicam ideias. Desse modo, ele busca pensar os significados de habitar e de construir por meio da linguagem conduzindo o seu pensamento sempre ao âmbito originário da palavra. Poderia se pensar, superficialmente, que construir se refere simplesmente à ação de edificar alguma coisa e que habitar consiste no ato de morar, porém Heidegger nos prova que tais palavras, em sua essência, não se reduzem a interpretação rasa e superficial que fazemos comumente. Heidegger salienta que o construir do qual ele trata não se refere às técnicas de construção, mas sim de um retorno do construir a sua essência, “aquilo que é”.

Construir e habitar estão intrinsecamente relacionados, a meta do construir é o habitar, todavia, é no próprio habitar que o construir se consolida. A ideia de habitar é o ponto de partida para Heidegger desenvolver seu pensamento. Quaisquer locais que ofereçam ao homem um abrigo para se desempenhar alguma atividade, se assim ele o fizer, ele o estará a habitar: “Na autoestrada, o motorista de caminhão está em casa, embora ali não seja a sua residência; na tecelagem, a tecelã está em casa, mesmo não sendo ali a sua habitação. Na usina elétrica, o engenheiro está em casa, mesmo não sendo ali a sua habitação.” (HEIDEGGER, 1954, p. 125). O habitar não se limita a algo propriamente construído, não está restrito à habitação e nem à preexistência de edifícios.

O habitar transcende uma estrutura física específica e a própria ideia de ‘morar’, que via de regra, se limita a uma casa ou a um apartamento, o habitar se estende a todos os lugares que se pode estar no mundo. Contudo, a expressão ‘estar em casa’ é utilizada com frequência quando queremos demonstrar que um determinado lugar nos traz aquela sensação de proteção, de abrigo ou simplesmente de bem-estar ao desempenhar uma atividade em algum lugar. Talvez, por se reportar sempre a sensação de ‘estar em casa’ ao próprio lar, em detrimento a outros lugares, essa ideia do habitar ancorado na habitação tenha se consolidado.

Apesar da finalidade do construir ser o habitar, Heidegger (1954) afirma que essa não é uma mera relação de meios e de fins, trata-se de uma relação complexa que é explicada por meio da linguagem, em que os significados das palavras conduzem suas ideias a respeito do habitar e do

construir. Neste estudo, o pensamento de Heidegger também é apresentado por meio da linguagem, apesar de o habitar se concretizar na realidade.

Por se tratar de uma explicação que se dá por meio da linguagem, parece pertinente resgatar uma observação realizada por Heidegger (1954, p. 128): “[...] nas palavras essenciais da linguagem, o que nelas se diz propriamente cai, com muita facilidade, no esquecimento, em favor do que se diz num primeiro plano.” Nesse sentido, fica um convite à leitora de ler as explicações que se apresentam deixando de lado as concepções existentes, na medida em que isso seja possível, e se abrir para se aprofundar na essência da palavra e no que ela diz.

Heidegger começa o ensaio buscando responder a pergunta “O que é o habitar?” e recorre a palavra do antigo alto-alemão usada para dizer construir: “*buan*”, para comprovar que o significado da palavra construir era originalmente habitar. A palavra “*baun*” não diz apenas habitar, ela diz: permanecer, morar, e “[...] acena como devemos pensar o habitar que aí se nomeia.” (HEIDEGGER, 1954, p. 126). Essa fala de Heidegger sugere que existe um certo ‘modo’, um ‘como’ de se permanecer, morar e, conseqüentemente, pensar o habitar. Contudo, isso não parece ser o suficiente para Heidegger definir o habitar.

“*Baun*” (construir) vem do verbo “*bauen*” que, por sua vez, também significa construir. No entanto, no verbo “*bauen*”, construir perdeu o significado de habitar, contudo o verbo originalmente diz: “que amplitude alcança o vigor essencial do habitar.” (HEIDEGGER, 1954, p. 127). Orientado por essa afirmação, Heidegger revela que a palavra “*bauen*” é a mesma palavra alemã “*bin*”, que equivale ao verbo ‘ser’ nas conjugações: ‘eu sou’, ‘tu és’ logo, se o verbo ‘ser’ equivale a ‘habitar’: ‘eu habito’, ‘tu habitas’. A presença do ‘eu’, ‘tu’ implica, obrigatoriamente, a existência humana para a ocorrência do habitar; o que, por sua vez, é comprovado pelo que a palavra “*bauen*” diz: “[...] o homem é a medida que habita”. (HEIDEGGER, 1954, p. 127). Dito isso, se faz saber os dois significados de “*bauen*” (construir): proteger e cultivar e; edificar. Apesar de “*bauen*” não ter mais o significado original de habitar, esses dois significados de construir estão contidos dentro do habitar.

Em seguida, Heidegger se empenha em pensar no que consiste o vigor essencial do habitar, mais uma vez ele se ancora na linguagem para tal. Assim como a palavra “*bauen*” diz: permanecer, ‘de-morar-se’, o gótico “*wunian*” diz isso e, ainda, especifica como se dá essa experiência: ser e permanecer em paz. A palavra ‘paz’ significa ‘o livre’, que diz em sua origem: resguardado e, resguardar, significa devolver: “[...] de maneira própria, alguma coisa ao abrigo de sua essência” (HEIDEGGER, 1954, p. 129). A palavra resguardar encontra significado próprio na expressão ‘libertar-se’, ou seja, “libertar para a paz de um abrigo.” (HEIDEGGER, 1954, p. 129). Tudo isso culmina no resguardo que Heidegger considera o traço fundamental do habitar que, então, diz: “permanecer pacificado na liberdade de um pertencimento, resguardar cada coisa em sua essência” (HEIDEGGER, 1954, p. 129). Cada coisa? Mas, que coisas seriam essas?

No decorrer de sua explanação, alguns pontos importantes foram mencionados e que agora são tratados. Quando Heidegger (1954, p. 127, grifo nosso) diz “[...] ser como um mortal sobre essa terra [...]”, ele infere ‘sob o céu’ que, por sua vez, é “permanecer diante dos deuses” (1954, p. 129, grifo nosso), na conjuntura dos homens, ou seja, dos mortais. Os quatro elementos: a terra, o céu, os deuses/divinos e os mortais estariam interligados entre si de forma originária. “Resguardar cada coisa em sua essência” (HEIDEGGER, 1954, p. 129) seria, então, ter os quatro elementos atuando conforme sua essência natural, característica que qualifica o habitar como habitar.

Logo, no âmbito do habitar, os quatro atributos são compreendidos tendo a figura do homem como ator que os interliga. Habitar sobre a terra “não é assenhorar-se da terra e nem tampouco submeter-se à terra” (HEIDEGGER, 1954, p. 130), mas sim deixar a terra continuar a existir como terra. Habitar sob o céu é estar sincronizada ao ciclo natural das estações e das estrelas em seu fluxo orgânico sem qualquer interferência e, mais uma vez, deixar o céu existir como céu. Habitar

é aguardar os deuses, “Os deuses são os mensageiros que acenam a divindade.” (HEIDEGGER, 1954, p. 129). Logo, é observar o divino que se manifesta na terra, no céu e nos mortais. Os mortais habitam reconhecendo que estão conduzidos à morte, portanto estão de passagem, por isso devem honrar esse percurso respeitando terra, céu e divino, ou seja, deixando-os existir no seu vigor de essência.

Mas como o habitar acontece na prática diante esses quatro elementos? Habitar, apesar de ser mais que um “[...] demorar-se junto as coisas.” (HEIDEGGER, 1954, p. 131), acontece quando essas ‘coisas’ preservam a terra, o céu, o divino e os mortais em seu conjunto. ‘As coisas’, em que os mortais se demoram, são lugares que, muitas vezes, tem uma arquitetura que os conformam. A arquitetura enquanto ‘coisa’ deve, por sua vez, admitir que os quatro elementos aconteçam em sua essência. Dessa forma, Heidegger se encaminha para a segunda parte de seu texto que consiste em responder a pergunta: “Em que medida construir pertence ao habitar?”

Para Heidegger, construções são uma reunião integradora, dos quatro elementos, na qual surge um lugar que comporta espaços dentro de um limite no qual, alguma coisa, dá início a sua essência. Dessa forma, só se pode, de fato, edificar uma construção quando se tiver pensado a essência de cada coisa que a construção exige para sua realização, isto é, os lugares que propiciam aos quatro, terra, céu, divinos e mortais, estância e circunstância.

De acordo com o exposto presume-se que a arquitetura, enquanto coisa construída, deve preservar a quadratura, pois isso é o traço fundamental do habitar. Por sua vez, é o construir que conduz os quatro elementos, a coisa construída, logo esse construir deve deixar-aparecer a essência da quadratura, pois “[...] ao habitar pertence um construir e que dele recebe a sua essência.” (HEIDEGGER, 1954, p. 140). Dessa forma, construir e pensar são indispensáveis para o habitar, contanto que sejam tratados conjuntamente mesmo permanecendo em seus limites.

Heidegger finaliza o ensaio pontuando que a maior crise “[...] consiste em que os mortais devem primeiro aprender a habitar.” (HEIDEGGER, 1954, p. 140), e que esta antecedia a própria crise habitacional que a Alemanha vivia no pós-guerra e quaisquer outras crises habitacionais. A emergência de que nós, mortais, devemos conduzir o construir a partir do habitar e que devemos pensar na direção do habitar é apontada por Heidegger como iminente e necessária.

Todavia, a existência de nós, mortais, na Terra, tem se mostrado a principal fonte de desequilíbrio e impacto no meio. Essa dicotomia parece residir no distanciamento de nós, seres humanos, com o verdadeiro sentido de habitar. É nesse sentido que refletimos como as atividades humanas estão desconexas do curso natural do meio ao qual integra que, toda a Terra já está, em algum nível, sofrendo conseqüências das ações humanas dissonantes com o meio ambiente, uma prova disso é que o planeta está vivenciando o Antropoceno.

O termo Antropoceno, proposto pelo químico Paul J. Crutzen e pelo biólogo Eugene F. Stoermer (2000), refere-se à era geológica na qual a humanidade desempenha atividades que geram crescentes impactos na Terra e na Atmosfera. Os autores designam o final do século XVIII como a data de início do Antropoceno, pois se trata de um período em que os efeitos das atividades humanas mostraram-se notáveis, marcado especialmente pelo início do crescimento de gases na atmosfera, pela invenção do motor a vapor e pela mudança dos meios bióticos na maioria dos lagos (CRUTZEN; STOERMER, 2000). Nesse sentido, somos levados a questionar a existência de fenômenos puramente naturais, pois o impacto causado pela humanidade no mundo já tem efeitos em todo o meio. Assim, desconsiderando o aspecto temporal, um fenômeno “natural” que acontece hoje não está sob as mesmas condições que um fenômeno idêntico em outro período anterior ao Antropoceno, ou seja, as conseqüências das ações humanas já influenciam em certo grau os ciclos da natureza. Dessa forma, a necessidade de se repensar o habitar que, por sua vez, engloba todas as ações e modos de ser e estar sobre a Terra é iminente,

uma vez que o modo como a sociedade está vivendo no Planeta mostra-se insustentável, dada a capacidade de regeneração biológica do Planeta Terra.

Um sistema criado para medir o impacto humano na Terra é chamado de Pegada Ecológica. Originalmente nomeado por *Ecological Footprint*, o sistema foi criado no início de 1990, por Mathis Wackernagel e William Rees, como parte da pesquisa de doutorado de Wackernagel, na Universidade de British Columbia (GLOBAL FOOTPRINT NETWORK, 2022). O cálculo da Pegada Ecológica considera diversos aspectos da vida humana atual e, com base nessas informações, calcula-se quantos planetas seriam necessários se todos os seres humanos tivessem o mesmo estilo de vida da pessoa respondente. Em 2003, a *Global Footprint Network* foi criada, a organização possui um banco de dados de Pegada e biocapacidade de diversos países, em 2007, lançou uma Calculadora da Pegada Ecológica *on-line*, em que cada pessoa pode calcular a sua Pegada Ecológica.

O nosso estilo de vida está diretamente relacionado ao modo como habitamos o Planeta. E, para reduzirmos nossa pegada ecológica, devemos repensar e mudar aspectos da vida cotidiana que minimizem o impacto gerado no nosso *habitat*. Para isso, é necessário tomarmos consciência de que a forma como estamos habitando o mundo é insustentável, uma vez que consumimos e degradamos o Planeta em uma velocidade maior que a sua capacidade de regeneração. Para solucionar esse problema, devemos repensar sobre o modo como o habitamos e buscarmos meios e alternativas que minimizem o nosso impacto sobre a Terra.

Dado o fato de que o fazer arquitetônico e urbanístico também reflete a escolha de um modo de habitar a Terra, a profissional arquiteta e urbanista deve perceber, no que concerne a sua competência, a importância do seu papel no habitar. Somos nós, profissionais arquitetas e urbanistas, que temos a responsabilidade de incentivar e de oferecer formas menos impactantes de se fazer arquitetura e urbanismo, e assim habitar, ao modo que nos é possível de forma a honrar o meio que nos abriga. Dessa forma, estar atentas para escolhas mais conscientes e sustentáveis que tendem a gerar menos impacto, assim como optar, sempre que possível, por reformas em vez de começar uma obra do zero e/ou reaproveitar materiais, refletem escolhas de um habitar mais consciente. A arquitetura, enquanto habitar, confere a nós, arquitetas e urbanistas, uma parcela de responsabilidade com o todo.

### 3. Reflexões e Discussões

Entender o habitar sob a perspectiva do filósofo Martin Heidegger mostrou que, apesar de seu pensamento ser conduzido pela sua formação profissional, suas reflexões evidenciam o caráter interdisciplinar da arquitetura. De acordo com seus pensamentos, o habitar é condicionado por quatro elementos, sendo eles: terra, céu, divinos e mortais. Logo, o modo como se é/está nessa terra deve honrar cada um dos elementos deixando que cada um permaneça sendo o que é. Trazendo esse pensamento para a arquitetura, infere-se que quaisquer 'coisas construídas' devem acontecer de forma a se encaixar nas preexistências que tangem, céu, terra, divinos e mortais, ou seja, se inserir de forma harmônica no que já existe deixando-os permanecerem sendo o que é.

A arquitetura é vista aqui como uma manifestação do habitar que configura um modo e escolhas específicas de uma forma de se habitar o mundo revelando por si e em si indícios de um modo específico de habitar, na medida em que sua concepção está imbuída de um modo de ser e estar no mundo. A conexão entre os assuntos aqui expostos parte de uma visão holística da arquitetura, entendendo-a como um habitar que concretiza um modo específico de ser e de estar

no espaço, de um indivíduo ou de um grupo. Além disso, o estudo visa relembrar o caráter transdisciplinar da arquitetura e sua veia filosófica, assim como sua essência.

Para que a terra continue sendo terra, a arquitetura não deve prejudicá-la, a Terra deve, mesmo após a existência da arquitetura, continuar sendo aquilo que é. As coisas edificadas devem permitir que a Terra continue a dar frutos ao florescer e que as águas continuem o seu fluxo em seu percurso. A arquitetura deve estar em harmonia com os ciclos do céu, acolhendo as particularidades de suas estações e de seu clima. Na consolidação da arquitetura, o divino deve se manifestar.

Sem a existência da vida humana, terra, céu e divinos coexistiriam em harmonia, contudo a simplicidade da quadratura não estaria completa. O ser humano, tal como uma árvore, integra o sistema de vida no Planeta Terra, onde cada um tem o seu papel para o equilíbrio geral do sistema, no entanto, o que tem se observado, é que o ser humano não tem agido de forma coerente para a manter essa relação harmônica, se é que isso um dia aconteceu. Quanto maior a integração do ser humano no ecossistema da Terra, enquanto parte que compõe e contribui de forma positiva para que as relações aconteçam de maneira harmônica, mais o sistema estará em equilíbrio.

O habitar aqui estudado mostrou estreita relação com o tema sustentabilidade visto que, o habitar parece ser um meio de se alcançá-la uma vez que, ao se deixar Terra, céu, divinos e mortais existirem em sua essência estar-se-á preservando o planeta para as gerações futuras. Se enquanto pessoas humanas nós vivermos respeitando o habitat, terra, céu, divinos e mortais, que nos cercam e nos acolhem já estaremos praticando uma forma sustentável de viver. Se enquanto arquitetas e urbanistas formos coerentes com o nosso papel e escolhas que respeitem o meio que vivemos, ou seja, habitar a um modo heideggeriano estaremos a ser sustentáveis uma vez que, estaremos deixando as coisas em sua essência para as futuras gerações.

### 4. Considerações Finais

O tema habitar que foi pensado e refletido por Martin Heidegger em 1951 na ocasião da conferência se mostrou um assunto relevante e atual. Repensar o habitar e como ele ocorre se mostrou um campo emergente de estudo para o momento em que vivemos, visto que o conceito tange todos os âmbitos de nossa existência.

Pensar o habitar é pensar sobre nossas ações perante o mundo e suas consequências, nos vemos como parte integrante do todo e como podemos por meio das nossas escolhas e decisões habitar de modo harmônico com o meio deixando-o permanecer em sua essência. Essa harmonia poderia ser entendida como uma maneira de tentar viver de forma mais sustentável em cada escolha e ação.

Enquanto profissionais arquitetas também habitamos uma vez que, contribuimos com propostas e soluções para construções que se edificam no mundo. Desse modo é preciso cuidar para que nossas escolhas e ações venham desse lugar consciente sobre nossas decisões perante o mundo.

Apesar de o habitar ter sido apresentado aqui de forma teórica a sua relevância iminente está no âmbito das ações e da realidade. Então, espera-se que para além da reflexão e do pensar esse artigo também incentive as pessoas a repensarem como habitam o mundo e que por meio de escolhas e ações habitem seus corpos, suas casas, suas cidades e seu planeta de forma mais coerente com o que ele é.



## Referências

- CRUTZEN, Paul J.; STOERMER, Eugene F. **The "Anthropocene"**. Global Change Newsletter, [s. l], n. 41, p. 17-18, maio 2000. Disponível em: <http://www.igbp.net/download/18.316f18321323470177580001401/1376383088452/NL41.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2021.
- GLOBAL FOOTPRINT NETWORK (org.). **Nosso Passado e Nosso Futuro**. Disponível em: <https://www.footprintnetwork.org/about-us/our-history/>. Acesso em: 18 jan. 2022.
- HEIDEGGER, Martin. Construir, habitar, pensar. *In*: HEIDEGGER, Martin. **Ensaio e conferências**. 8. ed. Petrópolis: Vozes; Bragança Paulista: Editora Universitária São Francisco, 2012. (Coleção Pensamento humano). p. 125-141. Tradução de Marcia Sá Cavalcante Schuback. Título original: Bauen Wohnen Denken (1951).
- LOPARIC, Zeljko. **Heidegger**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004.
- SENNETT, Richard. **Construir e habitar: ética para uma cidade aberta**. Rio de Janeiro: Record, 2018. Tradução de: Clóvis Marques.
- SHARR, Adam. **Heidegger for Architects**. New York: Routledge, 2007. (Thinkers for architects series).

## Economia Circular do Alimento: uma ação de Food Design para o aproveitamento de descarte pré-consumo na cadeia produtiva local de sorvete

### *Circular Economy of Food: A Food Design action for the use of pre-consumption disposal in the local ice cream production chain*

**LEPRE, Priscilla Ramalho, Doutora, UFAL - Universidade Federal de Alagoas.**

priscilla.lepre@fau.ufal.br

**SANTOS, Thiago Procópio dos, Bacharel, UFAL - Universidade Federal de Alagoas.**

santos.thiago@fau.ufal.br

## Resumo

O desperdício de alimentos é um problema que requer superação imediata e, neste sentido, o Food Design pode colaborar propondo soluções que substituam as narrativas predatórias atuais por outras, estruturadas no equilíbrio entre as dimensões da sustentabilidade. Isso posto, este artigo apresenta o Estudo de Caso realizado em 2021 junto à Universidade Federal de Alagoas - UFAL, que teve por objetivo desenvolver um produto alimentar a partir de resíduo pré-consumo de casquinhas de sorvete, gerado por empresas fast-food da cidade de Maceió – Alagoas. Para isso, utilizou-se as abordagens do Food Design para a sustentabilidade alimentar e Design para a Economia Circular do Alimento. O produto gerado, foi submetido a um processo de validação, aqui descrito, para a verificação da aceitação do público e viabilidade econômica da produção. Por fim, traz-se as considerações finais do processo e do método.

**Palavras-chave:** Food Design; Economia Circular dos Alimentos; Sustentabilidade.

## Abstract

Food waste is a problem that requires immediate overcoming, and, in this sense, Design can collaborate by proposing solutions that replace current predatory narratives with others, structured in the balance between the dimensions of sustainability. That said, this article presents the results of a Case Study carried out in 2021 at Federal University of Alagoas - UFAL, which aimed to develop a food product from pre-consumer waste of ice cream cones generated by fast-food companies in the city of Maceió – Alagoas. For this, we used Design approaches for the Circular Economy and Food Design for food sustainability, supported by empirical data collection. The generated product was

*submitted to a validation process, described here, to verify public acceptance for production feasibility. Finally, the final considerations of the process and the method are presented.*

**Keywords:** *Food Design; Circular Economy for Food; Sustainability.*

## 1 Introdução

O alimento é umas das bases de manutenção da vida e desempenha importantes papéis culturais, sociais, econômicos e ambientais. Sua hodierna cadeia produtiva, baseado no modelo linear de economia, organiza-se sob o arquétipo da extração e utilização massiva de recursos, ignorando, entre outros, o elevado nível de perdas que ocorrem em todas as fases produtivas, a poluição do solo, ar e água, bem como o volume e ingerência de seus resíduos. Estas e outras questões a vinculam a problemas complexos sistemicamente entranhados nas fundações e estruturas do paradigma da insustentabilidade dos modos de vida atuais, como a degradação do meio ambiente e a redução e/ou extinção de espécies, p. ex. (LEPRE; CASTILLO, 2021).

Como alternativa a este modelo, que ignora os limites e a capacidade de regeneração do planeta, a Economia Circular – EC visa a saúde geral do sistema e representa uma mudança holística que edifica, a longo prazo, a resiliência, criando oportunidades de negócios e soluções inovadoras para a economia, proporcionando melhorias ambientais e sociais (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2013). Todavia, para que esta mudança seja factível, é necessário superar questões urgentes, como o paradoxo do desperdício de alimentos e a fome que acomete parte da população mundial (Idem, 2019).

Conforme a FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura, é urgente criar novas formas de relação entre o ser humano e o alimento para que se possa romper, definitivamente, com o insustentável *status quo* atual (FAO, 2019), pois, de acordo com o relatório desenvolvido pelo Estado da Segurança Alimentar e Nutricional no Mundo, 2,3 bilhões de pessoas sofreram de insegurança alimentar em apenas em 2021 (ONU, 2021), enquanto 28% dos alimentos produzidos mundialmente foram descartados pré e/ou pós consumo (PNUMA, 2021).

É nesse contexto que se desenvolveu este trabalho: uma contribuição do Food Design para a redução do desperdício de alimentos dentro do setor sorveteiro da cidade de Maceió – AL. Este setor, segundo a ABIS - Associação Brasileira das Indústrias e do Setor de Sorvete, representa um faturamento anual de mais de 13 bilhões de reais para economia brasileira, com crescimento nas vendas a uma taxa de 0,5% a 3% ao ano, mesmo diante dos problemas de retração da economia. Do total da produção do país, a região nordeste responsável por 19% do consumo, que tem em seu rank dos tipos de sorvetes mais vendidos: o sorvete de massa, o picolé e o soft (expresso) (ABIS, 2019).

Atualmente, cerca de 20 empresas trabalham com sorvete em Maceió, em grande parte oferecendo a ‘casquinha’ como opção de suporte do produto ao consumidor final. Devido a sua fragilidade, no entanto, este artefato se quebra facilmente e perde sua integridade funcional e/ou estética. Desta maneira, mesmo estando em perfeitas condições de consumo e livre de patógenos, essa substância alimentícia é descartada, resultando em prejuízos econômicos, ambientais e sociais.

Nesse sentido, utilizando como o Estudo de Caso como método de pesquisa, este trabalho propõe – a partir de uma intervenção estratégica de Food Design e com base nas orientações da EC – a inserção dessa substância alimentar, resultado do descarte pré-consumo de uma das grandes redes de sorveteria da cidade de Maceió, em um novo processo produtivo que origine um novo ciclo de vida do produto e, por consequência, sua extinção pelo consumo.

Isso posto, o presente artigo relata este trabalho em quatro seções: Contexto Teórico e Contexto Empírico, seguidos de Discussão e Conclusão. O Contexto Teórico é composto por três revisões bibliográficas, aqui resumidas: (1) Sorvete; (2) Economia Circular voltada ao Alimento; (3) Food Design. Já o Contexto Empírico conta com três fases: (1<sup>o</sup>) Levantamento de dados empíricos – realizado em três empresas (sorveterias); (2<sup>o</sup>) Food Design – criação e desenvolvimento de um novo produto alimentar; (3<sup>o</sup>) Validação – avaliação da aceitação do público para viabilização da produção do novo produto alimentício. Por fim, de posse desses dados, discute-se o processo utilizado, os resultados e apresenta-se as conclusões.

## 2 Contexto Teórico

Para embasar e orientar o Estudo de Caso apresentado neste artigo, realizou-se uma revisão de literatura, com a finalidade de conhecer o objeto de pesquisa, determinar os problemas que ele enseja e compreender como o Food Design pode contribuir para a proposição de soluções. Desta forma, a presente seção será apresentada em três subseções: Sorvete – entre o prazer e o desperdício; Food Design e Sustentabilidade; e Economia Circular aplicada ao Setor da Alimentação Humana.

### 2.1 Sorvete: entre o prazer e o desperdício

O sorvete é uma sobremesa gelada mundialmente apreciada, cuja produção industrial brasileira teve início em 1941. Parte da moderna e complexa cadeia de produção de alimentos, a indústria sorveteira hoje se preocupa, além do crescimento econômico, com questões como consciência nutricional, saúde, identidade cultural e novas experiências sensoriais, características importantes no comércio atual de sorvetes industriais e que guiam a inovação, valorização e adaptabilidade do setor ao mercado.

Abrindo-se para atender às exigências de novos grupos de consumidores (veganos, diabéticos, celíacos etc.) e empregando produtos naturais de alta qualidade, cada produtor define a composição de ingredientes, maneiras e tecnologias de preparo que determinam, entre outros, as estruturas dos sorvetes, das quais derivam suas tipologias e nomes. Com estruturas rígidas estão picolés e paletas e com estruturas macias/cremosas/maleáveis, os *gelatos* (massas) e os expressos (softs) (FIGURA 1), que demandam suporte para seu consumo.



Figura 1: Exemplos de tipologias de sorvete. Fonte: Gratispng (2022).

Entre os suportes mais conhecidos estão as casquinhas, como ilustra a Figura 1. Preparadas com massa de *waffle* (biscoito) e produzidas, em geral, no formato de cone ou de cesta, elas são pensadas para serem totalmente eliminadas, por ingestão, durante o cumprimento de sua função, a etapa de consumo do sorvete. Patenteadas em 1907 nos EUA por Italo Marchiony e popularizadas por marcas de *fast-food*, as casquinhas substituíram com sucesso as vasilhas utilizadas até então e criaram um novo setor da indústria alimentícia (IDFA, 2022).

Com a valorização da produção artesanal de sorvetes, diversas empresas têm oferecido a produção local e *just in time* deste produto, ampliando, com isso, a experiência sensorial dos consumidores. Porém, devido sua fragilidade estrutural, as casquinhas contribuem para crescer o montante de resíduos produzidos por esse setor industrial, questão a ser superada para que o desenvolvimento sustentável seja factível. Para tanto, pode-se empregar, entre outros, as orientações da Economia Circular do Alimento, como será apresentado na próxima seção.

## 2.2 Economia Circular do Alimento

A maioria dos sistemas econômicos alimentares atuais, se sustenta de maneira linear e, por esse método, cerca de seis caminhões de lixo de alimentos, adequados ao consumo, são perdidos ou desperdiçados a cada segundo no mundo (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019). Além disso, afirma o autor, menos de 2% dos nutrientes dos produtos alimentares são aproveitados de alguma maneira após seu descarte, revelando a incoerência entre o grande desperdício e os altos índices de fome por todo o planeta.

Visando dirimir ou mitigar estas e outras problemáticas vinculadas à cadeia produtiva do alimento contemporânea, a Economia Circular apresenta três macro objetivos: (1) adquirir alimentos de maneira regenerativa, sob o panorama local; (2) aproveitar ao máximo os alimentos, evitando o desperdício; e, por fim, (3) desenvolver e comercializar produtos alimentícios mais saudáveis, prevenindo problemas de saúde. Neste sentido, a Economia Circular propõe estratégias como:

Quadro 1: Diretrizes da Economia Circular – EC.

Diretriz	Orientação
Design sem resíduo	Materiais biológicos podem ser compostados. Materiais técnicos, como polímeros, ligas e outros materiais sintéticos, são projetados para ser usados novamente com o mínimo de energia e maior retenção de qualidade.
Criar resiliência através da diversidade	Modularidade, versatilidade e adaptabilidade são características a serem priorizadas.

Utilizar energias de fontes renováveis	Os sistemas devem operar com energia renovável, o que é permitido pelos reduzidos limiares dos níveis de energia exigidos por uma economia circular e restaurativa.
Pensar em Sistemas	Compreender como as partes se influenciam mutuamente dentro de um todo, e as relações do todo com as partes, é essencial. Os elementos são considerados em relação ao seu contexto ambiental e social. O pensamento sistêmico geralmente refere-se à maioria esmagadora dos sistemas do mundo real: são não lineares, ricos em feedback (retroalimentação), e interdependentes.
Pensar em cascata	Processos alimentam outros processos, de forma circular.

Fonte: Autores, baseado em Ellen MacArthur Foundation (2013).

O Estudo de caso aqui relatado, das diretrizes apresentadas no Quadro 1, empregou: pensar em sistemas e pensar em cascata, de maneira que os resíduos de um ciclo de produção possam gerar novos produtos, com novos ciclos de vida (ELLEN MACARTHUR FOUNDATION, 2019). Pensar de maneira “circular” é entender que o “resíduo” gera insumo para um novo produto, reduzindo os impactos no meio ambiente pelo aproveitamento máximo dos nutrientes do produto. O designer desempenha um papel importante nesse pensamento sustentável, pois, ao desenvolver o produto alimentar, ele deve idealizar o uso em ciclos, de maneira que o coproduto dele possa ser insumo de uma nova produção.

Para isso, os materiais orgânicos devem ser mantidos em seu estado mais íntegro, livre de contaminantes e de substâncias externas, conservando o potencial de sua composição inicial (Ibidem). Ele pode, também, idealizar a criação de novos produtos a partir dos alimentos que estão, de alguma maneira, fora do padrão ideal inicial, como produtos que foram esteticamente separados dos demais. A ação de desenvolver a partir do que seria descartado diminui o fluxo de desperdício destinado a aterros sanitários. Desviando tais produtos para a economia local, gera-se renda, projetos sociais de combate à fome e à pobreza, entre outros.

Produzir de maneira regenerativa (alicerçado na ótica da economia circular), resulta em ganhos de qualidade alimentar na vida das grandes cidades urbanas, pois, a partir da produção de alimentos, pode-se obter recursos que podem ser aproveitados como coproduto de uma bioeconomia, gerando, por sua vez, novos produtos alimentares ou um retorno de nutrientes para o ecossistema local. Muitas dessas estratégias podem ser complementadas ou mesmo amplificadas pelas estratégias construídas pelo Design para Sustentabilidade, que por sua vez, é a espinha dorsal sob a qual se estrutura o Food Design em todas as suas aplicações (LEPRE, 2021), como será posto na sequência.

## 2.3 Food Design

De acordo com Zampollo (2016), o Food Design é a conexão entre comida e Design, que deriva em processos de “inovação em produtos, serviços ou sistemas de alimentos e alimentação, desde a produção, aquisição, preservação e transporte, até a preparação, apresentação, consumo e disposição” (Idem, p.1). Em sua concepção, esta nova disciplina coloca o alimento e a alimentação entre os mais importantes objetos do Design no século XXI, especialmente no que tange à ruptura com o *status quo* insustentável vigente e a construção de novos modos de vida, pluridimensionalmente equilibrados e equânimes (MANZINI, 2008; BISTAGNINO, 2017).

Neste momento, em plena construção cooperada, o Food Design vem estabelecendo, entre outros, seus escopos de atuação, seus espaços projetuais, sua linguagem e um arcabouço teórico mínimo, integrando e aplicando, diretamente, o conhecimento construído pelo Design ao longo do tempo, com aqueles advindos de um conjunto de disciplinas afins, denominado *Food Studies* (MARGOLIN, 2013). Zampollo (2016), como uma forma de orientar esse processo, sugere um elenco de sete subdisciplinas capazes de atender a diversos contextos e níveis de complexidade projetuais, ou seja, capazes de instruir a projeção de produtos em si aos macrossistemas relativos ao alimento e/ou alimentação (QUADRO 2).

Quadro 2: Subdisciplinas do Food Design.

Subdisciplina	Breve descrição
Design do Produto Alimentar	projeta o alimento para produção em larga escala
Design para o Alimento	projeta todos os artefatos relacionados a preparar, cozinhar, servir, conter e transportar os alimentos.
Design com o Alimento	projeta o alimento para produção artesanal ou em pequena escala
Design do Espaço Alimentar	projeta os locais destinados à alimentação
Design da Alimentação	Projeta a situação alimentar em toda sua complexidade
Design de Serviços Alimentares	Projeta os serviços vinculados ao alimento e alimentação
<i>Critical Food Design</i>	Desperta e provoca o pensamento crítico e as ações para a mudança das narrativas alimentares insustentáveis
Design de Sistemas Alimentares	Projeta todo o sistema alimentar, considerando questões ambientais, econômicas, sociais e culturais.
Design para a Sustentabilidade	Projeta para sustentabilidade a longo prazo

Fonte: Autores, baseado em Zampollo (2016).

O Estudo de Caso apresentado nesse artigo se desenvolve dentro do escopo projetual do **Design com o Alimento**, ou seja, visa a projeção de um novo alimento, tendo como matéria prima, a substância alimentar descartada na fase pré-consumo da indústria sorveteira, e com isso, o aproveitamento não apenas dos ingredientes nutricionais, mas de todos os insumos empregados nas suas transformações anteriores.

### 3 Contexto Empírico

A partir das teorias apresentadas até o momento, investigou-se e avaliou-se *in loco*, o desperdício, na fase pré-consumo do ciclo de vida, de casquinhas utilizadas como suporte de sorvetes do tipo *soft (expresso)*, a fim de propor uma solução de Food Design que o reduza/elimine. Para isso, empregou-se como método de pesquisa o Estudo de Caso que, de acordo Yin (2001), é adequado à estudos contemporâneos, quando há pouco ou nenhum controle das variáveis envolvidas.

#### 3.1 Levantamento de dados empíricos

A coleta de dados empíricos limitou-se a cidade de Maceió – Alagoas e às empresas que obedecem aos seguintes critérios: a) Localização: Pátio Shopping Maceió; b) Formato do

espaço de trabalho: quiosque; c) Tipologia de produto comercializado: sorvete expresso do tipo *soft*; e d) Suporte para o produto comercializado: casquinha de *waffle*. A aplicação desses critérios permitiu uma certa paridade dos fatores que podem influenciar na degradação do objeto de estudo, como o espaço de armazenamento, forma de exposição e manuseio, p. ex.

Devido a questões sanitárias, do montante de casquinhas descartado diariamente, o design das soluções empregou somente aquelas que não tinham sido retiradas de sua embalagem protetiva, como mostra a Figura 2, a seguir:



Figura 2: Exemplos de danos estruturais que induzem ao descarte de casquinhas pré-consumo e casquinhas no invólucro de proteção. Fonte: Acervo próprio.

Essa limitação se deu mediante às dificuldades para a realização das análises microbiológicas necessárias para determinar presença ou não de contaminantes e consequente viabilidade das casquinhas descartadas em outras etapas do processo, como, p.ex., durante o manuseio pelo vendedor. Se faz necessário esclarecer que houve consulta a profissionais da FANUT - Faculdade de Nutrição da Universidade Federal de Alagoas, que apontaram a dificuldade da realização desses testes devido à interdição dos laboratórios por normativas referentes à contensão da pandemia de Coronavírus.

Isso posto, as empresas que participaram da coleta de dados, partes de grandes franquias do ramo de sorvetes, por ética de pesquisa, neste estudo são referidas como A, B e C. A coleta de dados foi realizada ao longo de uma semana, de 11 a 17 de julho de 2021 e objetivou estimar uma média do número de casquinhas descartadas por mês, em cada estabelecimento. Obviamente, os números obtidos correspondem a um período extraordinário, no qual a pandemia de Coronavírus impactou a circulação de pessoas em locais fechados, como shoppings centers e o consumo de alimentos no local.

Tabela 1: Descarte diário de casquinhas de sorvete.

CASQUINHA	ENTRADA DIÁRIA	DESCARTE DIÁRIO UNITÁRIO
Empresa A	150	10 a 18
Empresa B	145	14 a 16
Empresa C	130	12 a 15

Fonte: Autores.

Assim, tem-se que, nessas empresas, são desperdiçadas de 10 a 15% das casquinhas que deveriam ser comercializadas em um dia de trabalho, ou seja, em um mês são jogados no lixo, 1.519 casquinhas cuja qualidades nutricionais estão íntegras, 11,52% dos produtos apenas na fase pré-consumo. Considerando R\$ 0,75 o valor do lucro aplicado a cada unidade de

casquinha, essa perda implica em de menos R\$ 13,50 não alcançados no lucro diário, além da redução da eficiência sustentável das empresas, que geram resíduos desnecessários de um produto monouso que deveria ser totalmente ‘eliminado’ na fase de consumo, como ilustra a Figura 3, a seguir.

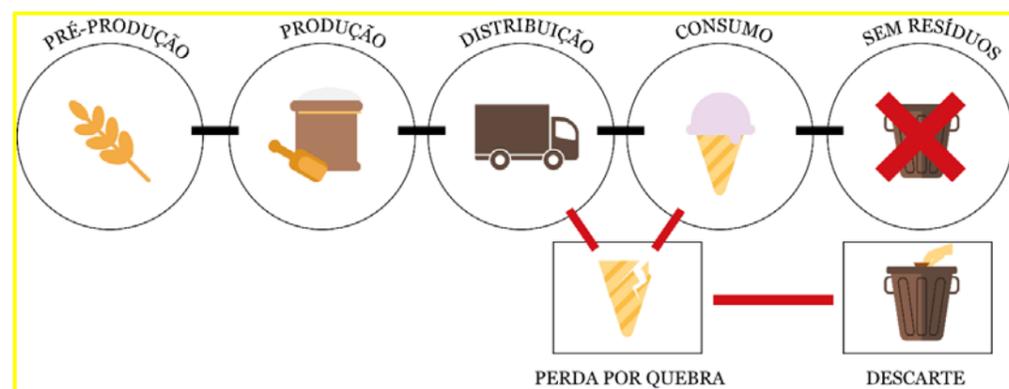


Figura 3: Fluxo atual linear das casquinhas de sorvete. Fonte: Autores.

A Figura 3 ilustra o descarte prematuro de produtos monouso que ocorre, entre outros, por danos estruturais/estéticos que inviabilizam seu emprego como suporte de sorvetes tipo soft (FIGURA 2). Conforme observado, as fraturas ou rupturas ocorrem nas fases de fabricação, distribuição, armazenamento e manuseio pré-consumo. Em todo caso, a substância alimentar em si, mantém suas características nutricionais e organolépticas preservadas e, portanto, pode ser consumida. Dito isso, com a finalidade de reduzir/mitigar o desperdício desses produtos, desenvolveu o projeto de Food Design apresentado a seguir.

#### 4 Food Design – criação e desenvolvimento de um novo produto alimentar

Esta fase do Estudo de Caso teve como objetivo estabelecer, a partir da criação de um novo produto alimentício, um sistema circular em cascata, no qual o resíduo de uma produção é a matéria prima para outra indústria produtiva, favorecendo as relações e o desenvolvimento a nível local. Deu-se sob as orientações do Design com o Alimento, uma subdisciplina do Food Design que tem como matéria criativa projetual, a substância alimentar e que visa a produção artesanal em pequena escala. Este tipo de projeto pode ou não demandar a consultoria de outros profissionais da área alimentar, como engenheiros de alimentos ou gastrônomos para a criação de receitas, p. ex.

Isso posto, tendo como matéria prima principal, as casquinhas de sorvete descartadas ainda em sua embalagem protetora, realizou-se um *brainstorming* criativo que contou com a participação da gastrônoma Anne Caroline Soares dos Santos e da cozinheira Bruna Daniela. Assim, analisando as limitações impostas pelo sistema de franquias ao qual pertence a empresa e o local de aplicação do projeto, selecionou-se duas possibilidades de aproveitamento: na forma de farofa para ser consumida como *topping* dos sorvetes comercializados no local e na forma de base para tortas, *torteletes* ou afins.

Ambas as propostas se mostraram válidas, contudo, optou-se pelo desenvolvimento de uma base para tortas doces (ou afins), pelo potencial de, através de compra, venda ou doação dos insumos, somar novos parceiros econômicos ao sistema (confeitarias, pequenos empreendedores etc.). Dito isso, a receita foi definida tendo como critério, além do uso das casquinhas, a economia financeira e a economia de produtos para a composição da massa, idealizando o mínimo necessário de produtos para estruturá-la e garantir suas qualidades organolépticas. A Figura 3, a seguir, mostra a seleção e quantidade de materiais utilizados na composição da torta.

<b>RECEITA</b>	<b>Massa da Torta</b>
	300g Casquinha Triturada 6 colheres Manteiga
	<b>Recheio da Torta Teste</b>
	200 g Creme de Leite 395 g Leite Condensado 150 g Polpa de Morango



Figura 3: Receita e forma de preparo da massa. Fonte: Autores.

Conforme a receita apresentada na Figura 3, apenas a adição da manteiga foi necessária para que a torta ganhasse estrutura e sabor. Com os resíduos diários de casquinhas podem ser produzidos 3 bases de tortas. A forma de preparo também se mostrou simples: as casquinhas foram processadas até assumirem a estrutura de farofa e unidas à manteiga derretida. A mistura, após perfeitamente amalgamada, foi colocada em uma forma de fundo falso e levada para assar em forno à temperatura de 180° C por 20 minutos.



Figura 4: Torta finalizada. Fonte: Autores.

Conforme ilustra a Figura 4, preparou-se o recheio, feito com polpa de morango, mas que pode ser substituído outros sabores, obedecendo sazonalidade e ingredientes locais que, assim que a massa chegou à temperatura ambiente, foi despejado sobre ela na forma. Após 2 horas na geladeira para adquirir a consistência ideal, a torta foi retirada e fatiada para a validação.

#### 4.1 Validação - realização de análise de aceitação do público

O local da validação final do Estudo de Caso foi o quiosque da empresa A e teve como avaliadores consumidores finais a partir da adaptação do formato previsto no Método ADQ - Análise Descritiva Quantitativa (MININ et al, 2010), que permite identificar e quantificar os atributos sensoriais de alimentos, através de instrumentos como o questionário, p. ex. Para este estudo, foram considerados como atributos relevantes: a) sabor; b) aroma; c) aparência; e d) crocância. Outro quesito levantado foi o preço final, fator essencial para viabilidade econômica do projeto.

Como em sua literatura, o ADQ não indica número mínimo de julgadores, estabeleceu-se 10% do público atendido em um dia na empresa A, como porcentagem representativa. Isso equivale a 8 pessoas, mesma quantidade de fatias geradas por cada torta. A seleção dos provadores obedeceu ao critério da aleatoriedade, o que permitiu uma amostra diversificada.

A aplicação do teste deu-se no quiosque da empresa A e constou em indagar a possíveis avaliadores sobre o interesse de participar da pesquisa, expondo-lhes os procedimentos. Em face a aceitação, cada provador recebeu uma fatia da torta e uma folha contendo: cabeçalho com identificação da instituição e do pesquisador, data e local da coleta de dados, espaço para identificação pessoal e o questionário de avaliação dos atributos sensoriais supracitados, com as opções: ótimo, bom, regular e ruim. Os gráficos a seguir trazem o resultado geral dos dados obtidos.

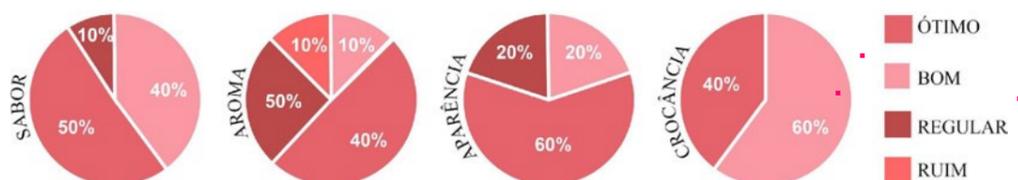


Figura 5: Gráficos dos resultados da coleta de dados dos atributos sensoriais do novo produto. Fonte: Autores.

Como ilustram os gráficos apresentados na Figura 5, para 90% dos avaliadores, o sabor da torta foi considerado bom ou ótimo, enquanto o aroma teve a aprovação de 50% da amostra. Já a aparência foi considerada boa ou ótima para 80% deles e todos aprovaram o quesito crocância. Isso indica o potencial para a introdução desse novo produto mercado. Em espaço para observações, os entrevistados enaltecem o sabor neutro e suave da massa da torta e levantaram a possibilidade de novas combinações com recheios variados.

Assim, verifica-se que a aplicação do Food Design, em conjunto com as diretrizes da Economia Circular, foi capaz de redirecionar do fluxo de matérias comestíveis que estava sendo descartada ainda em perfeitas condições nutricionais e sanitárias (FIGURA 10), para a fabricação de novos produtos alimentícios a partir dos resíduos pré-consumo, cuja aceitação do público foi satisfatória.

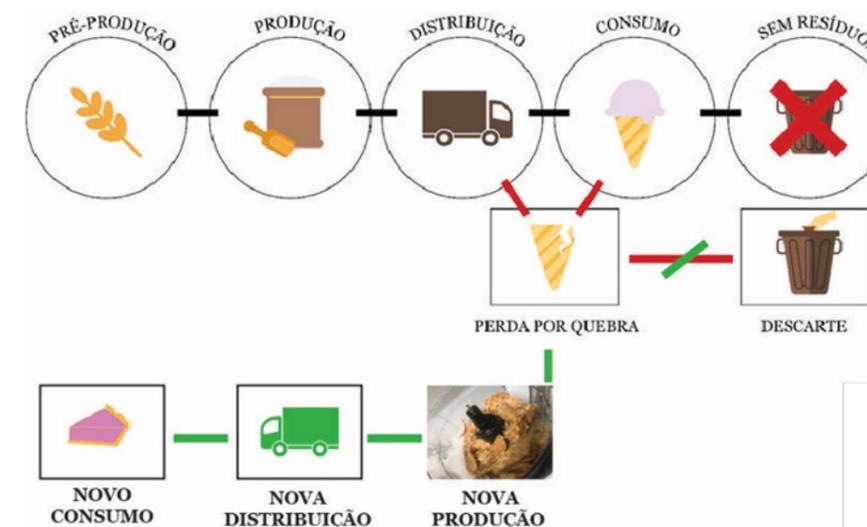


Figura 6: Novo ciclo de vida do produto. Fonte: Autores.

A imagem anterior ilustra o design do novo ciclo de vida, que se utiliza do resíduo pré-consumo de substância alimentícia para a criação de um novo produto, gerando processos produtivos sistêmicos e em cascata. Nele, as casquinhas descartadas foram utilizadas como insumo para a confecção de base para torta doce, uma entre muitas opções de produtos gerados em *brainstorming* que envolveu food designers, gastrônoma e cozinheira. Esse novo produto obteve aproveitamento máximo das casquinhas danificadas, mitigando o desperdício do processo anterior. Na forma de massa de torta, as matérias primas utilizadas para a fabricação de casquinhas de sorvete entram como matérias primas de novo fluxo de produção, desta feita sustentável, visando a eliminação total do produto no ato de consumo.

Como indicado anteriormente, junto com os atributos sensoriais do novo produto, indagou-se aos consumidores sobre preço, com o intuito de verificar a viabilidade da produção e potencial de lucro para produtor e comerciante. Tendo por base os custos - ingredientes, + casquinhas danificadas + valores fixos (espaço, energia, água, mão de obra), chegou-se ao preço de R\$5,00 por fatia de torta, considerado por 100% dos respondentes, valor justo pelo produto. Para 60% dos avaliadores, o valor poderia chegar até R\$ 10,00. Desse modo, os R\$ 13,50 perdidos com as casquinhas desperdiçadas, tem o potencial de render R\$ 75,00 de lucro, uma vez que, utilizando as casquinhas desperdiçadas diariamente, obtém-se 24 fatias. Isso indica que o projeto é viável e contribui, efetivamente, tanto para mitigar o desperdício de alimentos, quanto para gerar desenvolvimento econômico local sustentável, com novas oportunidades de negócio, em uma formação sistêmica em cascata, localmente situado.



## 5 Considerações Finais

O presente artigo, apresentou um Estudo de Caso de Food Design aplicado ao setor sorveteiro da cidade de Maceió, objetivando reduzir os resíduos por ele produzidos. Utilizou-se o Design com o Alimento, área do Food Design que tem a substância alimentar como matéria prima criativa para projetar produtos e soluções para produção artesanal em pequena escala em conjunto com as diretrizes da Economia Circular dos Alimentos. Conforme aponta, obteve-se resultados positivos na mitigação do problema e na criação de novas fontes de lucro a partir de resíduos, antes desperdiçados, agora inseridos em um modelo circular de economia, onde os resíduos de um processo produtivo servem como insumos para novos processos produtivos.

Demonstrou-se, com esse estudo, que o Food Design tem o potencial de contribuir para reduzir e/ou mitigar um dos mais relevantes problemas da atualidade: o desperdício de alimentos e, por consequência, a fome. Neste sentido, o olhar sistêmico do Food Design sobre as narrativas alimentares, é imprescindível para romper com o *status quo* insustentável atual e conduzir a humanidade a novas relações localmente situadas, ambientalmente responsáveis, economicamente viáveis, socialmente equitativas e culturalmente significativas para que o amanhã seja, de fato, sustentável.

## Referências

- ABIS. **Perspectivas do Mercado de Sorveterias para 2020**. Associação Brasileira das Indústrias e do Setor do Sorvete, 2019. Disponível em: <<http://encr.pw/eoYSX>>. Acesso em: 16 junho 2021.
- ACTIONAID. **Você Já Sentiu a Dor da Fome?** Acesso em: 8 jul. 2021. ACTIONAID, 2020. Disponível em: <<http://11nq.com/cyHfp>>>. Acesso em: 2021 julho 2021.
- BISTAGNINO, L. **Design Sistemico: Progettare la Sostenibilità Produttiva e Ambientale**. Bra: Slow Food Editore, 2009. 272 p.
- CUSTÓDIO, A. C. A. **Processos de Inovação: um estudo de caso no segmento de sorvetes de Capinópolis – MG**. Trabalho de Conclusão de Curso em Administração: Universidade Federal de Uberlândia. Minas Gerais, 2018.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Towards the Circular Economy: economic and business rationale**. [S.l.]: [s.n.], 2013. Disponível em: <<https://11nq.com/kqWxi>>. Acesso em: 2 abril 2018.
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Cidades e Economia Circular dos Alimentos**. Ellen MacArthur Foundation. São Paulo. 2019.
- FAO. **The State of Food and Agriculture: Moving Forward Food Loss and Waste Reduction**. Food and Agriculture Organization of the United Nation., 2019. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/ca6030en/ca6030en.pdf>>. Acesso em: 20 abril 2020.

GENTILLI, M. **Storia del Gelato**. Roma: [s.n.], 2020. Disponível em: <<https://encr.pw/q1JNU>>.

IDFA. **The History of the Ice Cream Cone**. International Dairy Foods Association, 2022. Disponível em: <<https://www.11nq.com/D0kZK>>. Acesso em: 12 abril 2022.

LEPRE, P. Instagram. **@food.design.fau.ufal**, 2021. Disponível em: <[https://www.instagram.com/food.design\\_fau.ufal/](https://www.instagram.com/food.design_fau.ufal/)>. Acesso em: 18 julho 2021.

LEPRE, P. R.; CASTILLO, L. The Third Sector as a vector to Foster Distributed Design and Distributed Economy Initiatives: A Case Study. 3rd LeNS World Distributed Conference. Milano, Curitiba, Mexico City, Bangalore, Beijing: PoliMI.Design. 2019. p. 251-256.

LEPRE, P. R.; CASTILLO, L.; KRUCKEN, L. Wicked Problems and Design in Emerging Economies: Reflections About. **Proceedings of the 3rd LeNS World Distributed Conference**. Milano, Mexico City, Beijing, Bangalore, Curitiba, Cape Town: PoliMI.Design. 2019. p. 141-146.

LEPRE, P.; CASTILLO, L. Design & Cultura Alimentar: um Olhar a Partir da Sustentabilidade. **Revista Latinoamericana de Food Design**, 17 outubro 2021. 349-386.

MANZINI, E.; MARGOLIN, V. Design Studies and Food Studies: Parallels and Intersections. Design and Culture - **The Journal of Design Studies**, London, 5, n. 3, 21 Abril 2013. 375-392.

MININ, VPR et al. Análise Descritiva: Comparação entre Metodologias. **Rev. Inst. Latic. Cândido Tostes**, Maio/Jun, nº 374, 65, p. 41 - 48. 2010.

ONU. SOFI 2021: **Relatório da ONU destaca os impactos da pandemia no aumento da fome no mundo**. Nações Unidas Brasil, 2021. Disponível em: <<https://encr.pw/Lpx93>>. Acesso em: 12 abril 2022.

PNG, G. GRATISPNG. GRATISPGN.COM, 2022. Disponível em: <<https://www.gratispng.com>>. Acesso em: 12 abril 2022.

SEBRAE. **Cartilha de boas práticas de fabricação na indústria de gelados comestíveis**. [S.l.]: [s.n.], 2011. Disponível em: <<https://bibliotecas.sebrae.com.br/>>.

YIN, R. K. **Estudo de Caso - Planejamento e Métodos**. 2ª. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

ZAMPOLLO, F. What is Food Design? The complete overview of all Food Design sub-disciplines and how they merge. In: ZAMPOLLO, F. Food Design: a complete methodology. [S.l.]: **Online School of Food Design**, 2016. Disponível em: <[onlineschooloffooddesign.org](http://onlineschooloffooddesign.org)>. Acesso em: 13 janeiro 2020.



## Robótica e Biomimética: tecnologia e sustentabilidade

### *Robotic and biomimetic: technology and sustainability*

**Ney Robinson Salvi dos Reis, Doutor em Engenharia Civil, Mestre em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia, Universidade Federal Fluminense (UFF)**  
[salvireis@gmail.com](mailto:salvireis@gmail.com)

**Lucia Helena Ramos de Souza, Mestre em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)**  
[lucia@estudiopv.com](mailto:lucia@estudiopv.com)

#### SESSÃO TEMÁTICA ESPECIAL – FÓRUM BIÔNICA & BIOMIMÉTICA

##### Resumo

A robótica e a biomimética, campos da ciência e das técnicas, se interdisciplinam na possibilidade de um desenvolvimento tecnológico para a sustentabilidade. E inspirados na natureza, por imitação ou sugestão, estudando seus princípios, observando seus modelos e processos, problemas são solucionados, invenções são desenvolvidas, e um novo olhar é lançado sobre o estabelecido. E para pedir emprestado da natureza sua solução, há os mecanismos, as programações - para gerar materialidade sobre o já observado. Dois robôs e um dispositivo robótico para calçamento de dutos submarinos foram desenvolvidos a partir de observações da natureza e do desenvolvimento mecânico de suas soluções. Os robôs GIRINO e Chico Mendes e o calço tipo came – foram criados e desenvolvidos para atender demandas ambientais. A natureza emprestando e recebendo de volta, pela ciência e pela técnica, o devido cuidado.

**Palavras-chave:** Robótica ambiental; Robôs bioinspirados; Inovação e conhecimento da natureza; Tecnologia e sustentabilidade

##### Abstract

*Robotic and biomimetic: science and technical fields are increasingly interdisciplinarity. Inspired by nature, such as imitation or suggestion, many inventions are conceived, developed and materialized. There is a lot of knowledge through observation, studies on principles, models and process from nature approach. Followed by the proper connections to the research subject, or problems to face, seems to be adequate to borrow from nature some of those tips -already developed and tested-, as a kind of short cut to help us materialize solutions and solve problems. In this paper, design and mechanical development of three robots developed from nature observations are described. The robots G.I.R.I.N.O. and Chico Mendes and Pipe support device – designed and developed to meet*

*environmental demands – are examples that science and technology can share -receive and give - good practices to environment when we have a proper care dialog with nature.*

**Keywords:** Environmental Robots; Bioinspired Robots; Innovation and Nature knowledge; Technology and Sustainability

### 1. Robótica

A robótica é um dos ramos da tecnologia - mais especificamente no domínio das engenharias (englobando mecânica, elétrica, eletrônica, automação, controle e computação) -, que lida preferencialmente com sistemas compostos por máquinas e partes mecânicas automáticas e controlados por dispositivos mecânicos e/ou circuitos integrados (microprocessadores), tornando sistemas mecânicos motorizados, controlados manual ou automaticamente por circuitos elétricos, por computadores ou tele operados. Esta tecnologia e suas disciplinas correlatas vem já há algum tempo sendo adotada como padrão de produção em unidades fabris com sucesso relativo e restrito a conceitos como: índices de produtividade e redução de custos. Por outro lado, a implantação de linhas de produção automatizadas tendo os robôs industriais como peças-chave por muitas fábricas/indústrias traz também questões relevantes sobre desumanização da produção com a consequente redução de vagas no mercado de trabalho devido à substituição de mão-de-obra humana por máquinas.

Um robô é um dispositivo autônomo ou semi autônomo que realiza trabalhos de acordo com um controle humano, controle parcial com supervisão, ou de forma autônoma. Além de serem usados como redutor de custos pela indústria, a grande vocação para os robôs fica por conta da realização de tarefas em locais inóspitos ou impróprios a presença do ser humano. Locais mal iluminados, ruidosos, alagados, poluídos ou contaminados quimicamente, ambientes radioativos, hiper ou hipobáricos; todos são candidatos a um planejamento especial contando com tais sistemas. Como os robôs especialistas que podem atuar desde uma missão em Marte ou para inspeção e desobstrução de galerias de esgoto. E ainda, o tratamento de lixo tóxico, exploração subaquática e espacial, cirurgias pouco invasivas, mineração, busca, localização e resgate de pessoas em situações de sinistro e contingência. Os sistemas robóticos podem ser vistos também nos inúmeros parques temáticos e outros ramos da indústria do entretenimento, isto sem se considerar os atuais eletrodomésticos e robôs de companhia e auxílio a deficientes e pessoas enfermas e idosas.

O termo robô foi utilizado possivelmente pela primeira vez em 1921 na peça de nome: *RUR – “Rossum's Universal Robots”* do dramaturgo Karel Čapek (1890-1938) e tem sua origem na palavra checa *robot*, que significa “trabalho forçado”. A peça conta a história de um cientista que cria um autômato humanoíde obediente com o intuito de realizar todo o trabalho físico para o homem. Ironicamente, em cena os autômatos eram representados por seres humanos. (PATA, 2006).

O termo robótica refere-se também ao estudo e à utilização de robôs e foi primeira vez cunhado pelo cientista e escritor Isaac Asimov (1920-1992) quando em 1942 publicou uma historietta chamada *"Runaround"*, como parte de uma diversidade de disciplinas e objetos envolvendo uma nova forma de atuação no mundo.

O conceito de robô não é moderno e está presente há muito tempo na história, quando os mitos faziam referência a mecanismos que ganhavam vida. Na civilização grega, os primeiros modelos de robô eram figuras com aparência humana e/ou animal, que mimetizavam os movimentos humanos ou animais com o auxílio de conjunto de cabos, jogos de roldanas e sistemas de pesos e contra-pesos, bem como sistemas básicos de bombas pneumáticas e hidráulicas.

Cientistas árabes acrescentaram um novo conceito à ideia tradicional de robôs e concentraram suas pesquisas no objetivo de atribuir funções a esses que fossem ao encontro das necessidades humanas. A fusão da ideia de robôs e a sua possível utilização prática pela sociedade marcaram o início de uma nova era.

Leonardo Da Vinci propôs e desenvolveu uma extensiva investigação no domínio da anatomia humana que permitiu o alargamento de conhecimentos para a criação de articulações mecânicas. Influenciado pela obra do arquiteto e engenheiro romano Marcos Vitruvius Polião (século I a.C.), Leonardo debruçou-se sobre o que foi chamado o Homem Vitruviano - um dos seus trabalhos mais famosos, tomado como símbolo do espírito renascentista. O desenho reproduz a anatomia humana conduzindo eventualmente ao desígnio do primeiro robô conhecido na história que veio a ser chamado de O Robô de Leonardo. Como resultados deste estudo surgiram diversos exemplares de bonecos que moviam as mãos, os olhos e as pernas, e que conseguiam realizar ações simples como escrever ou tocar alguns instrumentos. E ainda em sua homenagem encontramos atualmente o Robô Da Vinci destinado a diagnosticar e até operar - controlado por um médico ou um grupo de especialistas à distância do local onde se encontra o paciente. (MENZEL, 2000).

O desenvolvimento inicial dos robôs baseou-se no esforço de automatizar as operações industriais. Principalmente no começo no século XVIII, na indústria têxtil, com o aparecimento dos primeiros teares mecânicos. Com o contínuo progresso da revolução industrial, as fábricas procuraram equipar-se com máquinas capazes de realizar e reproduzir, automaticamente, determinadas tarefas. No entanto, a criação de "verdadeiros" robôs não foi possível até a invenção do computador, em 1940, e o consequente desenvolvimento das linguagens de programação e dos sucessivos aperfeiçoamentos das partes/periféricos. O primeiro robô industrial foi o Unimates, desenvolvido por George Devol e Joe Engleberger, na passagem da década de 50 para a década de 60. As primeiras patentes de máquinas transportadoras pertenceram a Devol, máquinas essas que eram robôs primitivos que removiam objetos de um local para outro. Engleberger, por sua vez, foi apelidado de "pai da robótica" por conta da construção do primeiro robô comercial. (PATA, 2006).

Tanto interesse pela nova tecnologia incluiu a literatura, que se adiantou no debate homem - máquina. No livro de ficção científica *Eu, Robô*, de Isaac Asimov (1972), são apresentadas as Três Leis da Robótica como parâmetros de comportamento relacionando humanos/robôs:

1ª lei: um robô não pode fazer mal a um ser humano e nem, por inação, permitir que algum mal lhe aconteça;

2ª lei: um robô deve obedecer às ordens dos seres humanos, exceto quando estas contrariarem a primeira lei;

3ª lei: um robô deve proteger a sua integridade física, desde que com isto não contrarie as duas primeiras leis.

Mais tarde foi introduzida uma "lei zero": um robô não pode fazer mal a humanidade e nem, por inação, permitir que ela sofra algum mal. Desse modo, o bem da humanidade é primordial ao dos indivíduos e um robô não pode ter poder de escolha, exceto que seja para salvar vidas humanas e que com isto não contrarie as duas primeiras leis.

Na primeira metade do século passado, quando a obra foi escrita por Asimov, poucas preocupações e ações humanas consideravam a manutenção do ambiente, e o planeta era encarado como uma fonte de recursos infinitos. Diante das importantes mudanças causadas a partir da industrialização e do recente movimento surgido na sociedade para reverter as consequências nefastas de tal comportamento, estamos num outro momento. Por isso, uma licença poética: a proposta de atualização da primeira lei, para que passe a ser assim formulada:

1ª lei: Um robô não pode fazer mal a um ser humano, tão pouco ao ambiente em que irá atuar, e nem, por inação, permitir que algum mal lhes aconteça. (REIS, 2010).

A Robótica tem um grande potencial como ferramenta multi e transdisciplinar, religando as fronteiras anteriormente estabelecidas entre várias disciplinas. Porém, alguns associam robôs a brinquedos imitando seres humanos, com nariz e olhos piscando e emitindo voz estranha. Outros, talvez por causa dos filmes recheados de efeitos especiais os consideram como algo futurista e alienígena, sem sentimentos e ligados à destruição. Na maioria das vezes, a indústria também contribuiu para esta desinformação, uma vez que considera como uma estratégia de marketing a ênfase na busca em "recriar" o homem, via a construção de humanóides.

Mesmo com os avanços científicos e tecnológicos ainda cabe a questão: O que vem a ser a robótica, e como utilizar seu domínio de conhecimento? Existem inúmeras filosofias de trabalho que exploram soluções bem simples que, à luz das definições mais tradicionais, não poderiam ainda ser consideradas um robô. No entanto, algumas definições mais recentes podem nos levar a dizer que um liquidificador é um robô: um robô utilitário.

Na busca do atendimento aos princípios norteadores qual seja a junção da robótica com a biomimética para propor algo que lide com tais cenários de modo mais eficiente e sustentável verifica-se uma convergência com a Associação de Automação e Robótica Australiana (ARAA) que diz não existir definição padrão para robô. Mas sugere 3 (três) características essenciais para um robô: 1. Possuir alguma forma de mobilidade; 2. Ser programável para realizar tarefas diversas; 3. Operar automaticamente após ser programado. No entanto, por questões de segurança e confiabilidade, será acrescentada aqui outra característica fundamental: 4. Ser tele-operado.

## 2. Biomimética: a natureza como inspiração

“Estudar, utilizar, imitar e adaptar aspectos da natureza tem sido um processo que sempre há guiado a humanidade na busca de informações e conhecimentos.” (ARRUDA, 2019).

De acordo com o verbete da Wikipedia, Biomimética é uma área da ciência que tem por objetivo o estudo das estruturas biológicas e das suas funções, procurando aprender com a natureza (e não sobre ela) e utilizar esse conhecimento em diferentes domínios da ciência. A designação é uma combinação das palavras gregas *bíos*, que significa vida e *mímesis* que significa imitação. Desse modo, a biomimética é a imitação da vida.

A natureza como modelo, como medida, como mentora. A biomimética estuda os modelos da natureza e imita-os ou inspira-se neles ou em seus processos. A biomimética usa um padrão ecológico para ajuizar a correção das nossas inovações. Afinal, com 3,8 bilhões de anos de evolução, a natureza aprendeu: o que funciona, o que é apropriado e o que dura. A biomimética é uma nova forma de ver e valorizar a natureza, porque inaugura uma forma de estar no mundo, baseada não no que podemos extrair da natureza, mas no que podemos aprender com ela. Uma revolução biomimética (BENYUS, 1997).

“Quando nos aprofundamos assim nas estruturas da natureza, ofegamos, assombrados, e, positivamente, nossas ilusões se desfazem. Percebemos que todas as nossas invenções já existem na natureza sob uma forma mais elegante e a um preço bem menor para o planeta.” (BENYUS, 1997)

Em seu livro Biomimética, Benyus (1997) resume e chama de genialidade *in vivo*: a natureza é movida a energia solar, usa apenas a energia que precisa, adapta a forma à função, recicla tudo, recompensa a cooperação, confia na diversidade, e exige especialização geograficamente localizada, inibe excessos, explora o poder dos próprios limites.

E enquanto os humanos olham para os limites como desafio universal a ser superado para contínua expansão, outros habitantes do planeta levam seus limites mais a sério - como variações térmicas, produção x capacidade produtiva da terra, equilíbrio energético - e sem abusos inseguros.

“A vida exibe suas cores e pujança, usando os próprios limites como fonte de poder, um mecanismo de centralização de forças. Como a natureza exibe seu encanto em um espaço tão pequeno, suas criações são como poemas que transmitem apenas aquilo que tensionam dizer.” (BEYNUS, 1997)

E sendo poemas, talvez sejam mensagens cujo conteúdo inspire mais para uma mudança de sentimentos, uma humildade atenta às lições da natureza, do que para uma transformação tecnológica, num futuro de criações biomiméticas. (BEYNUS, 1997). A Revolução Biomimética não precisa e não deve ser como a Revolução Industrial.

“Crescimento exponencial da poluição do ar nas grandes cidades, da água potável e do meio ambiente em geral; aquecimento do planeta, começo da fusão das geleiras polares, multiplicação das catástrofes ‘naturais’; início da destruição da camada de ozônio; destruição, numa velocidade cada vez maior, das florestas tropicais e rápida redução da biodiversidade pela extinção de milhares de espécies; esgotamento dos solos, desertificação; acumulação de resíduos, notadamente nucleares, impossíveis de controlar; multiplicação dos acidentes nucleares e ameaça de um novo Chernobyl; poluição alimentar, manipulações genéticas, ‘vaca louca’, gado com hormônios. Todos os faróis estão no vermelho: é evidente que a corrida louca atrás do lucro, a lógica produtivista e mercantil da civilização capitalista/industrial nos leva a um desastre ecológico de proporções incalculáveis.” (LÖWY, 2013)

### 3. Sustentabilidade: ser e estar no mundo

“A percepção urgente de que a Terra é uma só e a natureza, o meio-ambiente e todos os ecossistemas que a constituem não seguem a mesma lógica fragmentada das questões humanas de política, fronteiras geográficas entre países, disputas por recursos e riquezas, etc. As ações predatórias e nocivas que acontecem em um ponto do globo terrestre afetam toda a Humanidade, da mesma forma que as ações benéficas.” (ARRUDA, 2018)

Frente a crise climática, mesmo que incrivelmente ainda negada por alguns, há décadas fala-se em Sustentabilidade. Não serão apresentadas no artigo presente todas as definições em debate, mas apenas uma que se mostrou suficiente como contribuição a um debate mais amplo. Apresentada no livro Sustentabilidade o que é e o que não é, do filósofo e professor Leonardo Boff (2012):

Sustentabilidade é o conjunto dos processos e ações que se destinam a manter a vitalidade e a integridade da Mãe Terra, a preservação de seus ecossistemas com todos os elementos físicos, químicos e ecológicos que possibilitam a existência e a reprodução da vida, o atendimento das necessidades da presente e das futuras gerações e a continuidade, a expansão e a realização das potencialidades da civilização humana em suas várias expressões (BOFF, 2012).

O autor complementa informando que a Sustentabilidade representa, portanto, “os procedimentos que tomamos para permitir que a Terra e seus biomas se mantenham vivos, protegidos, alimentados de nutrientes a ponto de estarem sempre bem conservados e à altura dos riscos que possam advir.” (BOFF, 2012).

Importante também pontuar que a ciência da sustentabilidade é, para tanto, multidisciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar e complexa - como um tapete tecido a partir de vários fios de diferentes cores, materiais e espessuras, onde a soma dos conhecimentos sobre cada fio não será suficiente para conhecer o tecido - como ilustra o filósofo Edgar Morin (2011).

Com mais de 400 anos de História, o conceito de Sustentabilidade nasceu e se elaborou a partir da silvicultura - o manejo das florestas. Em todo mundo antigo até a idade moderna a madeira era a matéria prima para construção de casas, móveis, navios, fundição, combustível e aquecimento. As florestas foram desaparecendo, cada vez mais escassas. Em 1560, na Saxônia, pela 1ª vez, a preocupação com o uso racional das florestas, sua regeneração e manutenção. Surgiu a palavra *Nachhaltigkeit*, Sustentabilidade. Em 1713, o conceito estratégico aparece, em livro escrito em latim pelo Capitão Hans Carl Von Carlowitz, *Silvicultura oeconomica*. “Devemos tratar a madeira com cuidado” era o lema. Desde então a preocupação não cessou, nem o avanço dos mercados. (BOFF, 2012)

Em 1970, no Clube de Roma, apresentou seu relatório “Os limites do crescimento” com o alerta. Mas o alarme veio em 1972, em Estocolmo, na 1ª Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, com a criação do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Em 1984, outra conferência deu origem à Comissão Mundial sobre

Meio Ambiente e Desenvolvimento. "Nosso futuro comum" foi o título do relatório, e nele aparece a expressão "desenvolvimento sustentável", que será definido como "aquele que atende às necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem às suas necessidades e aspirações". (BOFF, 2012)

Em 1992, aconteceu a Cúpula da Terra, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, no Rio de Janeiro. Produzindo documentos importantes como a Agenda 21 e a Carta do Rio de Janeiro. Desenvolvimento Sustentável foi o eixo de todas as discussões e permeia todos os documentos. Em 1997, aconteceu o encontro Rio+5, também no Rio de Janeiro. Constatou-se que pouco havia sido feito dos compromissos assinados nos documentos anteriores. A contradição existente entre a lógica do desenvolvimento capitalista e a dinâmica do meio ambiente era óbvia. Lucro às custas da natureza, grandes desigualdades sociais e injustiças X equilíbrio, interdependência e reciclagem (sem lixo). Ou seja, a proposta industrialista/capitalista/consumista é antropocêntrica e contraditória. Enquanto a sustentabilidade, vinda da biologia e da ecologia, é circular e incluyente. (BOFF, 2012)

Em 2002, aconteceu nova Cúpula da Terra sobre sustentabilidade e desenvolvimento, em Joanesburgo, onde a disputa dos interesses econômicos corporativos foi feroz, principalmente pelas grandes potências, que boicotaram a discussão sobre energias alternativas. A sustentabilidade deixou de ser a preocupação central. "Hoje o conceito (de sustentabilidade) é tão usado e abusado que se transformou num modismo, sem que seu conteúdo seja esclarecido ou criticamente definido" (BOFF, 2012).

Em 2012, outra Cúpula da Terra, promovida pela ONU, a Rio+20, sob o binômio "desenvolvimento e sustentabilidade". Num cenário de mudanças climáticas pelo aquecimento global, pela diminuição dos bens e serviços, agravada pela crise econômico-financeira iniciada em 2007 nos países capitalistas centrais e que se aprofundou ainda mais em 2011. Os temas: "sustentabilidade", "economia verde" e "governança global do ambiente". (BOFF, 2012). Esse encontro, porém, não gerou nenhum documento final, por [incrível] falta de consenso entre os 193 representantes. Nenhuma meta concreta foi proposta. Exceto pelas COPs - Conferência das partes sobre mudança climática, com encontros mais frequentes e que resultaram no protocolo de Kyoto e Encontro de Paris sobre emissão de gases e redução da temperatura -, nenhum outro grande encontro mundial aconteceu desde então.

#### 4. Biomimética e Robótica Ambiental

Um dos exemplos práticos do encontro da Biomimética com a Robótica, foi o caminho trilhado na invenção do robô ambiental híbrido Chico Mendes. Alguns insetos conseguem caminhar sobre a superfície da água, que se comporta como uma película tensa e elástica, apenas deformada nos pontos onde se apoiam as patas do inseto (Figura 1). Essa propriedade dos líquidos, chamada Tensão Superficial, é devida às forças de atração que as moléculas internas do líquido exercem junto às da superfície. As moléculas situadas no interior de um líquido são atraídas em todas as direções pelas moléculas vizinhas e, por isso, a resultante das forças que atuam sobre cada molécula é praticamente nula.

No início da pesquisa, pela falta de referências, trabalhou-se com um grau bastante alto de empirismo, porém com a certeza de que seria possível estabelecer cooperação entre assuntos relativos à robótica e a biologia como complementares a fim de conseguir os resultados esperados. Destacadas algumas das espécies, a busca seria por descobrir particularidades funcionais e arquitetônicas interessantes do ponto de vista mecânico, como é o caso de alguns insetos caseiros donos de grande desempenho de locomoção e robustez mecânica.

Mesmo encontrada uma boa arquitetura sua replicação para um dispositivo mecânico de locomoção não seria trivial e muito menos imediata. O tamanho do desafio era conhecido. Por exemplo, o número de juntas e partes móveis apresentadas por um determinado ser vivo necessitou muito tempo para que fosse desenvolvido pela natureza. A evolução é contínua, porém o que se busca é capturar –como numa fotografia- o momento atual do desenvolvimento e usar este estágio como exemplo vivo para desenvolver um sucedâneo análogo mecânico.

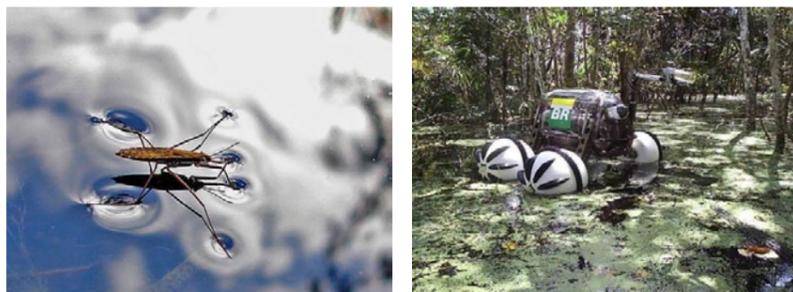
Para absorver e materializar mecânica e funcionalmente tal conceito é necessário que se lance mão de outros conhecimentos e soluções que a robótica ou mecatrônica podem ajudar, além de soluções e mecanismos clássicos de comprovada eficiência. Muitas vezes, por conta de características construtivas e funcionais (tamanhos, forças, ângulos e deslocamentos envolvidos) e das tecnologias e equipamentos disponíveis, esta replicação se faz impossível.

##### 4.1 O robô ambiental híbrido Chico Mendes

O robô Chico Mendes é um novo conceito de veículo híbrido, tele-operado, desenvolvido prioritariamente para atender as demandas de pesquisa e monitoramento socioambientais na Amazônia, também pode ser considerado como uma alternativa de locomoção para a região amazônica ou mesmo outras áreas alagadas e alagáveis (REIS, 2006). Versátil, pouco invasivo, reconhece e se adapta aos diferentes tipos de cenários e obstáculos ao longo de seus trajetos e missões – características fundamentais para mobilidade e acessibilidade na região. Seus propulsores foram inspirados em alguns insetos "patinadores" (Figura 1), que em conjunto com os braços de sua suspensão adaptam geometria e arquitetura para vencer os mais diferentes tipos de solo (REIS, 2018). O robô (Figura 2) interage e se locomove sobre diferentes composições de substratos - água, gramínea flutuante, macrófitas, galhos e troncos de árvores, lixo sobrenadante, areia, lama, pedras e regiões de solo compactado (REIS, 2006 A). E independente das condições de sazonalidades, isto é, variações marcantes no nível das águas provocadas pelos períodos de cheia, vazante, seca e enchente.

Sua criação e desenvolvimento foram provocados pela dificuldade de acesso às margens dos rios e igarapés na região amazônica, nas áreas de várzeas alagadas, nas épocas sazonais da região, enfrentadas pelas equipes de pesquisadores socioambientais do projeto Cognitus/Piatam/Petrobras. (REIS, 2010).

[O robô ambiental híbrido] é a robótica evolucionária que está em curso [...], constituindo-se numa nova cultura baseada nas tecnologias da interface homem-máquina que irão monitorar em tempo real os ecossistemas complexos [como o sistema amazônico]. (CARRIL, 2007).



Figuras 1 e 2: inspiração e invenção: inseto pousado sobre a água e o robô ambiental híbrido Chico Mendes. Fonte: <https://www.iguiecologia.com/animais-que-andam-sobre-as-aguas> e próprios autores.

#### 4.2. O robô G.I.R.I.N.O.

O robô G.I.R.I.N.O. (Gabarito Interno Robotizado de Incidência Normal ao Oleoduto) é um robô desenvolvido pelo Laboratório de Robótica da área de Tecnologia Submarina do Centro de Pesquisa da Petrobrás, que visa procurar vias menos arriscadas e de maior eficácia no processo de inspeção interna de dutos, cujos movimentos de deslocamento são gerados por energia hidráulica. (PANTA, 2005).

Capaz de caminhar pelo interior de dutos sem auxílio de diferencial de pressão (fluxo interno de fluidos), usando meios de propulsão próprios, o robô GIRINO atua de modo tele-operado. Criado e desenvolvido para atuar em intervenções para reparo e tratamento de malha de dutos, prioritariamente para aplicação na indústria de petróleo e gás, pode ser utilizado em outras aplicações de mesma natureza em dutos de outras malhas e sistemas de distribuição. A motivação partiu de um caso crítico de entupimento em um oleoduto ocorrido na bacia de Campos, em 1997. A inspiração para superar os limites operacionais existentes veio da natureza, a partir da observação de girinos (Figuras 3 e 4) – ou melhor, na facilidade com que se deslocavam nas poças de água. (REIS, 2009). Para entender melhor os movimentos dos anuros:

“À medida que vão crescendo, os anuros adotam diferentes meios de locomoção. Antes de desenvolver os quatro membros definitivos da etapa adulta, a larva vive em áreas com água parada, como lagos e charcos, ou em água corrente, como riachos. Nestes meios os girinos usam uma cauda para tomar impulso dentro da água. Na passagem da vida aquática à vida terrestre, o crescimento das extremidades dá um movimento peculiar a estes animais. Primeiro, seu corpo alongado se estende na direção de translação, se apoiando nas patas traseiras. Nesta posição os membros anteriores se fixam na superfície, enquanto os posteriores ficam livres. A seguir o organismo se retrai assumindo o aspecto inicial, porém em uma posição diferente. Esta simples sucessão de movimentos apontou o nascimento de uma tecnologia em pleno desenvolvimento: o Gabarito Interno Robótico de Incidência Normal ao Oleoduto - GIRINO. (PANTA, 2005).



Figuras 3 e 4: inspiração e invenção: um girino em estágio de desenvolvimento com patas e o robô G.I.R.I.N.O. Fonte: <https://br.depositphotos.com> e próprios autores.

#### 4.3 Dispositivo para calçamento de dutos submarinos

O dispositivo para calçamento de dutos submarinos, que também pode ser chamado de excêntrico ou calço tipo came, tem como objetivo auxiliar as atividades relacionadas à integridade estrutural de equipamentos em geral, e em particular, dutos e tubulações de grande porte em condições instáveis. Há um crescimento da malha de dutos no país, e os dutos como modal de transporte não raro apresentam problemas com apoio inadequado em solos variáveis por diversos motivos, o que causa, além de falhas na operação, sérios danos ambientais. Pode ser utilizado tanto em situação submarina quanto terrestre. O sistema é um conjunto de excêntricos que são portados e acoplados no duto em ponto de interesse por meio de ação humana ou de modo tele operado. Fixados ao duto, giram em torno da superfície cilíndrica externa do duto até que atinja contato com o solo. Esse inovador de calçamento se diferencia dos existentes/tradicionais -que partem do solo para cima- pois, tomando o duto como referencial principal (e não secundário), usa os vários raios da superfície envoltória do excêntrico, em busca do apoio e sustentação necessários no solo. (REIS, 2013).

A inspiração para a criação e o desenvolvimento do Calço tipo came veio do caracol. E da observação à adaptação ao crescimento desses náutilos em suas conchas. Ao perceber que precisa de mais espaço, aumenta progressiva e continuamente a sua casa segundo a arquitetura e método construtivo natural. (ARRUDA, 2019). O perfil espiralado do Calço tipo came também possibilita rearranjo físico dos comes para atender ao vão entre o solo e o duto. O projeto, portanto, é bioinspirado, tanto pela estética das espirais que existem na natureza, mas também pela eficiência na adaptação dessa forma em diferentes condições de solos (Figura 5).

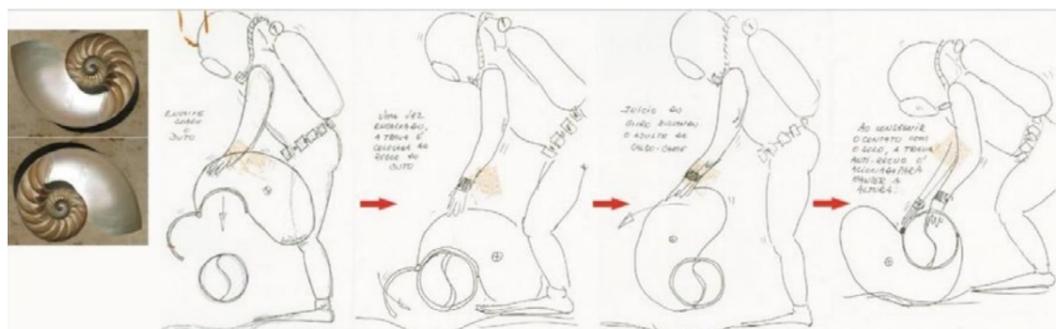


Figura 5: inspiração e invenção: à esquerda da imagem, o caracol - referência natural. A seguir, representação do esquema sequencial da acoplagem do artefato por mergulhador. Fonte: ARRUDA (2019) e elaborado pelo autor REIS, NRS.

## 5. Conclusão ou Considerações Finais

No mundo moderno, sempre que a sociedade se defronta com situações em que o ambiente pode ser classificado como hostil à presença do ser humano, são desenvolvidos artefatos com o intuito de aumentar a capacidade adaptativa do homem a este cenário. Historicamente em um processo de tentativa e erro cercado de toda espécie de dificuldades. Consideradas até então como “de ponta”, as tecnologias estudadas dentro das disciplinas da Robótica tem sido desenvolvidas para situações em ambientes estruturados cujas características principais são: presença de poucos ou quase nenhum desníveis ou acidentes topográficos, disponibilidade de sensores (ou rede deles) estrategicamente instalados, guias/marcações preestabelecidas, referências firmes e limites facilmente identificados, etc.

Tais tecnologias podem e devem se somar aos estudos e conhecimentos já conseguidos no campo da biomimética e, juntas, formar uma nova família de desenvolvimentos onde as especificações e diretrizes primeiras dialoguem com as necessidades locais. A busca em emprestar da natureza algumas características que já deram certo é um enorme passo. O desafio fica por conta da transposição de tais dotes para um artefato industrial como no desenvolvimento de um robô.

Com a massiva miniaturização dos componentes mecânicos, elétricos, eletrônicos, de controle e supervisão, sistemas de visão e transmissão de dados, pode-se acreditar que a utilização da robótica como parte de solução pode ampliar significativamente a busca de soluções a serem desenvolvidas. Pode ainda promover a integração entre diferentes áreas do conhecimento na busca de soluções para problemáticas e onde profissionais de outras disciplinas possam interagir de modo complementar, para benefício de todos.

## Referências

ARRUDA, Amilton; LAILA, Theska; ROBERTO, Antonio; LIBRELOTTO, Lisiane; FERROLI, Paulo. Organizadores. **Tópicos em design: Biomimética, sustentabilidade e novos materiais**. Curitiba, PR : Insight, 2019.

ARRUDA, Amilton J. V.; FERROLI, Paulo C. M.; LIBRELOTTO, Lisiane I. Organizadores. **Design, artefatos e sistema sustentável**. Série [designCONTEXTO] - ensaios sobre design, cultura e tecnologia. São Paulo : Blucher, 2018.

ASIMOV, Isaac. **Eu, Robô**. Trad. de Luiz Horacio da Matta. 9ª Edição. : Rio de Janeiro : Expressão Cultural, 1972.

BENYUS, Janine M. **Biomimética: inovação inspirada pela natureza**. São Paulo : Pensamento Cultrix, 1997.

BOFF, Leonardo. **Sustentabilidade: o que é e o que não é**. Petrópolis, RJ : Vozes, 2012.

CARRIL, Carmem. **Cultura tecnológica sustentável: estudo de caso do Projeto Cognitus**. São Paulo : Editora Anhembi Morumbi, 2007.

LÖWY, Michael. **CRISE ECOLÓGICA, CRISE CAPITALISTA, CRISE DE CIVILIZAÇÃO: a alternativa ecossocialista**. Dossiê, CADERNO CRH 26, UFBA, Salvador, v. 26, 67, p. 79-86, Jan./Abr. 2013.

MENZEL, Peter; D’ALUISIO, Faith. **Robô Sapiens: evolution of the new species**. Cambridge : Massachusetts Institute of Technology - MIT Press, 2000.

MORIN, Edgar. **Introdução ao pensamento complexo**. 4a. edição. Porto Alegre : Sulina, 2011.

PANTA, Pedro Eduardo Gonzáles. **Monitoração de Robô de Inspeção Interna de Oleodutos – GIRINO**. Dissertação (Mestrado em Ciências em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ, 2005.

PATA, Ana Sofia Oliveira, Et all. **Sistemas Tecnológicos: Robô Ambiental Híbrido**. Tese de final de curso - Universidade Católica Portuguesa, Porto, Dez 2006.

REIS, Ney Robinson Salvi dos. **Desenvolvimento de Tecnologias como ferramental e suporte às atividades e pesquisas socioambientais na Amazônia brasileira - ênfase: Mobilidade e Acessibilidade em Regiões de Várzea**. Dissertação (Mestrado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal da Amazônia – UFAM, 2010.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A.. PI 0002915-7 - **G.I.R.I.N.O. - Gabarito Interno Robotizado com Incidência Normal ao Oleoduto**. Patente, INPI : 2009.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A. **Configuração aplicada em veículo**. Pat. DI 6505132-7. INPI, 2005 e 2006.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A. **Sistema de suspensão com cambagem**. Pat. PI 0504231-3. INPI, 2005, 2007 e 2018.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A. **Roda para veículo usada em diferentes tipos de terrenos**, Pat. PI 0504259-3. INPI, 2005 e 2006 A.

REIS, Ney Robinson Salvi; PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S. A. **Dispositivo para calçamento de dutos submarinos**. Pat. PI-9501923-5. INPI, 1995, 1997 e 2004. Pat. BR 10 2016 022468-3. dep. 2013.



## Cidadania alimentar: play, imaginação e metáforas.

### *Food citizenship: play, imagination, and metaphors.*

**Alessandra Gerson Saltiel Schmidt, Doutoranda, MRes, MSc, BA.**

alessandra.gersonsaltiel@esade.edu

#### Resumo

Este artigo foi elaborado a partir de dados coletados em Barcelona e em Bali. A abordagem de etnografia foi utilizada para compreender a vida quotidiana de "cidadãos imaginativos empreendedores" (Hjorth, 2013) como uma forma de empreendedorismo social, e de organizações criativas independentes empenhadas na construção de um futuro, especialmente, a ideia de "cidadania alimentar". Nesse estudo, são analisados espaços colaborativos que realizam contribuições práticas na concepção de narrativas criativas, conjuntamente à cultura de dados abertos. São demonstrados mecanismos de imaginação e linguagem figurativa para inspirar tanto as mudanças no comportamento humano, como espaços para a ação cívica. E, por fim, contribuições teóricas às dinâmicas em "espaços de possibilidade" (Foucault, 1991).

**Palavras-chave:** Ferramentas de convivência, Cidadania alimentar; Empreendedorismo; Tecnologias abertas; Metáforas.

#### Abstract

*This article was crafted from data collected in Barcelona and Bali. The study uses an ethnographic approach to understand the everyday life of work teams of independent creative organisations and 'enterprising imaginative citizens' (Hjorth, 2013) engaged in relationally responsive future-making and, specifically, the idea of "food citizenship". The look is at spaces for work collaboration to foresee practical contributions in how creative narratives are conceived within open-source communities. Coupled relations steered by imagination and figurative language are demonstrated to inspire both changes in human behaviour, as well as playgrounds for civic action. Theoretical contributions on the dynamics of organisations put forth in Foucault's (1991) "spaces of possibility" are made.*

**Keywords:** Convivial tools, Food citizenship; Entrepreneurship; Open-source; Metaphors.

**Acknowledgments to:** Domingo Club for inspiring and Fab Lab Barcelona for hosting. This research has received funding from the European Union's Horizon 2020 Research and Innovation Programme under Pop-Machina (GA821479), FoodSHIFT (GA862716), and FOSTER (GA101059954).

#### 1. Introdução

Criatividade tem sido reconhecida mais como um processo colaborativo e social do que um processo individual (e.g. Koch, Wenzel, Senf & Maibier, 2018; Thompson, 2018). Espaços de coworking, espaços maker e fab labs são especialmente montados para facilitar trabalhos interdisciplinares e intercâmbios entre profissionais, conectando indivíduos dispersos em setores criativos ou de conhecimentos (Montanari & Scalopan, 2021). Os "hubs" criativos são lugares que abrigam diversas especialidades, conhecimentos e curiosidades. Eles são uma forma de organizar o trabalho reunindo talentos, disciplinas e habilidades diferentes para intensificar a inovação. Esses hubs criativos são interfaces ou portões para a construção de comunidades e para o desenvolvimento de novas ações urbanas inovadoras. Eles são catalisadores para o progresso e o crescimento da criatividade, criando um ambiente colaborativo e multidisciplinar que permite que ideias e projetos inovadores surjam. (Ferro et. al., 2022, Dovey et. al, 2016). A socialização de processos criativos nesses espaços prototípicos é uma oportunidade de compartilhar conhecimento e pontos de vista. Em ditos "espaços de possibilidade" (Foucault 1991), o poder assume uma forma mais produtiva e positiva, onde os atores cívicos são capacitados a transgredir posições como meros receptores passivos e defender seus direitos, como os direitos de cidadania, "mostrando como a liberdade é exercida em formações de poder-conhecimento, e indo além do empreendedorismo tradicional" (Hjorth, 2005). Eventualmente, uma cidadã empreendedora que começa a conectar-se e pertencer constitui uma "intensificação da criatividade como social", colocando o empreendedorismo como parte da sociedade e do bem público, e não simplesmente da economia (Steyaert & Hjorth, 2003, em Hjorth, 2013).

Este estudo etnográfico foi realizado em espaços criativos onde foram observadas duas unidades de estudo: um fab lab ("hub" criativo ou laboratório de fabricação digital); e um "clube" (grupo social) que se dedica à fermentação do tempe(h), um alimento à base de plantas e rico em proteínas, tradicional da Indonésia e outros países asiáticos, geralmente preparado com soja fermentada.

O artigo contribui com a literatura sobre socialização da criatividade por meio de objetos, estes como "ferramentas de convívio", bem como imaginação e narrativas, investigando duas questões de pesquisa: (1) *Como estas imaginações são realizadas através de meios sociais, materiais, e vários meios de comunicação - como a utilização de objetos?* (2) *Como é que a linguagem figurativa - como as metáforas, molda os processos de articulação de valor dos objetos incorporando uma narrativa e as mudanças no comportamento humano?* Para abordar as questões em pauta, a próxima sessão do artigo fornece uma revisão bibliográfica que ancora o estudo.

### *Criatividade colaborativa: o papel das ferramentas de convivência*

As ferramentas industriais limitam a possibilidade daqueles que as utilizam, e permitem aos projetistas industriais determinar o significado e as expectativas dos outros. A maioria das ferramentas hoje em dia não pode ser usada de forma convívial. Assim, os designers em parte fazem "coisas úteis a pessoas inúteis"! (Illich, 1975: 21). Aqueles que pretendem reanimar a possibilidade de utilizar ferramentas para seus próprios fins - significados e expectativas buscam possibilidades alternativas amigáveis (não industriais) para a fabricação, como laboratórios de prototipagem e fabricação digital. Nesses espaços, "cidadãos empreendedores imaginativos" podem, em parte, reafirmar seus direitos, quando assumem o domínio dos meios de criação, tais como habilidades, tutoriais, conhecimento, infraestrutura, etc. Um lugar onde esses fatores estão convergindo é o 'parque de diversões' dos criadores - um 'parque de diversões' para a criação é configurado para intensificar o aspecto social da criação, para abraçar a complexidade social, como a diversidade e heterogeneidade, e para possibilitar o engajamento coletivo e as relações afetivas (Hjorth, 2013: 41-45). Quando uma ideia é socializada por meio de um objeto real, as pessoas conseguem experienciá-lo e entender melhor uma perspectiva abstrata. Enfim, este objeto materializa a imaginação e se converte em "ideias palpáveis", tangibiliza ideias e significados em resultados materiais. Ademais, tais ferramentas de convivência podem codificar uma linguagem, um símbolo, e comunicar maneiras de fazer e pensar - narrativas.

### *Narrativas que inspiram perspectivas de futuro*

Uma narrativa pode ser entendida como uma ordenação discursiva de eventos com um valor e um ponto final (Gergen, 2009a) que fornece uma releitura criativa do mundo (Kearney, 2002: 12; citado em Rhodes & Brown, 2005: 167) de acordo com as escolhas de cada um. Um aspecto crítico das narrativas é a criação de uma *perspectiva* sobre um futuro em constante mudança. As narrativas são um meio de construir socialmente eventos, ações, pensamentos e sentimentos, assim como as relações entre estes (Bruner, 1989; Gergen, 2009a). Nas organizações, a prática narrativa está mais próxima de uma construção e reconstrução contínua de narrativas parciais do que a formulação de histórias completas (Boje, 1991, 1995), nas quais "contar histórias é uma 'construção sem fim de sentido'" (Czarniawska, 1998: 15). A chave para esta prática narrativa é o reconhecimento de que "histórias orientadas para o futuro são sempre obras em andamento, revisitadas à medida que o futuro se desenrola" (Lawrence & Maitlis, 2012: 651).

Outro aspecto crítico de uma narrativa é a concepção de uma *linguagem*. A linguagem nos permite engajar-se na produção de sentido de nossas experiências e em dar sentido às outras pessoas (Cornelissen & Clarke, 2010, Cornelissen, 2004), a fim de comunicar um futuro desejável e a plausibilidade dos mundos futuros (Rindova & Martins, 2021), e ganhar o apoio de atores externos (Roundy, 2020, em Liubertê, Dimov, & Thompson, 2022). O domínio da prática discursiva dá aos membros das organizações o direito de construir seu futuro e o futuro de outras pessoas, com ênfase no crescimento e desenvolvimento potencial de indivíduos, de formas não necessariamente pré-determinadas ou estritamente especificadas (Lawrence & Maitlis, 2012).

Tanto a perspectiva quanto a linguagem são fundamentais para comunicar todas as práticas narrativas; elas contribuem para envolver e conectar atores e aspectos imaginários relevantes (Plotnikof & Pedersen, 2019; Schoeneborn et al., 2019). As perspectivas podem ser imaginativas e criativas, como as metáforas. As metáforas são "capazes de nos dar uma nova compreensão de nossa experiência" e, "assim, elas podem dar um novo significado ao nosso passado, à nossa atividade diária e ao que sabemos e acreditamos . . . As novas metáforas têm o poder de criar uma realidade. Isto pode começar a acontecer quando começamos a compreender nossas experiências em termos de uma metáfora, e se torna uma realidade mais profunda quando começamos a agir em termos dela". (Lakoff & Johnson, 1980: 139-145). Este estudo emerge à luz de 'cidadãos imaginativos empreendedores' (Hjorth, 2013) como uma forma de empreendedorismo social que alia uma narrativa poética e metafórica, com o uso de 'ferramentas de convivência' para construir narrativas compartilhadas e comunicar ideias. Na próxima seção, serão apresentados os procedimentos metodológicos utilizados para o trabalho científico.

## **2. Procedimentos Metodológicos**

A abordagem metodológica utilizada foi a etnografia. Foram feitas observações, trabalho indutivo e empírico. O entendimento etnográfico foi consolidado a partir de múltiplas interações entre indivíduos e suas organizações, explorando suas práticas cotidianas. Houve ampla interação com as culturas de vida e de trabalho dos participantes, além de observação dos usos de linguagem figurativa, imaginação e objetos e experimentação de ferramentas de convívio. Os dados provêm do trabalho de campo híbrido e em múltiplas localidades, principalmente em Barcelona e em Bali. Os dados foram coletados entre os meses de setembro de 2021 e dezembro de 2022 e estão compilados em múltiplos repositórios e notas de campo. Os conjuntos de dados contêm realidades cotidianas. Neste artigo, são apresentadas percepções principalmente das interações com o Domingo Club como apoiadora do clube de fermentação e com o Fab Lab Barcelona como trabalhadora - ambas organizações serão apresentadas a seguir. Tal papel formal ajudou a estabelecer relações próximas e construir confiança com os participantes da pesquisa, o que é crucial para a imersão no trabalho de campo (Dumont, 2022:3).

**Fab Lab Barcelona**<sup>1</sup>, é um laboratório criativo de ideias, fundado em 2007, na Espanha. Sua prática vai da educação e pesquisa de fabricação digital aplicados em casos reais (por exemplo, veja Real & Juarez, 2019 sobre a resíduos de alimentos e sistemas circulares no bairro de Poblenou - o caso "*Remix el Barrio*"). A equipe do Fab Lab Barcelona é composta por profissionais de diferentes áreas, formando uma equipe interdisciplinar. Em parceria com comunidades locais e globais, a equipe promove debates sistemáticos sobre futuros complexos e experimenta novas formas de visualizar o futuro através da análise de sistemas alternativos. Para isso, utilizam diversas ferramentas, tais como programação, documentação na internet, banco de dados abertos e painéis de controle. A equipe do Fab Lab Barcelona procura prototipar e implementar soluções

<sup>1</sup> <https://fablabbcn.org/> (data de acesso em 02/01/2023)

<sup>2</sup> <https://youtu.be/QWvR4iG5bgQ> (data de acesso em 08/03/2023)

inovadoras que gerem impacto positivo junto a comunidade de práticas. O uso de critérios de código aberto e sua ética hacker (Himanen, 2010) ajudam a criar uma perspectiva que eles estão construindo (notas de campo, terça-feira, 20 de setembro de 2022).

**Domingo Club**<sup>3</sup>, como o nome sugere, é um clube/grupo social. Além de se envolver com humanos e organizações, eles fazem parcerias com micro-organismos para fazer tempoh. A fermentação reúne o mundo dos fungos e das plantas. É uma iniciativa de Maud Bausier e Antoine Jaunard, uma dupla de criativos belga com forças complementares, sediada em Barcelona, Espanha. Eles dedicam sua prática de trabalho para o benefício de nossa saúde, nossas comunidades e nosso planeta. Suas respectivas formações vão do design à fabricação digital, eletrônica, programação e “biohacking”, bem como um crescente interesse comum na prática da fermentação e no fantástico mundo dos fungos, levando-os a fundar o Domingo Club em 2021, um parque de diversões “interespécies” para a fermentação de tempoh (notas de campo, segunda-feira, 5 de dezembro de 2022).



Imagens 1 e 2: Incubadora e colar fermentadores de tempoh. Fonte: Domingo Club (2022).

### 3. Coleta de dados

O modelo de trabalho de coleta de dados utilizado segue a estrutura de Dumont (2022) para a imersão etnográfica. Primeiro, para a *fase de envolvimento*, com Fab Lab Barcelona, o objetivo foi encaixar-se, ‘aprender fazendo’, e aprender a funcionar e permanecer no trabalho, tendo um papel ativo de membro (AMR). Isto é muito parecido com o envolvimento de Bourgoin (2018) como consultor, o que lhe permitiu exibir táticas elaboradas por consultores para gerenciar suas realidades diárias de trabalho, táticas que ele mesmo já havia implementado em trabalhos anteriores (Bourgoin & Harvey, 2018, em Dumont, 2022). Em seguida, porém, para a *fase de engajamento*, a prática da empatia e colaboração foram fios condutores. Com o Domingo Club, foi assumido um papel periférico de membro (PMR), como parte do clube, em a pessoa busca pertencer e ser bem-vinda ao “clã”.

Quadro 1. Visão geral dos dados coletados

Dados	Domingo Club	Fab Lab Barcelona
Observações em Barcelona	43 dias completos 172 horas de observação direta de atividades online / in situ	311 dias completos 2.488 horas de engajamento ativo 26 horas de observação de vídeos

<sup>3</sup> <https://domingoclub.com> (data de acesso em 15/12/2022)

em Bali	(mentoria e workshops) 10 dias completos Participação periférica	Notas de campo 10 dias completos Participação ativa
---------	--	---

Fonte: Autores

### 4. Análise de dados

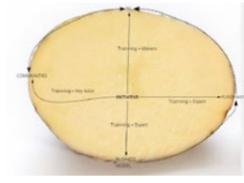
Primeiro, os dados foram divididos em subconjuntos, de acordo com um conjunto de regras organizativas. Todos os repositórios foram esgotados em busca de palavras-chave ligadas ao “Domingo Club” (participantes principais e nomes de projetos). Em seguida, os dados restantes foram reservados para estudos futuros. A escolha de reduzir os dados neste duo organizacional “dialeto” é uma tática para uma análise de dados mais robusta e sofisticada. Além disso, em vez de concentrar em quantas vezes a evidência aparece, a análise se concentra em apreciar a complexidade da dinâmica social do trabalho de campo. O modelo analítico é baseado no uso de linguagem poética e na capacidade de alusão a metáforas para incentivar mudanças e transformações sociais. O uso de metáforas para agrupar o conhecimento tácito foi organizado em três ideias centrais: “a criação é metáfora de nascimento”, “a metáfora condutora” e a relação entre diversão e trabalho. Os trechos selecionados foram filtrados e agrupados com base em “metáforas pelas quais vivemos” (Lakoff & Johnson, 1980). O uso de metáforas foi utilizado como um processo de análise de dados e que dá sentido ao modelo analítico

Os dados foram agrupados de acordo com a linguagem figurativa utilizada. O critério para o agrupamento foi separar os trechos do banco de dados que continham a linguagem figurativa (7134 palavras em citações). Primeiro, foram codificadas (em amarelo) as simulações, que usam “como”, ou “como”, ou “como” para comparar dois “tecnicamente” ao contrário das coisas. Os símiles são figuras de linguagem que envolvem a comparação de uma coisa com outra de tipo diferente, usadas para fazer uma descrição mais enfática ou vívida. Em seguida, foram codificadas as alusões (em laranja), que são expressões destinadas a chamar a atenção para algo sem mencioná-lo explicitamente. Em terceiro lugar, foram codificadas as personificações (em vermelho), que são linguagens figurativas que conferem qualidades humanas a coisas não humanas - conotação poética figurativa, uma ideia ou sentimento que a palavra invoca para uma pessoa, além de seu significado literal ou primário. Logo, foram codificadas as expressões idiomáticas (em azul), que são frases que não significam exatamente o que dizem (frases não literais), para expressar algo. Por fim, foram codificadas as metáforas (em verde), que devem explicar duas coisas diferentes como se fossem a mesma coisa, como se elas “realmente fossem” (quando realmente não são).

Na próxima seção, o leitor é convidado a ver exemplos dos dados selecionados, e depois a interpretação destes dados. (Quadro 2, a seguir). A primeira coluna do “Quadro 2” mostra imagens selecionadas para efeitos contextuais. A segunda coluna, ilustra citações e o uso da linguagem figurativa pelos grupos observados, demonstrando a forma como os objetos, processos, espaços de trabalho e relações são valorizados. Por fim, a terceira coluna considera o uso de imaginação e metáforas provenientes da literatura como método de interpretação dos dados apresentados.

Quadro 2. Imagens, citações e literatura.

Imagens para ilustrar citações	Exemplos de uso da linguagem figurativa pelos grupos observados	Considerações acerca de metáforas extraídas da literatura
     <p>Créditos das fotos: Domingo Club.</p>	<p>"Uma incubadora, como para os bebês" [essa citação ocorreu durante uma sessão de mentoria do projeto FoodSHIFT pelo Fab Lab Barcelona].</p> <p>"Gostamos de pensar na fermentação como um processo de parceria com micro-organismos" . . . "Fazer uma união com fungos para criar 'tempeh' na Europa". [texto de divulgação, no entanto, esta metáfora particular ou personificação foi concebida não em Bali, mas em Barcelona, e a forma como os seres humanos podem fazer parceria com os micro-organismos permanece constante].</p> <p>"...tempeh, originariamente da Indonésia. . . Em países como tais, o processo de fermentação ocorre naturalmente" [durante o evento].</p> <p>"Bem. Eu gostei de fazer a masterclass de tempeh na Indonésia. Aprendemos quatro maneiras diferentes de fazer 'bio', da maneira tradicional" [depoimento sobre curso em Bali].</p>	<p>A metáfora "criação é nascimento" tem conotações figurativas ou literais, que emerge diretamente da experiência. Figurativamente, usando termos como "esta noção nasceu", "mente fértil", "gerou uma série de novas teorias", conceber ideias, reproduzir etc. (Lakoff &amp; Johnson, 1980:73-74) são todos exemplos de expressões que ligam a criatividade como um resultado de "concepção". Tais como, "conceber" um grupo social, seja como uma colaboração cívica ou interespécies, como uma "parceria ou união" e personificação, dando qualidades humanas a coisas/seres não-humanos. Por exemplo, a incubadora Domingo Club cria uma visão da realidade onde a natureza colabora com os humanos, e onde os humanos trabalham com a natureza. Talvez esta seja uma mensagem muito simples, e algo exagerada, mas é clara suficientemente como uma perspectiva à atitude de cidadania alimentar, e talvez importante demais para ser olhada apenas de longe.</p>
 <p>Créditos da foto: Domingo Club.</p>	<p>"Dr. Amadeus Driando, tecno empreendedor de tempe e co-fundador do movimento tempe na Indonésia (Indonesian Tempe Movement) usou nosso colar para explicar os princípios da fermentação do tempe(h) e porque o tempe(h) deve ser utilizado como um alimento naturalmente nutritivo, sustentável e acessível. . . e como petiscos. Estamos muito orgulhosos de que nosso trabalho e os valores que encarnamos sejam</p>	<p>A "metáfora do conduto" (Reddy, 1979, em Lakoff &amp; Johnson, 1980) funciona como um dispositivo de linguagem para a interação social intra/interativa, permitindo a compreensão através do emprego de similitudes ou alusões significativas. Reddy observa, a "nossa linguagem sobre a linguagem" é estruturada aproximadamente pela seguinte metáfora complexa:</p>

  <p>Créditos das fotos Fab Lab Barcelona Maker Faire e Pecha Kucha em evento público.</p>	<p>compreendidos e utilizados em tais eventos." O colar foi utilizado na cúpula do G20 para o Fórum Global de Segurança Alimentar, em Bali, Indonésia. Membros observados compareciam à conferência anual da rede de fab labs, O Bali Fab Fest <sup>4</sup>.</p> <p>Domingo Club também foi convidado a eventos no contexto do projeto FoodSHIFT<sup>5</sup> Participou da Maker Faire Barcelona (feira) e da semana de Barcelona como capital mundial de alimentação sustentável (evento organizado por atores públicos).</p>	<p>1."As ideias (ou significados) são objetos. 2. As expressões linguísticas são recipientes. 3. A comunicação é o envio.</p> <p>Decodificando o exemplo: 1. O colar Domingo Club é uma ideia (objeto, nesse caso, literal); 2. utilizado para 'encarnar valores'; e, 3. comunicar uma narrativa e inspirar políticas públicas trazidas pela sociedade civil organizada.</p>
 <p>Créditos Fab Lab Barcelona. Metodologia "Food Tech 3.0" com olhar à tecnologia, comunidade, negócios para o programa de mentoria do projeto FoodSHIFT, para aceleração de inovações de tecnologia alimentar, dentre eles, Domingo Club.</p>	<p>"Uma plataforma, algo como um hub". "Como se nos permitisse um grande parque de diversões". Como se tivesse uma grande modularidade". [hub]</p> <p>"É muito bom estar em tempo parcial no Domingo Club, e em tempo parcial aqui no Fab Lab Barcelona. . . É bom ser um pouco como um polvo". [trabalho autônomo, hub e um clube]</p> <p>"Um parque de diversões para fermentação do tempeh". [clube]</p> <p>"Gostaríamos de brincar um pouco com essa comunidade". Propor e ver como eles reagem, e tudo isso". ...Eles têm um grupo de Telegram..." [hub]</p> <p>"Bem-vindo ao Fab Lab TV" [play]</p>	<p>O conceito de "parque de diversões" utilizado nas citações explora dimensões dicotômicas como "produtivo e não-produtivo" (Lakoff &amp; Johnson, 1980: 67) brincando com o significado abstrato de "um parque de diversões" e empreendedorismo como o processo de criação, como bricolagem (Baker &amp; Nelson, 2005). Cidadãos empreendedores organizados em grupos compartilham a metáfora de que "grupos sociais são containers" (Lakoff &amp; Johnson, 2020), organizações definíveis e realmente mensuráveis. Por exemplo, tais como a colaboração entre o "hub" (Fab Lab Barcelona) e o "clube" (Domingo Club) são como grupos sociais onde a divisão entre trabalho e diversão, arte e criatividade são menos separadas (Hjort, 2005).</p>

Fonte: Autora (2023).

<sup>4</sup> <https://bali.fabevent.org/> Bali Fab Fest um evento que reuniu especialistas e entusiastas parte do movimento maker, especialmente "fab labs" e "fab cities" (evento anual itinerante "fabX"). Em 2022, no Jimbaran Hub, na Indonésia, participantes se reuniram durante 10 dias de atividades inspiradoras e novas conexões na principal conferência para transformação digital centrada nas pessoas (data de acesso em 08/03/2023).

<sup>5</sup> <https://foodshift2030.eu/> O FoodSHIFT 2030 é um projeto Horizonte 2020 financiado pela União Europeia que coloca os cidadãos no centro da mudança dos sistemas alimentares em uma nova abordagem para ampliar, multiplicar e compartilhar as melhores inovações alimentares que as comunidades europeias têm a oferecer (data de acesso em 08/03/2023)

## 5. Resultados

A análise concentra-se no uso de dispositivos de fermentação, como uma incubadora e um colar, que são ferramentas de fonte aberta que permitem que qualquer pessoa fermente proteínas vegetais “em casa”. Para tanto, o primeiro utiliza a eletrônica, o segundo o calor do corpo humano. Estas duas ferramentas de convivência informam nossa perspectiva sobre o futuro. Eles não são objetos figurativos, mas objetos reais que podem ajudar a entender os alimentos que estamos comendo e moldar nosso conhecimento. A incubadora não é utilizada para seu uso literal, mas para um uso especial. É a *ideia* de uma incubadora (como, para bebês), que no contexto do tempe(h), ela é utilizada de forma diferenciada, o que ajuda a alterar a narrativa dos usuários sobre essa ferramenta. O uso de ferramentas de convívio e linguagens figurativas, como metáforas, torna a socialização das criações mais emocionantes, vivas, complexas ou interessantes.

*"Talvez seja um convite poético para o maravilhoso mundo dos fungos... para refeições mais deliciosas e refeições proteicas... para entender a comida que estamos comendo"* (notas etnográficas de campo, Seg, 15 de dezembro de 2022).

A metáfora "criação como nascimento" (Lakoff & Johnson, 1980:73-74) foi utilizada para demonstrar como a geração de objetos como uma incubadora ajuda a construir uma narrativa em torno de uma cultura específica, o tempe(h). Objeto, ferramenta de convivência e imaginação são componentes geradores do processo de socialização de perspectivas. Em síntese:

(1) *A imaginação é constituída por meio do uso de objetos (ferramentas de convivência).*

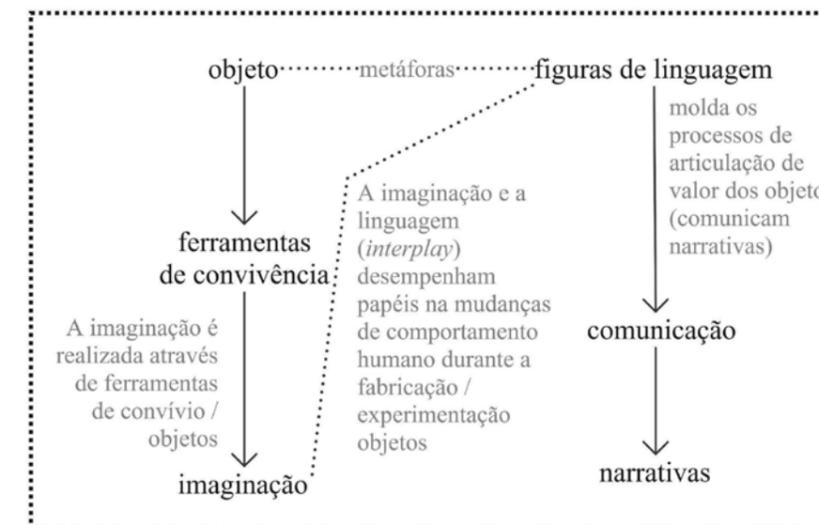
A metáfora de conduto (Reddy, 1979, em Lakoff & Johnson, 1980) foi utilizada para demonstrar as sutilezas interpretativas no uso de um colar. Este gera uma linguagem figurativa para “advocacy”, inspirando políticas públicas de alimentação sustentável, bem como a articulação da proposta de valor oferecida pela ferramenta de convivência. Figuras de linguagem, comunicação e narrativa são componentes geradores do processo de socialização de perspectivas. Em resumo:

(2) *A linguagem figurativa molda os processos de articulação de valor dos objetos e comunicam narrativas.*

Dessarte, tanto a imaginação quanto a linguagem iniciam processos de socialização de perspectivas. E ambas têm o papel de inspirar mudanças no comportamento humano, seja por meio da fabricação ou experimentação de objetos / ferramentas de convívio e/ou mediante comunicação / narrativas.

Por fim, a metáfora “grupos sociais são containers” (Lakoff & Johnson, 2020) foi utilizada para delimitar um “playground” - parque de diversões para a criação de ferramentas de convivência que estimulam debates e conscientização. Estudos sobre perspectivas poderiam ser ampliados, todavia, para fins de assimilação, considera-se a simplificação de que as perspectivas propostas visam a ação cívica em cidadania alimentar. A seguir, a figura 1 apresenta o sistema observado.

Figura 1 - playground: espaço de socialização de perspectivas



## 6. Discussão

O presente estudo analisa processos colaborativos e ideias criativas no contexto dos sistemas alimentares, utilizando uma perspectiva voltada para a mudança de comportamento humano. Propõe-se a criação de um instrumento facilitador não discursivo na forma de um objeto e linguagem própria, que possam ser utilizados pelos atores envolvidos de forma ‘convivial’ para compartilhar perspectivas, e um sistema de entendimento de cidadania alimentar.

Observou-se nos casos analisados uma contribuição prática por meio de uma inovação tecnológica - a inovação social digital. Esta se baseia em ferramentas e processos controlados por computador que permitem transformar desenhos digitais em produtos físicos ou ferramentas de convivência. Esse tipo de inovação é resultado de uma cultura de “faça você mesmo” (Do-It-Yourself) de código aberto, na qual os seres humanos são capazes de criar e utilizar ferramentas e processos tecnológicos de forma colaborativa. O Fab Lab Barcelona funcionou como uma plataforma, um “playground” para tecnologia alimentar, que conecta pessoas, conhecimentos, recursos e possibilita o engajamento social.

A incubadora de tempeh e o colar Domingo Club têm qualidades ecológicas e estéticas e são um convite poético para imaginar e comunicar mudanças no consumo e produção de alimentos. O conceito de “calor corporal” como “combustível” para incubação indica que algo está fermentando e que o calor humano é responsável por fazê-lo fermentar. Embora isso possa ser metafórico em certo sentido, é preciso ponderar sobre o que esse colar faz e a narrativa que ele cria, especialmente a perspectiva de futuro que ele nos apresenta. Em resumo, a imaginação é realizada através do uso de objetos; a imaginação e a linguagem desempenham papéis importantes para inspirar mudanças de comportamentos humanos diante dos desafios globais – tais como ações em nível individual para redução das emissões de dióxido de carbono e conscientização para alternativas de alimentação à base



de plantas, atitude frente à crise climática. Conclui-se que a incubadora de tempêh, o colar e o próprio tempêh podem ser utilizados como instrumentos de "personificação de valores" e ferramentas não discursivas para transmitir a ideia de como trabalhar com a natureza como uma perspectiva de futuro. Tais causas são parcialmente emergentes e parcialmente metafóricas. Como a hipótese de Piaget de que os bebês aprendem primeiro sobre a causalidade percebendo que podem manipular diretamente objetos ao seu redor - características do que podemos chamar de casos "prototípicos" ou "paradigmáticos" de causalidade direta (Lakoff & Johnson, 1980: 70).

Futuros estudos podem abordar casos comparativos de forma sistemática, para entender como a causalidade dos componentes estudados acontece em diferentes casos, suas nuances - similitudes e diferenças, e implicações para o estudo de organizações criativas na socialização de perspectivas cidadãs. Todavia, esta construção narrativa pode ser considerada como uma prova de conceito, evidenciando (em um futuro) as conexões entre diversos exemplos. (Polkinghorne, 1988: 36).

## 7. Conclusão

Em conclusão, a análise demonstrou que a imaginação e a linguagem possibilitam a criação de significados abstratos em objetos físicos e vice-versa, dando vida às criações por meio de materiais e ferramentas apropriados. Enfim, criações a partir de ferramentas de convivência "dão a cada pessoa que as utiliza a maior oportunidade de enriquecer o ambiente com os frutos dela, sua visão". (Illich, 1975: 21). Foi destacada a "incubadora" de grãos em crescimento "como bebês" "para dar à luz" aplica-se ou, figurativamente, a perspectivas (sobre o futuro) ou a novas narrativas (perspectiva sobre o futuro), ou literalmente, o tempê(h) em lugares onde as condições naturais do clima nem sempre permitem a bio fermentação como tradicionalmente é feito em países como a Indonésia. Enfim, a análise apresentada neste artigo busca inspirar uma narrativa em torno da soberania alimentar. E a construção de práticas de cidadania que inspiram um consumo mais sustentável.

## Referências

- BAKER, TED, & NELSON, REED E. (2005). Creating something from nothing: Resource construction through entrepreneurial bricolage. *Administrative Science Quarterly*, 50, 329–366.
- BOURGOIN A., HARVEY J.-F. (2018). Professional image under threat: dealing with learning–credibility tension. *Human Relations*, 71(12), 1611–1639.
- CORNELISSEN, J. P. (2004) 'What Are We Playing At? Theatre, Organization, and the Use of Metaphor', *Organization Studies* 25(5): 705–26.
- DOVEY, J., PRATT, A.C., MORETON, S., VIRANI, T., MERKEL, J., & LANSDOWNE, J. (2016). Creative Hubs: Understanding the New Economy. **British Council-The Creatives Hub Report**: 2016.

DUMONT, G. (2022). Immersion in organisational ethnography: Four methodological requirements to immerse oneself in the field. *Organisational Research Methods*, 10944281221075365.

FERRO, C., UNCETA, P. M., VALENTI, C. F., JUSIC, I., CINGONALIN, F., DIEZ, T. L., PARIKH, M. (2022). "Fab City Hubs: Interfaces for community building and playgrounds for new innovative urban actions. Paper presented at Fab17, Bali, 12-22 October 2022.

FOUCAULT, M. (1991). "Governmentality." In *The Foucault Effect: Studies in Governmentality*, edited by G. Burchell, C. Gordon, and P. Miller, 87 – 104. Chicago: The University of Chicago Press

GERGEN, K. J. (2015). An invitation to social construction. *An Invitation to Social Construction*, 1-272.

KOCH, J., WENZEL, M., SENF, N., MAIBIER, C.. (2018). Organisational Creativity as an attributional process: The case of haute cuisine. *Organisational Studies*, 39, 251-270.

HIMANEN, P. (2010). *The hacker ethic*. Random House.

HJORTH, DANIEL. (2005). Organisational Entrepreneurship: With de Certeau on Creating Heterotopias (or Spaces for Play). *Journal of management inquiry*, 2005, Vol.14 (4), p.386-398

HJORTH, DANIEL. (2013) Public entrepreneurship: desiring social change, creating sociality, *Entrepreneurship & Regional Development*, 25:1-2, 34-51.

ILLICH, I. (1975). *Medical nemesis* (p. 59). Sydney: Australian Broadcasting Commission, Science Prog. Unit.

KEARNEY, R. (2002). *On stories*. Routledge.

LAKOFF, G., & JOHNSON, M. (2008). *Metaphors we live by*. Univ. of Chicago press.

LAKOFF, G., & JOHNSON, M. (2020). Conceptual metaphor in everyday language. In *Shaping Entrepreneurship Research* (pp. 475-504). Routledge.

Lawrence, T. B., & Maitlis, S. (2012). Care and possibility: enacting an ethic of care through NARRATIVE practice. *The Academy of Management Review*, 37(4), 641–663.

LIUBERTÈ, I., DIMOV, D., & THOMPSON, N. A. Sub-theme 41: **Imagination and Language**: The Poetics of Entrepreneurial and Organisational Becoming--> HYBRID!.

MONTANARI, F., MATARELLI, E., SCALOPAN, A. C. (2021). Introduction: collaborative spaces between current trends and future challenges. In Montanari, F., Matarelli, E., Scalopan, A. C. (Eds.), *Collaborative spaces at work: Innovation, creativity and relations* (pp 1-24). Abington, UK: Routledge.

POLKINGHORNE, D. E. (1988). *Narrative knowing and the human sciences*. Suny Press.

PLOTNIKOF, M., & PEDERSEN, A. R. (2019). Exploring resistance in collaborative forms of governance: Meaning negotiations and counter-narratives in a case from the Danish education sector. *Scandinavian Journal of Management*, 35(4), 101061.



REDDY, MICHAEL. 1979. "The Conduit Metaphor." In A. Ortony, ed., **Metaphor and thought**. Cambridge, Eng.: At the University Press.

REAL, MARION. CALVO, MILENA JUAREZ. (2019) Boosting co-creation practices in makespaces to support the design of more empowering and circular food systems at a neighbourhood scale. ERSCP, Oct, Barcelona, Spain. p.831. {hal-02387713}

RINDOVA, V. P., & MARTINS, L. L. (2022). Futurescapes: Imagination and temporal reorganisation in the design of strategic narratives. **Strategic Organization**, 20(1), 200-224.

RHODES, C, & BROWN, A. D. 2005. Narrative, organisations and research. **International Journal of Management Reviews**, 7: 167-188

ROUNDY, P.T. (2020): "On Entrepreneurial Stories: Tolkien's Theory of Fantasy and the Bridge between Imagination and Innovation." **Business Perspectives and Research**, 9 (1), 31-45.

THOMPSON, NEIL A. (2018). Imagination and creativity in organisations. **Organisation Studies**. 29, 445-455.

## Mapeamento da Cadeia Produtiva do Artesanato como ferramenta de sustentabilidade do Grupo Flor do Barro - Alto do Moura - Pernambuco / Brasil

### *Mapping of the Handicraft Productive Chain as a sustainability tool the Flor do Barro Group - Alto do Moura - Pernambuco / Brazil*

**Jessyane Alves dos Santos**

jessyane.alves@ufpe.br

**Camila Wedja Francisco de Melo**

camila.wedja@ufpe.br

**Germannya D Garcia Araujo Silva**

germannya.asilva@ufpe.br

**Ana Carolina de Moraes Andrade Barbosa**

anacarolina.barbosa@ufpe.br

#### **Resumo**

Este artigo apresenta os resultados parciais do projeto de extensão "Flores do Barro: mapeamento e ideação da cadeia produtiva do artesanato" que objetiva propor, por meio do design e seu caráter dialógico, estratégias de valorização de recursos para a produção e comercialização do grupo ceramista Flor do Barro no Alto do Moura, Caruaru - Pernambuco - Brasil. O método de trabalho utilizado foi desenhado com base no Modelo de Análise da Cadeia Produtiva do Artesanato, desenvolvido pelo Laboratório de Design O Imaginário/UFPE, para coletar as informações dos atores envolvidos nas etapas: identificação da matéria-prima; processos produtivos e acesso ao mercado. Como resultados podemos identificar obstruções e/ou gargalos em relação às práticas do "saber fazer", bem como oportunidades de melhoria de aproximação de outros nichos de mercado com ênfase na capacidade criativa e produtiva da comunidade.

**Palavras-chave:** cadeia produtiva; artesanato; sustentabilidade.

#### **Abstract**

*This article presents the partial results of the extension project "Flores do Barro: mapping and ideation of the handicraft production chain" which aims to propose, through design and its dialogical character, strategies for valuing resources for the production and commercialization of the ceramist group Flor do Barro in Alto do Moura, Caruaru -*

*Pernambuco - Brazil. The work method used was designed based on the Handicraft Productive Chain Analysis Model, developed by the Laboratório de Design O Imaginário/UFPE, to collect information from the actors involved in the stages: identification of the raw material; production processes and market access. As a result, we can identify obstructions and/or bottlenecks in relation to "knows how to do" practices, as well as opportunities to improve the approach to other market niches with an emphasis on the creative and productive capacity of the community.*

**Keywords:** productive chain; craftsmanship; sustainability

## 1. Introdução

O Brasil tem uma notável diversidade criativa. Suas expressões culturais podem ter um papel central no desenvolvimento do país, com ênfase especialmente nos povos tradicionais, indígenas e afrodescendentes. Áreas como o artesanato tradicional, pequenas manufaturas, moda e design são estratégicas para o desenvolvimento, pelo potencial de melhorar as condições de vida das comunidades (UNESCO, 2012). As autoras da presente pesquisa acreditam que a integração destas áreas criativas pode trazer benefícios econômicos, empoderamento individual e contribuição para a sustentabilidade cultural das comunidades visando geração de renda.

O Programa do Artesanato Brasileiro<sup>1</sup> (PAB) visa a disseminação e a valorização da produção artesanal através da promoção de feiras para comercialização dos produtos que contribuem para a geração de renda. Em Pernambuco, o PAB atua dentro do Centro de Artesanato de Pernambuco e o Estado coordena ainda, desde 2000, na cidade do Recife, uma das maiores ações voltada para o artesanato em geral, a FENEARTE - Feira Nacional de Negócios do Artesanato que é considerada a maior feira de artesanato da América Latina, atraindo em média um público de 300 mil pessoas a cada edição.

Atualmente, mais de 11 mil artesãos estão cadastrados no Sistema de Informações Cadastrais do Artesanato Brasileiro (SICAB), sendo 77% mulheres (SEBRAE, 2013). Muitas destas artesãs precisam intercalar a prática artesanal com outras ocupações e atividades domésticas, neste contexto, desde 2017, a Secretária de Políticas para Mulheres – SPM, vinculada ao poder público municipal de Caruaru, em Pernambuco - incentiva políticas públicas para as mulheres na cidade, com ênfase no artesanato local.

Em Caruaru, o bairro do Alto do Moura, situado a sete quilômetros do centro da cidade, abriga um dos núcleos artesanais mais importantes do país e conquistou notoriedade nacional a partir da projeção de um de seus mais ilustres artistas, o Mestre Vitalino. A comercialização do artesanato é feita nas próprias casas e ateliês dos artesãos, o que possibilita que o lugar continue a ser um ponto turístico permanente. Atualmente, inspirados na reprodução das obras criadas pelo Mestre Vitalino, os temas produzidos pelos artesãos são motivos folclóricos que retratam o cotidiano do homem sertanejo: o bumba-meu-boi, o maracatu, as bandas de pífano,

<sup>1</sup> <http://www.artesanatodepernambuco.pe.gov.br/pt-BR/pab/sobre>

os retirantes da seca, o cangaço e os cangaceiros (principalmente os célebres Lampião e Maria Bonita) o vaqueiro, a vaquejada, o casamento e o ritual fúnebre na zona rural.



**Figura 01: Bumba-meu-boi, souvenir do Alto do Moura.**  
Fonte: Barbosa (2017).

A ABMAM - Associação dos Artesãos em Barro e Moradores do Alto do Moura, tem registrado mais de 700 artesãos que, em sua maioria, trabalham produzindo peças utilitárias, bonecos e obras surrealistas que seguem a estética do Mestre Galdino, contemporâneo de Mestre Vitalino.

Barbosa (2019) considera, após uma observação participante no bairro, que a prática da atividade artesanal no Alto do Moura ocorre, em sua maioria, de forma individual, mas tradicionalmente inserida em grupos familiares que compartilham espaços de criação, produção e comercialização. Mesmo dentro deste contexto familiar as práticas individualistas dominam o cotidiano dos artesãos, cada um trabalha de forma autônoma e é responsável por sua produção.

Desde 2014, o Grupo Flor do Barro atua na intenção de um maior reconhecimento da produção artesanal local feminina. Tratam-se de vinte mulheres artesãs moradoras do bairro que compõem, ou não, as tradicionais famílias artesanais de Mestre Vitalino, Mestre Galdino e seus discípulos. Os encontros ocorrem na sede do Grupo, o Espaço Cultural Flor do Barro, localizado na Rua Mestre Vitalino, número 227, Caruaru-PE, gerenciado pelas artesãs-líderes Maria do Socorro Rodrigues da Silva e Cleonice Otília da Silva.

Enfocando a missão destas mulheres e na tentativa de aproximar o design com o artesanato local foi proposto o Projeto de Extensão Acadêmica intitulado: “Flores do Barro: mapeamento e ideação da cadeia produtiva do artesanato.” coordenado por professores do Curso de Design na UFPE no Campus do Agreste. O objetivo geral do projeto é propor, por meio do design e seu caráter dialógico, estratégias de valorização de recursos envolvidos na produção e comercialização do Grupo Flor do Barro do Alto do Moura em Caruaru. Inerente a esse objetivo está a premissa de que a partir das ferramentas do design é possível colaborar com os processos de gestão, de produção e de acesso a mercados para difusão do artesanato de Pernambuco (SANTOS et al., 2022).

Dentro do exposto, o artigo apresenta o resultado de uma das metas da ação extensionista relacionada a análise da cadeia produtiva do artesanato, inserida na visão da economia da

cultura, considerando parâmetros de sustentabilidade econômica, social, ambiental e cultural, visando a agregação de valor, a disseminação, a distribuição e o consumo dos produtos do Grupo Flor do barro. Esse processo é iniciado com a análise das hierarquias sociais que são estabelecidas tradicionalmente entre os artesãos do bairro.

## 2. Hierarquias Sociais do Alto do Moura

As classificações sociais presentes na comunidade de artesãos do Alto do Moura, atuam como signos que resultam em valorização e reconhecimento das peças produzidas e conseqüentemente de seus criadores. Ao caminhar pelas calçadas do bairro é possível notar as relações de poder existentes entre os artesãos. As casas-ateliês de alguns recebem totens comunicando seu local de trabalho, neles já está discriminado se o artesão mencionado é mestre ou não, a exemplo do totem do “Ateliê Mestra Marliete Rodrigues”.



Figura 02: Casa Ateliê da Mestra Marliete. Fonte: Barbosa (2017).

Percebemos, assim como Rocha (2014), que existem três categorias utilizadas pela comunidade: os mestres, os quase mestres e os artesãos. As três categorias listadas pelo autor são os termos utilizados nos discursos dos artesãos, inclusive os “quase mestres”. No entanto, são inerentes às narrativas a constante referência ao Mestre Vitalino como soberano. E a indicação dos primeiros discípulos do mestre como responsáveis pela continuação da arte.

Como descreve Barbosa (2019), na fala dos artesãos, um dos critérios para ocupar determinados lugares de destaque é pertencer a família de um mestre artesão. A autora caracteriza essa relação hierárquica da seguinte forma: O Mestre Vitalino como soberano, seguido pelos primeiros discípulos tidos como responsáveis por perpetuar a arte, depois vem os mestres contemporâneos, por serem descendentes dos primeiros discípulos, os quase mestres, que almejam o título de mestres, e os artesãos (Figura 03).



Figura 03: Esquema gráfico de hierarquia entre artesãos do Alto do Moura. Fonte: Barbosa (2019)

Ainda na análise das relações sociais, percebemos que poucos autores que relatam a história de Vitalino citam a Mestra Dona Ernestina no nicho dos discípulos. Ismael e Cunha (2018) destacam a Mestra como a única mulher que, à época, reproduziu o regionalismo de Vitalino, sendo reconhecida por ser a primeira artesã a moldar arte figurativa no barro.

Embora historicamente a região do Alto do Moura, tenha a prática de desenvolvimento da cerâmica para fins utilitários apresentada sob as habilidades femininas, observamos que o número de mulheres com o título de Mestra é bem menor que o de homens, sendo atualmente de apenas três: Mestra Marliete, Mestra Terezinha Gonzaga e a já citada Mestra Dona Ernestina (*In Memoriam*). Com o título de mestre sendo ocupado essencialmente por homens, acreditamos na existência de um divisor de águas (ou de gênero) na produção artesanal do Alto do Moura.

A representação da mulher no exercício da produção de cerâmicas e recebendo o título de Mestra no Alto do Moura ainda permanece em fluxo lento. No cotidiano da mulher artesã, para além da preocupação com a geração de suas peças e/ou número de vendas, há também a ocupação com a manutenção de seu ambiente doméstico e de quem habita nele.

## 3. Modelo de análise da cadeia produtiva do artesanato: a experiência do Laboratório *O Imaginário*

O Laboratório de Design *O Imaginário* tem como objetivo atender demandas ligadas às produções tanto artesanais quanto industriais a partir da colaboração de professores, estudantes e técnicos de diversas áreas do conhecimento, integrando extensão, ensino e pesquisa, trabalhando, assim, dentro de cinco eixos: gestão, produção, design, comunicação e mercado (ANDRADE; CAVALCANTI, 2020).

Dentre os trabalhos realizados pelo laboratório, o projeto de pesquisa “Modelo de análise da cadeia produtiva do artesanato”,<sup>2</sup> fomentado pelo Sistema de Incentivo à Cultura (SIC) do Estado de Pernambuco, foi implementado junto a seis grupos de artesãos no período de três

<sup>2</sup> Fonte: Relatório da pesquisa: Modelo de análise da cadeia produtiva – Projeto cultural 1111/12.

anos (2012, 2013 e 2014). No início, a pesquisa esteve direcionada a duas comunidades que trabalham com a matéria-prima em seu estado natural, no ano seguinte, os grupos estudados utilizavam os materiais de origem industrial e, no final, a pesquisa se voltou aos artesãos que trabalhavam com matérias-primas recicláveis (TABOSA et al., 2016).

O Modelo de Análise da Cadeia Produtiva do Artesanato, já validado e testado com várias tipologias de artesanato (madeira, tecido, cana-brava e cerâmica), se dá a partir de três pilares: fornecedores, produtores e consumidores; os quais sugerem a análise sob a ênfase das matérias-primas, da produção e da comercialização, respectivamente.



Figura 04. Representação bidimensional para análise da cadeia produtiva. Fonte: Modelo de análise da cadeia produtiva do artesanato. Projeto cultural 1111/12, Governo do Estado de Pernambuco - Sistema de Incentivo à Cultura, 2013.

Vale ressaltar que o Modelo está pautado sob os vieses: a) da Sustentabilidade – econômica, social, ambiental e cultural; b) da dinâmica dos fluxos e contra-fluxos – recursos, produtos, informação e conhecimento; c) e, do movimento do circuito da cultura – identidade, produção, representação, consumo e regulação.

Os dados são cruzados para a **identificação** de possíveis fragilidades da cadeia, principalmente no que tange a qualidade da matéria-prima e dos processos produtivos, os canais de distribuição e comercialização; o **reconhecimento** da visão de futuro através de aspectos que reinterem a prosperidade, a identidade, a organização e suas relações de poder e; a  **sinalização** das oportunidades de melhoria e os diferenciais competitivos, de modo a facilitar o plano de ação para a captura dos benefícios do modelo.

#### 4. Método da Pesquisa

Para cumprir com a etapa de mapeamento foram aplicados os protocolos de análise propostos pelo Modelo de análise da cadeia produtiva do artesanato: I) Identificação das matérias-primas; II) Identificação de processos produtivos e III) Identificação de acesso a mercados.

##### 4.1. Identificação das matérias-primas

A dimensão de sustentabilidade está presente neste protocolo a partir dos aspectos da captação e regulação do material utilizado na produção. As dimensões social e econômica da

sustentabilidade estão presentes nos aspectos dos recursos utilizados para o beneficiamento, conhecimento técnico e identitário do fazer. Ainda são tratados os dados relativos a custos, disponibilidade e acesso à matéria-prima, bem como a organização dessa produção no espaço de trabalho do artesão.

##### 4.2. Identificação de processos produtivos

Neste protocolo, os aspectos da sustentabilidade ambiental, social e econômica relativos aos fluxos de conhecimento e recursos são registrados. As etapas de preparação, produção, acabamento, estoque, expedição, controle de qualidade e ergonomia são identificadas e discutidas com os atores envolvidos na cadeia.

##### 4.3. Identificação de acesso a mercados

O último protocolo considera as dimensões da sustentabilidade econômica e social e se apropria da identificação do fluxo de informação, identidade e representação sociocultural. Nessa etapa, estão sob atenção os aspectos ligados à comercialização dos produtos, ações de venda, publicidade e pós-venda. Foram realizadas visitas aos espaços privados de produção das artesãs do Grupo Flor do Barro com a intenção de mapear os processos, os percursos e os agentes atuantes desde a obtenção da matéria-prima até a disseminação e comercialização das peças.

O preenchimento dos dados foi feito com base em observação sistemática e entrevistas não estruturadas com as artesãs do Grupo Flor do Barro e demais atores envolvidos de forma direta e indireta. As visitas técnicas foram realizadas para o reconhecimento das práticas; nichos de mercado ou direcionamento mais eficaz da capacidade criativa e produtiva.

#### 5. Resultados Parciais

Para a ocasião deste artigo, apresenta-se a seguir a síntese do conjunto de formulários do Modelo de Análise, em formato de texto, para cada um dos três pilares apresentados no capítulo anterior: Matérias-primas, Processos Produtivos e Acesso a Mercados com enfoque na sustentabilidade.

##### 5.1 Identificação das Matérias-primas

**Sustentabilidade ambiental:** Os insumos usados pelas artesãs são retirados de jazidas naturais do rio Ipojuca, extraídos de forma manual através de carroças e enxadas e fornecidos por um captador, Seu Genário, contratado pelo grupo e que tem a preferência de compra por parte das artesãs associadas mesmo diante de outros fornecedores individuais. Essa forma de obtenção de insumos tem como impactos ambientais a extração não planejada de rejeitos transportados pela correnteza à terra do rio, gerando resíduos, não aproveitáveis, oriundo das peneiras e incluindo outros materiais como pedras, galhos e lixo. Esse cenário faz com que o barro enquanto o barro só possa ser aproveitado enquanto ainda se encontra cru, não mais após a queima.

**Sustentabilidade econômica:** As artesãs acreditam que a área atual de extração corre riscos de esgotamento e por isso o município busca novos fornecedores. A argila usada pode ser comprada em qualquer período do ano em embalagens de 5 e 10 kg, feitas de sacos plásticos, o que mantém a umidade do barro. O valor de 10 kg da matéria-prima é de R\$ 5,00 reais e a compra é feita individualmente pelas artesãs.

**Sustentabilidade social:** Os riscos humanos na extração e manipulação são altos por se tratar de uma operação manual. Para a extração desses recursos são utilizados equipamentos braçais de produção, como pás e enxadas.

## 5.2. Identificação de Processos Produtivos

**Fluxo de conhecimento:** Engloba a pré-produção, a preparação do barro, isso implica a descrição do método usado para molhar cada esfera de barro ao iniciar a modelagem e partir para a preparação da matéria-prima, utilizando ferramentas utilitárias como bacias, espátulas, facas, arames, tábuas de carne de madeira. Na conformação, a peça é dividida em partes e os grupos de cada parte são modelados e em seguida unidos e detalhados.

**Sustentabilidade ambiental:** Engloba o controle de qualidade que se inicia na pré-secagem, quando as peças são colocadas para secar naturalmente. Para a queima, as peças são organizadas no forno de tijolos e à lenha, usando sobras doadas de madeiras de serrarias e paletes, sendo o controle do aquecimento e resfriamento feito de forma manual. Na retirada das peças do forno, ocorre a verificação dos danos, caso sejam constatados, são altas as chances de descarte, com raras alternativas de correção. Todo o resíduo de barro cru é reaproveitado na confecção de outras peças e o refugo da queima vira adubo para as plantas.

A energia elétrica é usada apenas para iluminação e, assim como a internet, é dividida entre todo o grupo. As mulheres demonstram ter interesse em fornos com diferentes tecnologias, no entanto, o compartilhamento de fornos à lenha entre famílias e vizinhos é uma prática tradicional na comunidade artesã, causando opiniões reativas no bairro.

Após a etapa anterior, ocorre outro **fluxo de conhecimento** na fase de acabamento, são utilizadas diferentes modalidades de pintura, envolvendo geralmente tintas esmaltadas, tinta a óleo e tinta acrílica, como atividade de pós-acabamento as peças exigem secagem. O estoque fica nas casas/ateliês e lojas de familiares e a logística é aplicada diretamente com a separação individual das peças, sendo elas embaladas em plástico bolha, papel jornal e caixa de papelão, com muita cautela para não causar danos às peças.

**Sustentabilidade social:** As práticas culturais e organizacionais para o uso dos fornos são direcionadas para pessoas contratadas, que lidam com as respectivas técnicas de alimentação da queima nos fornos e que não usam EPI's ao manusear os fornos dentro do grupo.[W1]

**Sustentabilidade econômica:** Direcionada dentro de um método de desenvolvimento dos produtos que constituem reproduções das obras de Vitalino, criações próprias com representações folclóricas/figurativas e sugestões de clientes.

As etapas observadas nas dimensões da matéria-prima e dos processos produtivos são exemplificadas no diagrama a seguir:

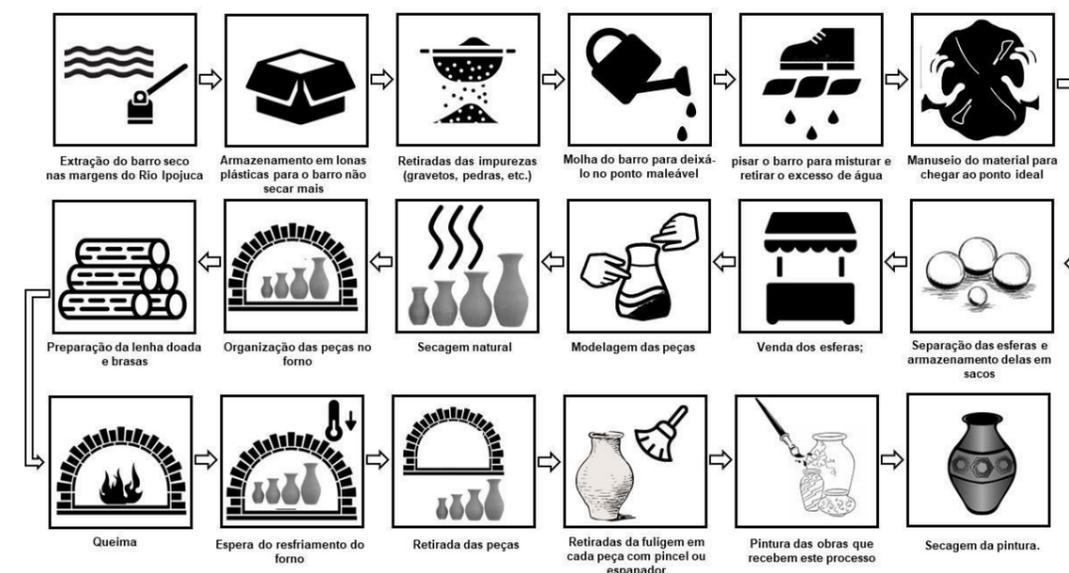


Figura 05: Processo produtivo. Fonte: as autoras.

## 5.3. Identificação de Acesso a Mercados

**Sustentabilidade social:** O grupo tem poucas ações coletivas, restritas às encomendas específicas como a árvore de natal de flores e outros adornos decorativos em festejos populares. Costumam atuar individualmente em suas casas e/ou ateliês seguindo seus estilos próprios de criação e comercialização cada uma em sua posição socialmente hierárquica no Alto do Moura.

**Sustentabilidade econômica:** Suas peças são distribuídas através da Casa da Cultura, mercados públicos de Pernambuco e de outros estados, ambientes de produção e lojas do Alto do Moura, feiras de artesanato, encomendas de colecionadores e revendedores. O preço de cada produto varia de acordo com o tamanho do artefato produzido e pela hierarquia do artesão na tradição artesanal local, podendo haver descontos em vendas de grandes quantidades. As artesãs trabalham também com logística reversa, em que as peças quebradas são devolvidas através dos correios ou transportadora.

**Fluxo de informação:** A divulgação do grupo é feita através da imprensa, exposições, congressos, eventos culturais com ajuda da prefeitura local e da Fundação de Cultura de Caruaru, além do apoio de redes de fomento como a Artesol.

## 6. Considerações finais

A partir do cruzamento dos dados coletados foi possível analisar o ambiente artesanal com seus diversos enfoques da sustentabilidade, considerando as interferências aos quais está sujeito. Ratificamos que a experimentação do modelo indica sua potencialidade para ser aplicado no ambiente artesanal e suas especificidades.

As principais contribuições encontradas versam diretamente sobre os seguintes aspectos:

- Identificação de oportunidades de melhorias;
- Valorização das mulheres artesãs;
- Fortalecimento das tradições do grupo, reforço dos laços sociais entre as integrantes e subsídio para representação dos discursos na venda com valor cultural agregado.

Outra questão categórica é a dedicação das artesãs, demonstrada nesse projeto. Apesar de algumas já serem de famílias de artesãos conhecidos, o afeto pelo barro e o reconhecimento do esforço utilizado por cada uma delas, iniciou o movimento do Flor do Barro buscando maior visibilidade e novas perspectivas para a mulher artesã.

O grupo recebe apoio de órgãos e instituições como a Fundação de Cultura de Caruaru e da ArteSol, no entanto, as ações não atuam na dicotomia entre o trabalho individual das artesãs e o pensamento coletivo, enquanto grupo. Estabelecer essa relação é uma das lacunas identificadas como oportunidades de fomentar o entusiasmo delas em explorar novas possibilidades e diferentes processos com o barro.

Com isso, os encontros e as ações do projeto direcionaram as artesãs para a criação de biojóias de cerâmica. Essa demanda teve como principal função o ato de reforçar o empoderamento feminino que o grupo demonstra e expressa em seu cotidiano. A iniciativa partiu das próprias artesãs, que juntas querem trabalhar em prol da realização de uma coleção coletiva com exploração de novas técnicas.

Com base nisso, os próximos passos da extensão buscaram fortalecer a atuação em grupo das mulheres artesãs, o que vai de encontro com o comportamento histórico da produção artesanal do bairro, especialmente no que diz respeito ao reconhecimento tradicional e individual reservado aos homens Mestres. Neste sentido, foi proposto e planejado o encontro entre artesãs mulheres e ceramistas de diferentes grupos do estado de Pernambuco.

Com o intuito de promover a troca de processos e técnicas artesanais, além de vivências relacionadas às tradições de cada território, o grupo escolhido para a aproximação foi a Cerâmica do Cabo, no Cabo de Santo Agostinho - PE, que já é acompanhado pelo laboratório O Imaginário. O diálogo, tratado como um intercâmbio, está em desenvolvimento como uma das ações estratégicas resultantes do mapeamento da cadeia produtiva apresentado neste artigo.

## Referências

- ANDRADE, A. M. Q. DE.; CAVALCANTI, V. P. **Laboratório O Imaginário: uma trajetória entre design e artesanato**. Recife: Zoludesign, 2020.
- BARBOSA, A. C. DE M. **CADA LUGAR NA SUA COISA: Um estudo sobre os souvenirs do Alto do Moura através da dimensão semiótica do design e da cultura turística**. Tese (Doutorado em Design) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2019.
- Cadastramento Único dos Artesãos do Brasil, 2021**. Disponível em: <https://www.gov.br/empresas-e-negocios/pt-br/artesanato/cadastro-1>.
- [HTTPS://PLUS.GOOGLE.COM/+UNESCO](https://plus.google.com/+unesco), 2019. **Diversidade das expressões culturais no Brasil**. Disponível em: <https://pt.unesco.org/fieldoffice/brasil/expertise/diversity-cultural-expressions-brazil>.
- ISMAEL, E.; CUNHA, K. **Mulheres Artesãs do Alto do Moura: suas histórias, memória e identidades**. João Pessoa: Marca de Fantasia, 2018.
- Portal do Artesanato, 2017**. Disponível em: <http://www.artesanatodepernambuco.pe.gov.br/pt-BR/pab/sobre>.
- ROCHA, DARLAN NEVES DA. **A arte é para todos: patrimônio cultural, tradição de conhecimento, processos sociotécnicos e organização social do trabalho entre artesãos do Alto do Moura (Caruaru/PE). Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Antropologia**. UFPB, João Pessoa, 2014.
- SANTOS, Marília Brandão da Silva; BARBOSA, Ana Carolina de Moraes Andrade; SILVA, Germannya D'Garcia Araújo. **The Look of Design on Narrative Ceramics from Grupo Flor do Barro - Caruaru/PE**. MIX Sustentável, v. 8, n. 2, p. 143-153, mar. 2022.  
ISSN-e:24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n2.143-153>
- SEBRAE. Pesquisa **O Artesão Brasileiro**. 2013.
- TABOSA, Tibério et al. **Modelo de Análise da cadeia produtiva do artesanato**. Recife. 2013. Projeto 1111/12. Patrocinado pelo Funcultura.



## Experimentações com terra leve: quais os potenciais desta técnica construtiva?

### *Experimenting with light-earth: what are the potential of this constructive technique?*

**Lucas Sabino Dias, Mestre, UFSC.**

lucassdias@yahoo.com

**Márcio Holanda Cavalcante, Arquiteto e urbanista.**

marcioholanda@naturalarquitectura.com

**Clara Braganca Boschiglia, graduanda, UFSC.**

clarabboschiglia@gmail.com

### Resumo

As construções com terra crua têm longa tradição e vasta aplicação em diversos países. Contudo, as densidades elevadas de muitas das técnicas mais comuns podem ser desvantajosas. Este artigo pretende discorrer sobre experimentações feitas utilizando a técnica da terra leve, uma mistura de terra (ou cal), fibras naturais e água, com densidades finais iguais ou inferiores a  $800 \text{ kg/m}^3$ . A metodologia utilizada pela pesquisa foi a de experimentação com diversos traços de terra e cal, fibras naturais e água, este processo prático foi baseado na experiência dos integrantes da equipe e nas bibliografias, MINKE (2022), NITZKIN (2016) e VOLHARD (2016), que auxiliaram nos procedimentos das experimentações e no entendimento sobre as potencialidades e possíveis aplicações. Conclui-se que os sistemas construtivos com terra leve têm potencial de mitigar algumas das características desvantajosas da construção com terra crua, principalmente, no que diz respeito a diminuição da densidade.

**Palavras-chave:** Terra leve; Técnicas construtivas; Sustentabilidade

### Abstract

*Buildings with raw earth have a long tradition and wide application in several countries. However, the high density of many of the more common techniques can be disadvantageous. This article intends to discuss experiments carried out using the light earth technique, a mixture of earth (or lime), natural fibers and water, with final densities equal to or less than  $800 \text{ kg/m}^3$ . The methodology used for the research was that of experimentation with various traces of earth and lime, natural fibers and water; this practical process was based on the experience of the team members and in the bibliographies, MINKE (2022), NITZKIN (2016) and VOLHARD (2016), which helped in the procedures of the experiments and in the understanding of the potentialities and possible applications. It is concluded that building systems with light earth have the potential to mitigate some of the disadvantageous characteristics of building with raw earth, mainly with regard to the decrease in density.*

**Keywords:** Light-earth; Building techniques; Sustainability;

### 1. Introdução

Técnicas construtivas utilizando terra como material base não são novidade, com registros conhecidos há pelo menos 9000 mil anos (MINKE, 2022). Todavia, apesar de aproximadamente um terço das habitações do mundo serem construídas com terra, em muitos países estas construções ainda carregam estereótipos relacionados a obras mal-acabadas ou com baixa qualidade. No Brasil, a pesquisa e regulamentações a respeito da construção com terra crua vem ganhando força nos últimos 20 anos. A criação de redes de pesquisa e discussão sobre o tema, como a Rede Terra Brasil (DESIGNER, 2023), iniciativas de mapeamento de construção em terra, como o Mapa da Terra (MAPADATERRA, 2023), e a aprovação de normativas nacionais para algumas técnicas construtivas em terra crua, como a ABNT NBR 16814 Adobe — Requisitos e métodos de ensaio (ABNT, 2020), são exemplos que fortalecem este entendimento e que podem contribuir para diminuir os preconceitos em relação às construções em terra crua.

Muito embora sejam claros os avanços, a utilização da terra crua em construções industrializadas, ou mesmo na indústria de construção convencional, ainda tem sido pouco explorada no Brasil. Isso pode ter relação com algumas características da terra, tais como: (1) o fato da terra não ser um material padronizado, o que pode dificultar sua utilização em processos industrializados; (2) a terra ter densidade relativamente alta, “a terra recentemente escavada tem uma densidade de  $1200 \text{ a } 1500 \text{ kg/m}^3$ ” “(...) em obras que utilizem a técnica de taipa de pilão ou em blocos de terra comprimida, a sua densidade varia entre  $1700 \text{ e } 2200 \text{ kg/m}^3$ ” (MINKE, 2022), o que pode dificultar o transporte e/ou

sobrecarregar a estrutura; (3) a terra se contrair quando seca. Nesse último caso, sabe-se que é necessário adicionar água à mistura, “pois a umidade é exigida para ativar a força de ligação da argila” (MINKE, 2022), portanto, o processo de secagem precisa ser respeitado a fim de mitigar os efeitos da retração. No caso de um processo industrializado, isto pode resultar em grandes áreas destinadas à secagem. Mesmo sabendo que a adição de aditivos pode aumentar a capacidade hidrófuga, ou seja, de barrar a água, ainda sim é recomendável que as superfícies em terra sejam protegidas do contato direto com a água; (4) a terra não é impermeável; (5) não é um material renovável, a terra também é fruto de extração. Mesmo sendo presente em praticamente todos os locais rurais ou urbanos, possibilitando assim a extração local do material, no caso do aumento na escala de produção, este pode ser uma variável importante a ser avaliada.

Por outro lado, existem uma série de vantagens na utilização da terra como material de construção. Relacionadas características físicas da terra, a sustentabilidade e ao ciclo de vida, pode-se pontuar, segundo Minke (2022): (1) a terra regula a humidade do ambiente; (2) a terra armazena calor; (3) a terra ajuda a poupar energia e diminui a poluição ambiental; (4) a terra é reutilizável; (5) a terra pode economizar material e custos de transporte; (6) a terra preserva a madeira e outros materiais orgânicos; (7) a terra absorve poluentes.

Dentro deste contexto, a presente pesquisa partiu do questionamento: existe a possibilidade de mitigar as características desvantajosas da construção com terra crua e potencializar as vantajosas? No sentido, principalmente, da diminuição na densidade da mistura (terra e agregados leves), em imaginar um desejável aumento na escala de produção, e contribuir para a difusão da terra crua como material construtivo - também em edifícios em altura, em edifícios já construídos e em edifícios com estrutura de madeira, por exemplo, onde a sobrecarga na estrutura pode ocasionar um risco estrutural ou um aumento no custo final da obra. Para tanto, o Laboratório de Sistemas Construtivos (LabSisCo) do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em parceria com um escritório de arquitetura com larga experiência na utilização da terra crua como material de construção, iniciou uma pesquisa a fim de, por meio da experimentação, buscar um possível encaminhamento para este questionamento. Para tanto, o objetivo deste artigo é descrever o processo de experimentação com terra leve desenvolvido na pesquisa realizada em 2022, procurando compreender o potencial desta técnica construtiva, que possibilita a diminuição da densidade e aumento no uso de renováveis em construções de terra.

Entende-se que a técnica de construção com terra leve compreende a mistura entre terra, água e agregados de fibras naturais (como palha seca ou cavacos de madeira), segundo Volherd (2016) “misturas leves têm densidade entre 300 e 800 kg/m<sup>3</sup>, enquanto

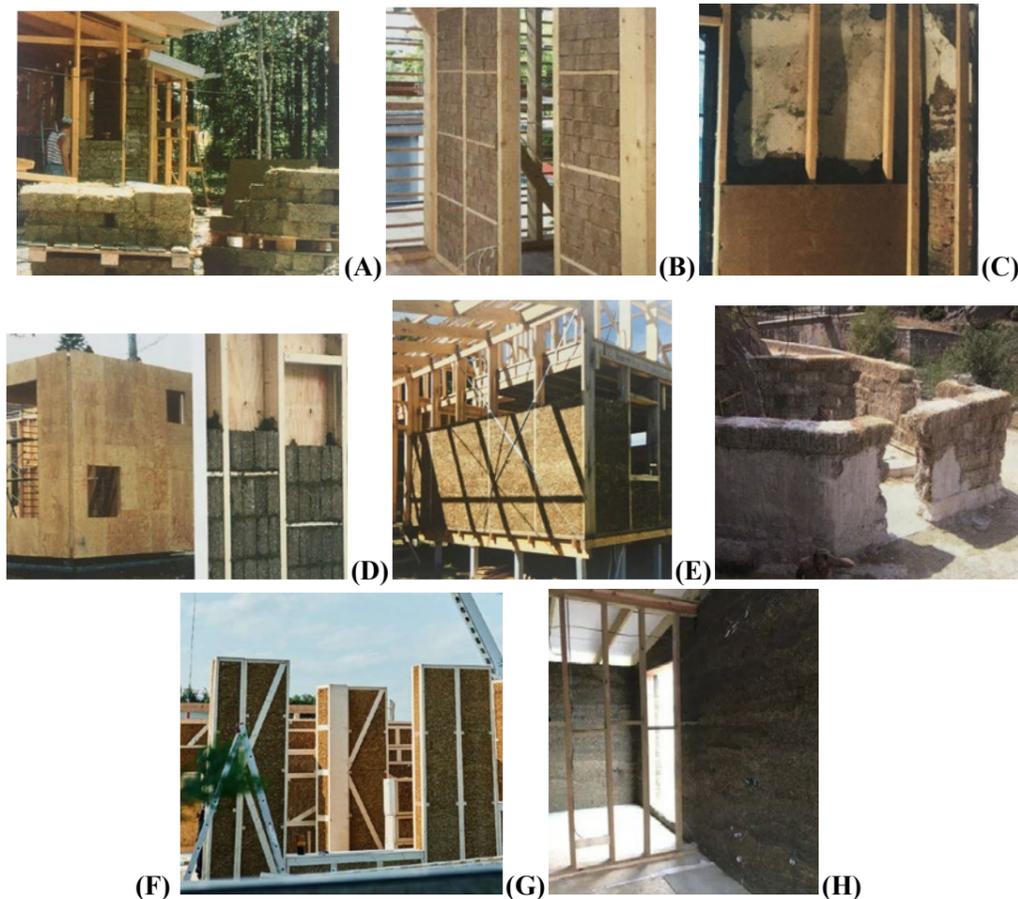
nas misturas pesadas fica entre 800 e 1400 kg/m<sup>3</sup>”. A terra tem função de liga do substrato vegetal, bem como o de protegê-lo do ataque de organismos xilófagos ou outras pragas, sendo que a água é necessária para ativar as qualidades agregadoras da terra. A utilização de fibras pode também estabilizar a mistura, aumentar a utilização de renováveis e diminuir a retração e o tempo de secagem.

Neste primeiro momento da pesquisa, buscou-se experimentar com diferentes traços e dois processos de compactação da mistura, procurando uma primeira aproximação com o tema, uma vez que não há vasta bibliografia nacional a respeito desta técnica. O presente artigo pretende, portanto, apresentar os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa, em seguida, os resultados obtidos com as experimentações, as possíveis aplicações, que fizeram parte da revisão bibliográfica e fundamentação da pesquisa, levantar análises e discussões pertinentes a partir dos resultados e apresentar as considerações finais.

## 2. Aplicações para a terra leve

O estudo sobre possíveis aplicações dos sistemas construtivos em terra leve acompanhou a pesquisa desde seu início. Contribuiu para ampliar o entendimento sobre os potenciais do sistema e ajudou a conduzir determinadas decisões, como a escolha dos processos de compactação experimentados e desenvolvidos nesta etapa da pesquisa, que serão apresentados mais a diante. Demonstrou que as possibilidades são variadas, a serem aplicadas em paredes externas e internas, no isolamento de coberturas e pisos, como elementos adicionais de isolamento em paredes e forros, na forma de tijolos, blocos, chapas ou painéis, executadas no canteiro ou frutos de processos industrializados, com equipes de obra especializadas ou pouco experientes.

Nas Figuras 1A, 1B, 1C e 1D pode-se observar uma série de exemplos de construções utilizando tijolos, blocos e chapas de terra leve, semelhantes ao processo de compactação por prensa (1). Já nas Figuras 1E, 1F, 1G, 1H são exemplos de construções em terra leve na forma de painéis moldados *in loco* ou pré-fabricados, processos que se assemelham ao processo de compactação por apiloamento (2). Ao longo das próximas etapas da pesquisa as aplicações serão investigadas mais a fundo, procurando entender os processos, materiais, características, entre outros aspectos que possam contribuir no aprofundamento do conhecimento a respeito da terra leve e na sua aplicação em âmbito nacional.



**Figuras 1: (A) Construção com blocos de terra leve em Raisio, Finlândia - 1998. (B) Paredes internas preenchidas com tijolos de terra leve em Darmstadt, Alemanha - 2012. (C) Isolamento interno em edifício feito com terra leve, acabamento com chapas de drywall de terra. (D) Residência com estrutura pré-fabricada de madeira preenchida com tijolos de terra leve. Darmstadt, Alemanha - 1996. (E) Casa com estrutura de madeira preenchida com taipa de pilão em terra leve em Victoria, Austrália - 2011. (F) Casa construída com fardos de palha e cal no sistema ISMANA, revestida com terra, em Terruel, Espanha. (G) Construção pré-fabricada com painéis preenchidos com fibra - Empresa Ecococon, Espanha (H) Construção com estrutura de madeira e painéis de Hempconcret, constituído de fibras de cânhamo e cal - Empresa VectorTrade, Reino Unido. Fonte: A,B,C,D,E:VOLHARD, 2016; F: NITZKIN, 2016; G: ECOCOCON, 2021; H: VECTOR TRADE UK, 2023.**

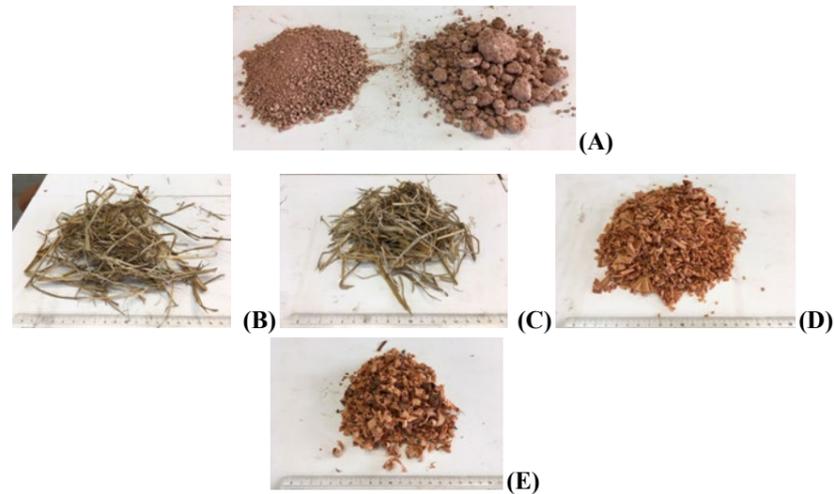
### 3. Procedimentos Metodológicos

Ao longo do ano de 2022 aconteceram encontros no LabSisCo do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFSC para o desenvolvimento da pesquisa. Baseada na experiência dos integrantes da equipe, iniciou-se um processo prático de experimentação com terra leve, como será descrito a seguir. Em paralelo aconteceram atividades relacionadas a sistematização dos dados das experimentações, leitura e discussão de livros e pesquisa de artigos relacionados ao tema. Os três principais livros que norteiam e embasam inicialmente a pesquisa foram o MINKE (2022), NITZKIN (2016) e VOLHARD (2016).

É importante justificar o fato de que consideramos para este artigo o uso da cal como parte do conceito de terra leve, por entender a relação desta técnica com a construção com terra, como no caso de reboco de terra para finalização, ou seja, estaria dentro do universo dos edifícios de terra. Ademais, pretende-se investigar no futuro as diferenças, semelhanças e possibilidade de utilização conjunta destes dois materiais. O uso da cal em técnicas com fibra e misturas leves se encontra bem avançada em alguns países, como por exemplo com o chamado “concreto de cânhamo” ou “hempcrete” (figura 1H), composto de fibras de cânhamo, água e cal.

A terra utilizada para os experimentos foi a mesma terra empregada para a construção de uma casa em Florianópolis/SC (DIAS, 2022). Nesta ocasião, alguns testes de campo foram executados, tais como o teste de sedimentação, o teste de coesão e consistência e o teste soltando a bola, melhores descritos em Minke (2022). A terra utilizada foi seca ao sol e depois peneirada com uma peneira de N°5 (Figura 2A), os torrões de terra eram desfeitos e voltavam a ser peneirados.

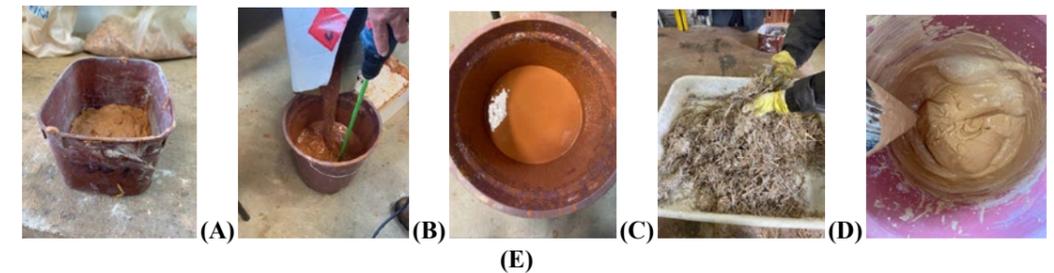
Utilizamos dois tipos diferentes de fibras vegetais, o que chamamos de fibra longa, que é capim seco utilizado como camada de proteção para o transporte de melancias e melões, material que seria descartado, e a fibra curta, que é basicamente cavacos de madeira originários de plaina de marcenarias da região. Estas fibras foram utilizadas de quatro formas diferentes, conforme a Figura 1. Fibra longa inteira (Figura 2B), fibra longa picada (Figura 2C), fibra curta sem peneirar (Figura 2D) e fibra curta peneirada, aproveitando as partes maiores do material que ficava na peneira (Figura 2E).



**Figura 2:** (A) A esquerda terra peneirada, a direita terra sem peneirar; (B) Fibra longa inteira; (C) Fibra longa picada; (D) Fibra curta sem peneirar; (E) Fibra curta peneirada, aproveitando as partes maiores do material que ficava na peneira. Fonte: elaborado pelos autores.

As misturas foram medidas em volume, utilizando um pote de sorvete de 2L como medidor (Figura 3A). Isto resultou em, aproximadamente, um peso de água de 1,5kg, de terra de 2kg, de cal de 1,4kg e de palha de 0,290 kg.

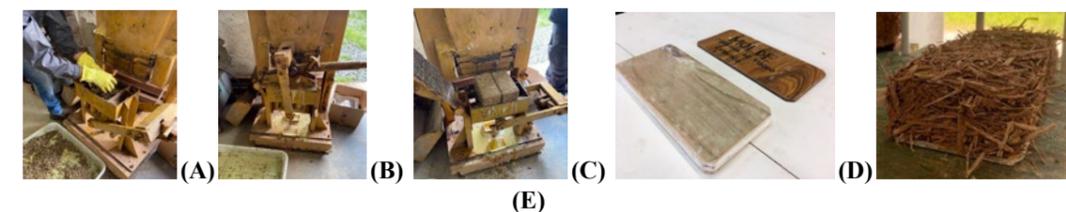
Inicialmente, utilizamos o traço de 1 de terra ou cal, para 1 de água (Figura 3B), misturando em um balde de plástico com o auxílio de um misturador de tinta e uma parafusadeira até que a mistura ficasse homogênea (Figura 3C). Posteriormente, de forma manual, a mistura era combinada com as fibras em uma caixa de plástico, até que toda a fibra estivesse embebida da mistura (Figura 3D). Subsequentemente, entendemos que a mistura poderia ser menos líquida e mais viscosa, alterando o traço para 2 medidas de terra ou cal, para 1 de água (Figura 3E), misturando e mesclando os materiais da mesma forma.



**Figura 3:** (A) Pote medidor; (B) Misturando o traço de terra e água com o auxílio do misturador de tinta acoplado em parafusadeira; (C) Traço 1 de terra para um de água; (D) Traço 2 de terra para um de água; (E) Combinando a mistura de terra e água com as fibras. Fonte: elaborado pelos autores.

Os processos de compactação da mistura se deram de duas formas diferentes, procurando se assemelhar a processos construtivos conhecidos:

- 1) Compactação por prensa com o auxílio de uma máquina compactadora de tijolos de solo cimento (Figura 4A). A compactadora de tijolos executa dois tijolos por vez e cada um dos compartimentos têm as dimensões de 8cm, 23 cm, 1cm (Figura 4C). Ambos os traços da mistura tinham viscosidade maior do que a utilizada para a fabricação de tijolos de solo cimento, o que fazia com que os tijolos de terra leve ficassem grudados na base da forma, solução encontrada foi a colocação de uma chapa de MDF de 5mm (Figura 4D superior), cortada no formato da base da forma. A chapa calçava os tijolos (Figura 4E) e só era retirada no dia seguinte, já com o tijolo mais seco. Alguns calços de madeira de 15mm com o mesmo formato das chapas foram feitos para aumentar a capacidade de pressão da compactadora (Figura 4D inferior). Neste caso, após uma primeira compactação, a máquina era aberta e os calços eram colocados na parte superior do tijolo, depois a compactadora era fechada e o processo se repetia.



**Figura 4:** (A) Colocando a mistura de terra, água e fibra natural nos compartimentos da compactadora; (B) Prensa fechada e aplicando pressão na mistura; (C) Tijolos prontos para serem

retirados dos compartimentos. Fonte: elaborado pelos autores; (D) Na parte superior a chapa de MDF de 5mm; na parte inferior o calço de madeira de 15mm; (E) Tijolo de terra leve com palha longa picada secando ainda com a chapa de 5mm de MDF na base. Fonte: elaborado pelos autores.

- 2) Compactando as misturas por apiloamento manual ou com auxílio de ferramentas de compactação. A operação incorporou características presentes no processo construtivo de taipa de pilão, sendo que neste caso, a mistura de terra leve é colocada em fôrmas e depois apiloada, à medida que a parede sobe, a fôrma é retirada e recolocada mais acima, a operação se repete até a finalização da altura da parede. O experimento procedeu com a execução de uma fôrma com as laterais feitas de MDF com 15mm de espessura e base de MDF de 5mm de espessura e dimensões internas de 13, 29, 29cm (Figura 5A). As misturas eram colocadas na fôrma em camadas homogêneas de aproximadamente 20mm de altura e depois apiloadas (Figura 5B). Diferentes instrumentos foram utilizados para apiloamento, desde a ponta dos dedos, até pedaços de madeira com diferentes dimensões e secções (Figura 5C). Percebeu-se que as diferentes técnicas aplicadas para pressionar a mistura tiveram influência na densidade final das amostras. O que merecerá mais atenção nos estudos futuros. As amostras finais utilizando este processo ficaram com dimensões de 8cm, 29cm, 29cm (Figura 5D). A fôrma permanecia de 2 a 5 dias, quando era desmontada para finalizar a secagem da amostra;

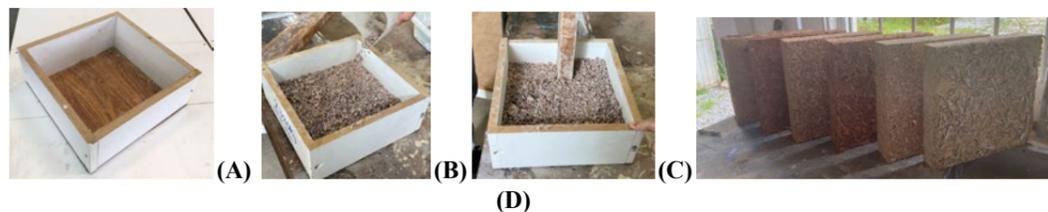


Figura 5: (A) Fôrma com as laterais feitas de MDF; (B) Mistura sendo colocada nas fôrmas; (C) Mistura sendo apiloada com pilão de madeira; (D) Amostras com diferentes traços depois de secas. Fonte: elaborado pelos autores.

As amostras secaram na sombra, no interior do laboratório, em prateleiras feitas para este fim e posicionadas entre uma corrente de ar ocasionada pela abertura de janelas (figura 8). As janelas foram abertas diariamente, menos nos finais de semana. As amostras demoraram em média 2 meses para secarem por completo, embora este acompanhamento não tenha sido feito com rigor, podendo ter variado de acordo com a dimensão das amostras e com o traço utilizado.

#### 4. Resultados

Foram feitas 26 amostras, com 7 tipos de traços utilizando o processo de compactação por prensa (utilizando a máquina de tijolos) e 8 amostras, com 8 tipos de traços utilizando o processo de compactação por apiloamento (com ferramentas manuais).

As experimentações resultaram em 7 modelos de tijolos prensados (Figura 6) e 8 protótipos de blocos apiloados (Figura 7), de acordo com os traços e proporções de palha já apresentados. Os exemplares do processo de compactação por prensa (1) apresentaram, secos, densidades que variam entre 352,77 kg/m<sup>3</sup> e 828,56 kg/m<sup>3</sup> (Tabela 1). Sendo que o tijolo com menor densidade foi feito com uma nata de cal, com traço 1:1 e uma proporção de 4:1 de fibra curta não peneirada (Figura 6A) e o com maior densidade foi feito com uma nata de terra, com traço 2:1, com a mesma proporção e mesmo tipo de fibra (Figura 6G). No processo de compactação por apiloamento (2), os blocos secos apresentaram densidades entre 502,97 kg/m<sup>3</sup> e 952,51 kg/m<sup>3</sup> (Tabela 2). Isso, sendo o bloco de menor densidade foi feito com uma nata de terra, com traço 1:1 e uma proporção de 4:1 de fibra longa não picada (Figura 7A) e o com maior densidade foi feito com uma nata de terra e cal, com traço 2:1 e fibra longa picada com uma proporção de 4:1 (Figura 7H).

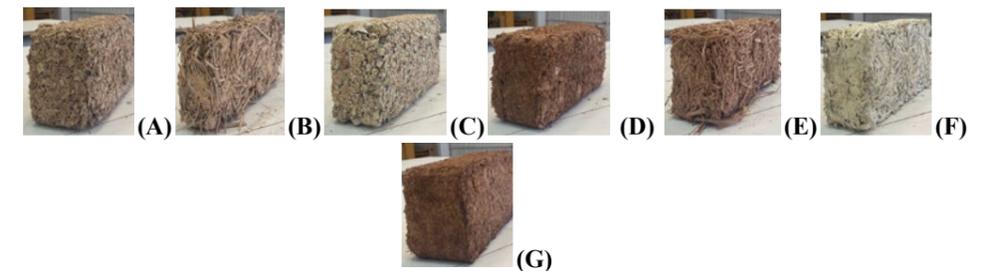


Figura 6: (A) Tijolo prensado com fibra curta não peneirada e nata de cal; (B) Tijolo prensado com fibra longa picada e nata de terra e cal; (C) Tijolo prensado com fibra curta peneirada e nata de cal; (D) Tijolo prensado com fibra curta não peneirada e nata de terra proporção 1:1; (E) Tijolo prensado com fibra longa picada e nata de terra; (F) Tijolo prensado com fibra longa picada e nata de cal; (G) Tijolo prensado com fibra curta não peneirada e nata de terra proporção 2:1. Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 1: Densidades blocos processo de compactação por prensa (1)

Figura	Traço nata	Composição nata	Proporção Nata: Fibra	Tipo Fibra	Densidade úmido (kg/m <sup>3</sup> )	Densidade seco (kg/m <sup>3</sup> )
6A	1:1	cal	4:1	curta não peneirada	628,46	352,77
6B	2:1	terra + cal	4:1	longa picada	590,51	456,74
6C	2:1	cal	4:1	curta peneirada	891,46	499,85
6D	1:1	terra	3:1	curta não peneirada	872,04	531,62
6E	2:1	terra	4:1	longa picada	- *	553,36
6F	2:1	cal	4:1	longa picada	1.039,53	592,09
6G	2:1	terra	4:1	curta não peneirada	881,92	828,56

\* falha na pesagem

Fonte: Autores

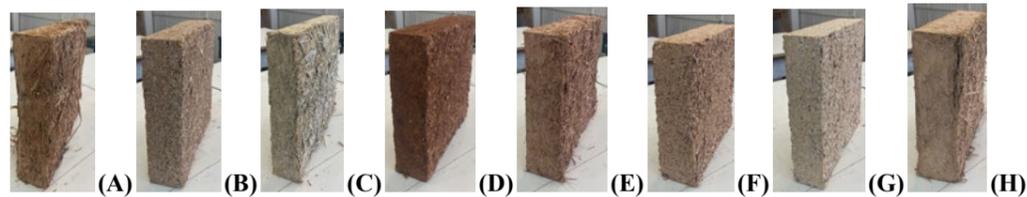


Figura 7: (A) Bloco apiloado com fibra longa não picada e nata de terra; (B) Bloco apiloado com fibra curta peneirada e nata de terra; (C) Bloco apiloado com fibra longa picada e nata de cal; (D) Bloco apiloado com fibra curta não peneirada e nata de terra; (E) Bloco apiloado com fibra longa picada e nata de terra; (F) Bloco apiloado com fibra curta peneirada e nata de terra e cal; (G) Bloco apiloado com fibra curta não peneirada e nata de cal; (H) Bloco apiloado com fibra longa picada e nata de terra e cal. Fonte: elaborado pelos autores.

Tabela 2: Densidades blocos processo de compactação por apiloamento (2)

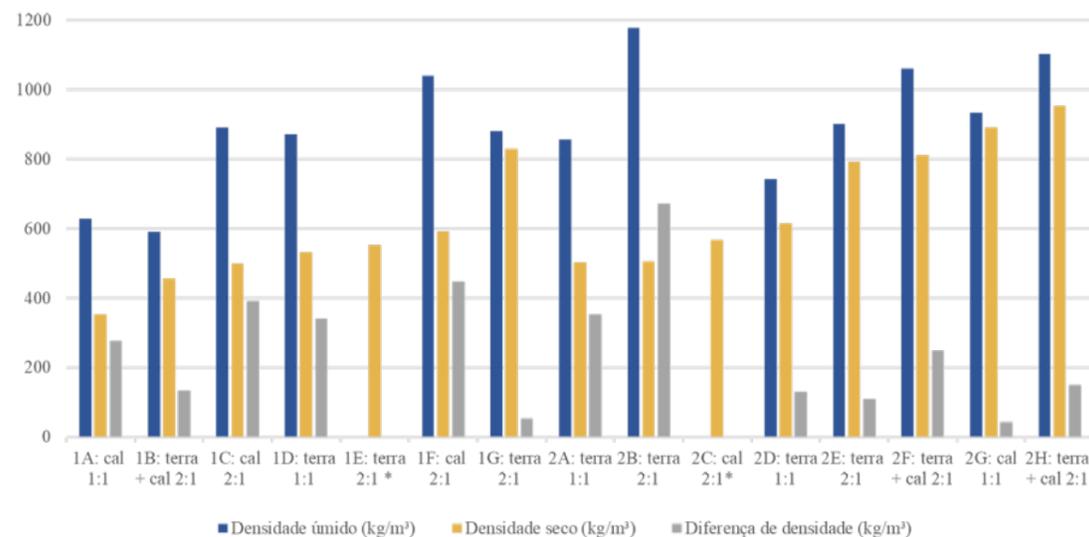
Figura	Traço nata	Composição nata	Proporção Nata: Fibra	Tipo Fibra	Densidade úmido (kg/m <sup>3</sup> )	Densidade seco (kg/m <sup>3</sup> )
7A	1:1	terra	4:1	longa não picada	855,33	502,97
7B	2:1	terra	4:1	curta peneirada	1.177,85	506,03
7C	2:1	cal	4:1	longa picada	- *	566,21
7D	1:1	terra	3:1	curta não peneirada	743,16	613,71
7E	2:1	terra	4:1	longa picada	902,02	792,93
7F	2:1	terra + cal	4:1	curta peneirada	1.061,10	811,09
7G	1:1	cal	3:1	curta não peneirada	934,16	890,33
7H	2:1	terra + cal	4:1	longa picada	1.103,15	952,51

\* falha na pesagem

Fonte: Autores

## 5. Análise de resultados e discussões

É importante destacar que pelo caráter experimental desta primeira etapa da pesquisa, a metodologia para execução de cada modelo/protótipo teve algumas variações, como o controle na intensidade do apiloamento, no caso da compactação do tipo 2 e alguns elementos que poderiam ter monitoramento mais preciso, como os tempos e condições de secagem. Todavia, as informações coletadas relativas a compactação, a densidade, a perda de umidade, a diferença entre fibras e a coesão nos possibilitam algumas análises iniciais.



**Gráfico 1: Gráfico densidades blocos processo de compactação 1 e 2. Fonte: elaborado pelos autores.**

Foi possível notar menor variação na densidade dos modelos secos prensados (1), onde 5 dos 7 modelos ficaram com densidades entre 400 kg/m<sup>3</sup> e 600 kg/m<sup>3</sup> (Gráfico 1), sendo que somente um teve densidade superior a 800 kg/m<sup>3</sup>, não se encaixando na definição de Volherd (2016) para misturas leves. Nos ensaios com compactação por apiloamento (2) além das densidades terem maior variação, 3 dos 8 modelos tiveram densidade superior ao limite para misturas leves. Isto pode ter ocorrido por conta do controle na compactação, visto que a máquina de tijolo exerce forças de compactação semelhantes em quantidade parecidas de mistura de terra leve. Contudo, na técnica de apiloamento, a força exercida, a ferramenta utilizada, a intensidade e a espessura da camada de mistura apiloada por vez, tem maior variação. Sendo assim, pode-se inferir que a forma e intensidade de compactação tem grande influência na densidade final.

Observando o Gráfico 1, nota-se que a porcentagem de perda de umidade foi menor nos protótipos onde a densidade foi superior a 600 kg/m<sup>3</sup> (1G, 2D, 2E, 2F, 2G, 2H), com exceção do protótipo 1B. Muito embora outros fatores possam ter influenciado, principalmente no que diz respeito ao controle de secagem, torna-se importante investigar a relação entre densidade e perda de umidade durante a secagem, independentemente da quantidade de água presente na mistura. Outra questão relacionada à mistura úmida é que em 10 dos 13 casos a densidade da mistura úmida foi maior que 800 kg/m<sup>3</sup> e em nenhum caso menor que 600 kg/m<sup>3</sup>.

Com relação a coesão dos tijolos e blocos duas características parecem ter maior relevância: a densidade e o tipo de fibra utilizada. Os tijolos e blocos com densidades maiores que 500 kg/m<sup>3</sup> tem uma coesão aparente maior, ou seja, são menos quebradiços e não há desprendimento de fibras com tanta facilidade. Contudo, nos tijolos com densidade menor que 500 kg/m<sup>3</sup> que utilizaram fibras curtas (1A e 1C) tem menor coesão, desmanchando e partindo com facilidade, sendo que o que utiliza fibra longa (1B) apresenta melhor desempenho. No decorrer da pesquisa pretende-se adotar outros testes, como a aplicação de buchas e parafusos e outros testes de carga.

## 6. Considerações Finais

Conclui-se que os sistemas construtivos com terra leve têm potencial de mitigar algumas das características desvantajosas da construção com terra crua, principalmente, no que diz respeito a diminuição da densidade. Existem muitas aplicações possíveis para este sistema construtivo, inclusive com grande campo e possibilidade de industrialização, além da diminuição no impacto ambiental por conta da maior utilização de renováveis.

Os resultados preliminares mostraram uma variação na densidade dos protótipos entre 352,77kg/m<sup>3</sup> e 952,51kg/m<sup>3</sup>. Isto tem relação com os traços das misturas e a quantidade de fibras, mas sobretudo por conta dos processos de compactação. Foi possível alcançar coesão nos protótipos com todos os traços e tipos de fibras testados, muito embora, quando a densidade é menor que 500 kg/m<sup>3</sup>, o teste com fibra longa apresentou melhor desempenho.

Existe grande possibilidade de aprofundamento da pesquisa, uma vez que pouca bibliografia nacional foi encontrada, bem como normas e procedimentos metodológicos claros para os processos utilizados. Sendo assim, a pesquisa procurou, por meio da experimentação e da investigação bibliográfica, compreender os potenciais e desafios para utilização da terra leve, bem como entender quais procedimentos metodológicos são importantes nos próximos testes, ensaios e experimentos.

## Referências

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16814: Adobe — Requisitos e métodos de ensaio**. Rio de Janeiro, 2020. 32p. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5711732/mod\\_resource/content/2/NBR16814%20](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5711732/mod_resource/content/2/NBR16814%20)



norma%20adobe%20Arquivo%20para%20impress%C3%A3o.pdf . Acesso em: 17 mar. 2023.

COLINART, T. et al. Hygrothermal properties of light-earth building materials. **Journal of Building Engineering**, v. 29, p. 101134, maio 2020.

DESIGNER, Vini Rosa Web. **Rede Terra Brasil**, 2023. Arquitetura e construção com terra no Brasil. Disponível em: <https://redeterrabrasil.net.br/>. Acesso em: 17 mar. 2023.

DIAS, Lucas Sabino. **Casa Bambuzal, projeto e obra**. In: Anais Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil, 2022, Florianópolis, SC. Pag. 397 a 407. Disponível em: <http://redeterrabrasil.net.br/congressos/terrabrasil-2022/>. Acesso em: 17 mar. 2023.

ECOCOCON. **C7a Assembly Details**. 2021. Disponível em: [https://ecococon.eu/assets/downloads/c7a\\_assembly-details.pdf](https://ecococon.eu/assets/downloads/c7a_assembly-details.pdf). Acesso em: 17 mar. 2023.

ISOPAILLE. **Fabrication bois paille sans pose**. 2023. Disponível em: <http://www.isopaille.fr/fabrication-bois-paille-sans-pose/>. Acesso em: 17 mar. 2023.

MAPADATERRA. **Mapa da Terra**, 2023. Construções com materiais naturais. Disponível em: <https://mapadaterra.org/>. Acesso em: 17 mar. 2023

MINKE, Gernot. **Manual de Construção com Terra**: a terra como material de construção e seu uso na arquitetura. Lauro de Freitas: Solisluna Editora, 2022.

NITZKIN, Rikki; TERMENS, Maren. **Casas de Paja**: una guía para autoconstructores. Teruel: Ecohabitar Bioconstrucción, 2016.

VECTOR TRADE UK. **Hemp construction panel HEMPCRETE**. Disponível em: <https://www.archiexpo.com/prod/vector-trade-uk/product-162297-2205842.html>. Acesso em: 17 mar. 2023.

VOLHARD, Franz. **Light Earth Building**: a handbook for Building with Wood and Earth. Basel: Birkhäuser, 2016.

## Análise das diferenças de opinião e percepção entre usuários de casa e apartamento a partir da satisfação residencial

### *Analysis of differences in opinion and perception between home and apartment users based on residential satisfaction*

**Iolanda Geronimo Del-Roio, Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
iroio@alunos.utfpr.edu.br

**Beatrice Lorenz Fontolan, Doutoranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
fontolanbeatrice@gmail.com

**Aline Ramos Esperidião, Doutoranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
aresperidiao@gmail.com

**Roberta Vieira Branquinho, Mestre, Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
roberta.vieira.br@gmail.com

**Alfredo Iarozinski-Neto, Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná**  
alfredo.utfpr@gmail.com

#### Resumo

Este estudo analisou as diferenças de opinião sobre as características arquitetônicas e percepção da satisfação com a habitação entre usuários brasileiros que residem em casa e apartamento. Por meio de um questionário, foi coletada uma amostra de 278 participantes com imóvel próprio. Ao todo, foram selecionadas 12 variáveis que contemplam os constructos de Satisfação com a Habitação (SH) e Características Arquitetônicas (CA). Os dados foram analisados através do *software* SPSS por meio de análises estatísticas descritiva e multivariada (correlação e discriminante). Os resultados descritivos levantaram características sociodemográficas e ciclo de vida dos respondentes. No geral, a análise de correlação entre os constructos apontou uma correspondência significativa da Satisfação com o Ambiente Interno (SH3) para usuários de casas com o grupo CA. Foi possível discriminar os moradores de casa e apartamento mediante quatro variáveis que compõem CA e uma atrelada a SH, através da Matriz de estruturas e teste de *Mann-Whitney*.

**Palavras-chave:** Percepção; Opinião; Tipologia; Satisfação com a habitação; Análises estatísticas

## Abstract

*This study analyzed the differences of opinion about architectural characteristics and perception of satisfaction with housing among Brazilian users who live in houses and apartments. Through a questionnaire, a sample of 278 participants with their own property was collected. In all, 12 variables were selected that include the constructs of Housing Satisfaction (HS) and Architectural Characteristics (AC). Data were analyzed using SPSS software through descriptive and multivariate statistical analysis (correlation and discriminant). Descriptive results raised sociodemographic characteristics and life cycle of respondents. In general, the correlation analysis between the constructs showed a significant correspondence of Satisfaction with the Internal Environment (SH3) for users of houses with the CA group. It was possible to discriminate between house and apartment dwellers by means of four variables that make up CA and one linked to SH, through the Matrix of structures and Mann-Whitney test.*

**Keywords:** Perception; Opinion; Typology; Housing satisfaction; Statistical analysis

## 1. Introdução

O termo satisfação é derivado do latim ‘*satis*’ (suficiente) e ‘*facere*’ (fazer), que seria “fazer o suficiente”, ou seja, realizar/atingir um objetivo. Entre os anos 1950 e 1960, surgiram os primeiros estudos sobre a satisfação com o ambiente residencial como busca por parâmetros de avaliação dos locais de moradia e proposta para melhorias nas relações indivíduo-ambiente (RÍOS; MORENO-JÍMENEZ, 2012). O tema satisfação residencial tem sido amplamente estudada nas últimas décadas, pois pode oferecer importantes *insights* sobre a qualidade do ambiente residencial (SMRKE *et al.*, 2018).

A análise e a compreensão da satisfação com a habitação são conhecidas na literatura como “*residential satisfaction*”, em tradução livre “satisfação residencial”. O conceito geralmente mais reconhecido da satisfação do indivíduo é a teoria da desconformação das expectativas, que propõe que o nível de satisfação do indivíduo é resultado da diferença entre desempenho esperado e percebido do produto e expectativas como previsões de desempenho futuro (AIGBAVBOA; THWALA, 2018).

Nesse sentido, a satisfação residencial é uma avaliação do indivíduo comparando seus ambientes residenciais reais e ideais a partir de atributos objetivos e subjetivos (ADRIAANSE, 2007). Muitas perspectivas são necessárias para a compreensão extensiva da natureza da satisfação (MASRON, 2012). Pois, a negligência de conhecimento dos determinantes do conceito de satisfação residencial resulta no fracasso de muitos projetos (AIGBAVBOA; THWALA, 2018).

Há uma maior facilidade em produzir medições técnicas embasadas nos fatores objetivos e racionais, a partir da opinião do usuário, do que com a complexidade de avaliação das percepções humanas. Entretanto, o mero atendimento aos requisitos técnicos e funcionais do ambiente não necessariamente garante a satisfação das necessidades e dos desejos do usuário (KOWALTOWSKI *et al.* 2006).

O conceito de percepção, atrelado a subjetividade, tem sido entendido principalmente de duas maneiras (REIS; LAY, 2006). A primeira é relacionada à interação entre o espaço e o indivíduo exclusivamente por meio dos sentidos básicos: visão, olfato, audição, tato e paladar. A segunda atrela-se à interação entre o espaço e o indivíduo, também por meio dos sentidos básicos, mas incluindo outros fatores como memória, personalidade e cultura.

Com isso, o profissional pode até conhecer o uso pretendido, mas nem sempre o uso real da habitação. A escolha de planejar não é uma decisão puramente tecnológica, onde o usuário deve participar do processo e, sua opinião deve ser considerada para detectar possíveis melhorias, diminuindo a recorrência de erros. Na mesma linha de raciocínio: quanto mais considerarem a opinião do indivíduo no processo de projeto, melhor será compreensão da expectativa desse morador e menores serão os riscos de dúvidas ou erros nas etapas seguintes (FABRÍCIO; ORNSTEIN; MELHADO, 2010).

Desta forma, a participação do indivíduo no processo de projeto pode constituir uma estratégia para melhorar a assertividade dos profissionais com o seu público-alvo na escolha das características arquitetônicas da habitação. Ademais, a satisfação residencial busca compreender a satisfação do indivíduo em sua habitação, sendo uma ferramenta que pode ser utilizada no planejamento de futuros projetos e intervenções.

Em contrapartida a apresentação das pesquisas de diferentes países que exploram a satisfação com a habitação e diversidade de residência, pouco se tem olhado para a satisfação residencial no Brasil quanto às diferenças de percepção de usuários entre casa e apartamento. Contudo, não se pode falar em projeto qualificado sem saber se as atividades previstas são realizadas de maneira satisfatória (REIS; LAY, 2006)

Posto isto, o trabalho em questão buscou reconhecer quais variáveis conferem maior ou menor satisfação residencial entre usuários de casa e apartamento. Foi levantada a hipótese que quem opina mais na sua habitação, principalmente no processo projetual, mais se percebe satisfeito em sua residência, pois o projeto foi executado como o proprietário esperava. Paralelamente, a pesquisa aferiu sobre a diferença da percepção de quem reside em casa e quem mora em apartamento. Para a coleta de participantes com imóvel próprio, foi adotado o *Survey* para a obtenção de dados primários. A amostra foi dividida em respondentes que moram em casa e apartamento, totalizando, dentre os dois grupos, 278 proprietários. Com isso, as diferenças de opinião e percepção entre usuários de casa e apartamento atreladas à satisfação residencial foram analisadas. Por fim, embasado nas análises descritiva e multivariada (correlação e discriminante), este artigo assume a perspectiva de apresentar um avanço na elaboração de projetos qualificados para usuários de casas e de apartamentos.

Além da seção introdutória percorrida acima, o artigo prossegue estruturado: Estado da Arte; Procedimentos Metodológicos; Resultados e Discussão; e Considerações Finais.

## 2. Estado da Arte

A pesquisa tem como alicerce os principais estudos e autores relacionados com o tema da satisfação residencial, somado a compreensão dos conceitos. Após a leitura da literatura, foi

elaborado o Quadro 1 com informações resumidas de alguns textos que foram utilizados como base para a pesquisa.

Quadro 1: Publicações selecionadas para a revisão de literatura.

Autores	Título	Estudo
Adriaanse (2007)	<i>Measuring residential satisfaction: a residential environmental satisfaction scale (RESS)</i>	Busca medir a satisfação residencial através de uma abordagem mais integrativa e abrangente, examinados empiricamente usando técnicas de análise multivariada. Amostra com 75mil respondentes em 2002. O questionário utilizou escala Likert de 5 pontos.
Aigbavboa e Thwala (2018)	<i>Residential Satisfaction and Housing Policy Evolution</i>	Explora a formação da satisfação residencial em habitações de baixa renda e a evolução da política habitacional em países em desenvolvimento, usando exemplos de habitação de baixa renda subsidiada na África do Sul, Gana e Nigéria como estudos de caso.
Galster (1987)	<i>Identifying the correlates of dwelling satisfaction: An empirical critique. Environment and Behavior</i>	Estudo empírico em Minneapolis com amostra estratificada, que critica a análise familiar e permitir relações não lineares na satisfação residencial. Os resultados fornecem suporte ao tema com várias análises empíricas.
Kowaltowski <i>et al.</i> , 2009	Os conceitos de satisfação e valor desejado na avaliação pós-ocupação em habitação social	Os conceitos de satisfação e valor desejado na avaliação pós-ocupação em habitação social
Reis e Lay (2006)	Avaliação da qualidade de projetos: uma abordagem perceptiva e cognitiva	Avaliação da qualidade de projetos urbanos e de edificações, através da abordagem perceptiva e cognitiva adotada na área de estudos Ambiente-Comportamento.

Fonte: Autores.

Esses textos foram selecionados por serem os mais relevantes com o tema estudado. Foram pertinentes para a elaboração do questionário, estruturação da pesquisa e discussão dos resultados.

### 3. Procedimentos Metodológicos

O trabalho adotou como método científico o indutivo, sendo delimitado ao indivíduo no âmbito de sua habitação. Utilizou-se como método de procedimento o *Survey* – aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa –, e como técnicas de pesquisa, a bibliometria, o questionário como instrumento de estudo e análises estatísticas descritivas e multivariadas (correlações e discriminante) para tratamento dos dados. A Figura 1 a seguir apresenta as principais etapas do estudo.

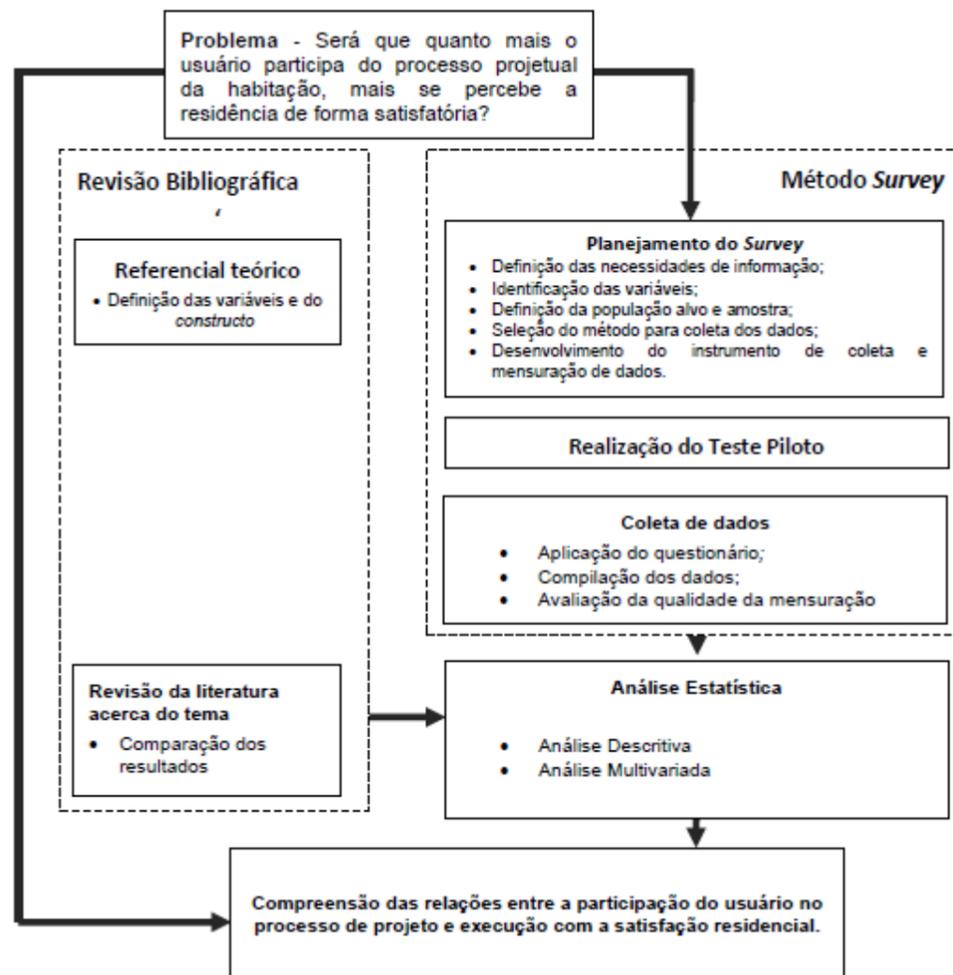
Para aplicação do método *Survey*, foi utilizado um questionário estruturado e composto por variáveis qualitativas ordinais medidas pela escala *Likert* de 5 pontos, ou seja, respostas com nível de mensuração qualitativa foram transformadas numa escala paramétrica. O *Survey* visa à obtenção de dados primários sobre características, ações ou opiniões de determinado grupo de pessoas, por meio de um instrumento de pesquisa pré-definido (HAIR *et al.*, 2005).

A data da aplicação do questionário coincidiu com um momento nacional de quarentena por conta da pandemia da Covid-19, quando não seria possível aplicar o questionário de forma presencial. Sendo assim, os participantes receberam um *link* via *Google Forms* para preencher o questionário de maneira livre e voluntária, informados sobre o fato de que poderiam deixar a pesquisa a qualquer momento, solicitar maiores esclarecimentos, bem como sobre o sigilo e anonimato das informações.

O questionário foi disponibilizado em diversas redes sociais, como *Facebook*, *Instagram* e *WhatsApp*. Além do ponto crucial à crise sanitária, o meio *on-line* foi escolhido por propiciar algumas vantagens, sendo que poderia abranger um público diferenciado, em uma escala maior no país, democratizando a pesquisa e atingindo padrões diferentes de habitação com características diferenciadas entre respondentes.

Devido a escolha deliberada dos elementos para compor a pesquisa, foi adotada uma amostragem não-probabilística. A amostra foi dividida em dois grupos: o primeiro grupo formado por 175 respondentes que moram em casa (casa térrea, casa em condomínio, casa em conjunto habitacional e sobrado); e um segundo grupo formado por aqueles que moram em apartamento (apartamento padrão, apartamento cobertura, apartamento estúdio/quintete, apartamento conjunto habitacional), com 103 respondentes. Os 278 usuários que responderam ao questionário são proprietários residentes da habitação, brasileiros acima de 18 anos que moram no País.

Figura 1: Etapas do método da pesquisa.



Fonte: Autores.

Vale destacar que o tamanho da amostra é um fator relevante quando se utilizam estatísticas multivariadas, pois os resultados realizados com pequenas amostras frequentemente não geram resultados significativos. Porém, não existe uma uniformidade na literatura em relação ao número absoluto do que pode ser considerado um número apropriado, podendo ser encontrados valores entre 100 e 200 casos (BREI; LIBERALI NETO, 2006).

Empregou-se a análise bibliométrica como técnica de pesquisa para o embasamento teórico e a revisão dos dados da literatura. O questionário para a coleta de dados foi desenvolvido com base em variáveis de estudos complementares ao redor do mundo. As variáveis de percepção e a opinião dos usuários em questão refletem, respectivamente, dois constructos: Características Arquitetônicas (CA) e Satisfação com a Habitação (SH). No Quadro 2 são representados os constructos e as variáveis envolvidas neste estudo.

Quadro 2: Variáveis empregadas na pesquisa.

Constructo	Código	Variáveis
Características Arquitetônicas (CA)	CA1	Opinião no Projeto Arquitetônico
	CA2	Opinião no Estilo da Habitação
	CA3	Opinião na Distribuição dos Cômodos
	CA4	Opinião no Projeto Luminotécnico
	CA5	Opinião no Paisagismo
	CA6	Opinião dos Móveis
	CA7	Opinião na Decoração dos Ambientes
	CA8	Opinião na Escolha dos Acabamentos
Satisfação com a Habitação (SH)	SH1	Satisfação com a Habitação
	SH2	Satisfação com a Aparência Externa
	SH3	Satisfação com o Ambiente Interno
	SH4	Recomendação da Habitação

Fonte: Autores.

O tratamento estatístico das variáveis foi realizado após o levantamento da amostra, através do *software* SPSS (*Statistical Package for the Social Sciences*). Os dados coletados foram analisados utilizando análises descritivas e multivariadas (correlação e discriminante), com o propósito de compreender as características e as relações relevantes para o objetivo deste estudo.

Através da análise descritiva da amostra, foi possível avaliar um conjunto de respostas para obter algumas descobertas iniciais, descrevendo e analisando as características ou relações entre os fenômenos analisados (HAIR *et al.*, 2005). Essa análise possibilita também avaliar a qualidade dos dados obtidos para o estudo em questão.

Na sequência, a correlação, vinculada a análise multivariada, associou composições de conjuntos de múltiplas variáveis dependentes e independentes, a fim de identificar o grau de relação existente entre duas delas. A correlação verifica o inter-relacionamento entre duas variáveis tendo o intervalo de variação de 1 a -1, sendo -1 a perfeita correlação negativa ou inversa, ou seja, quando o aumento em uma variável implica na diminuição da outra, e vice-versa. Já o valor 1 indica a perfeita correlação positiva ou direta, quando ambas as variáveis aumentam ou diminuem concomitantemente, 0 indica a inexistência de relação entre as variáveis (PONTES, 2010). Consideraram-se como importantes as relações a partir de 0,300 ou - 0,300. A confiabilidade dos resultados foi considerada em função da significância, sendo que as correlações com significância de 5% e 1% são representadas por um (\*) ou dois asteriscos (\*\*), respectivamente, indicando que os resultados provavelmente são verdadeiros para a amostra caracterizada e não são resultantes de uma situação aleatória.

Quanto a análise discriminante, representa uma técnica multivariada que possibilitou verificar a existência ou não de características significativas entre os dois constructos analisados. A discriminação é obtida por meio do cálculo dos pesos de cada variável, a fim de verificar a máxima variância entre dois ou mais grupos com relação à variância dentro dos constructos através da Matriz de estruturas, que indica a ordem de grandeza da correlação entre a função e as variáveis discriminantes. Quanto maior o coeficiente da função, maior o poder de discriminação da variável entre os grupos analisados (HAIR *et al.*, 2005). Desta forma, adotou-se neste trabalho que seriam observados os valores absolutos acima de 0,3,

como os que apresentam maior distinção entre os grupos, e abaixo de 0,1, como os que não discriminam os grupos.

Para confirmar os resultados das análises discriminantes, foram realizados testes não-paramétricos, por meio da ferramenta SPSS, adotando o teste *Mann-Whitney*. Ao obter mensurações ordinais para as variáveis estudadas, o teste de *Mann-Whitney* pode ser usado para analisar se dois grupos independentes foram extraídos de uma mesma população (SIEGEL; CASTELLAN-JUNIOR, 2006). A hipótese nula é que as duas amostras tenham a mesma distribuição. Quando a hipótese nula é rejeitada, ou seja, a significância é menor que 0,050, isso indica que as variáveis selecionadas diferem entre os dois grupos. Se o valor de significância do teste for maior que 0,050, aceita-se a hipótese de que não há diferença significativa entre os grupos analisados.

Uma vez obtida as análises descritiva e multivariada (correlação e discriminante), o estudo analisou as diferenças de opinião e percepção dos usuários de casa e apartamento próprios. Onde, as variáveis do constructo CA são atreladas a opinião do morador proprietário do imóvel e do grupo SH relacionam-se com a percepção do usuário.

#### 4. Resultados e Discussão

Apesar do questionário ser disponibilizado para todo o território brasileiro, os resultados indicaram um padrão de respostas das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, sendo coletadas dos seguintes estados, em ordem decrescente de respostas: Paraná, São Paulo, Goiás, Distrito Federal, Santa Catarina, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Mato Grosso do Sul e Mato Grosso. A primeira etapa da análise dos resultados foi o perfil da amostra através da análise descritiva (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização da amostra.

Categoria	Perfil	
Gênero	Feminino – 52,16%	Masculino – 47,84%
Nível de escolaridade	Médio – 11,15%	Doutorado – 6,12%
	Superior – 37,05%	Pós-doutorado – 1,08%
	Especialização/Mestrado – 44,60 %	–
Renda familiar média*	Até R\$ 1.045 – 1,08%	De R\$ 4.180 a R\$ 10.450 – 39,21%
	De R\$ 1.045 a R\$ 2.090 – 7,91%	De R\$ 10.450 a R\$ 20.900 – 23,74%
	De R\$ 2.090 a R\$ 4.180 – 21,58%	Acima de R\$ 20.900 – 6,47%
Idade	21 a 30 anos – 40,29%	51 a 60 anos – 17,63%
	31 a 40 anos – 25,18%	Acima de 60 anos – 3,96%
	41 a 50 anos – 12,95%	–
Filhos	Sem filhos – 58,27%	1 ou mais filhos – 41,73%
Estado civil	Solteiro – 49,64%	Outros – 6,12%
	Casado ou união estável – 44,24%	–

Fonte: Autores. \* Salário-mínimo referente ao ano de 2021.

Os dados utilizados para a caracterização da amostragem fazem alusão às características sociodemográficas (gênero, nível de escolaridade e renda bruta) e ciclo de vida (idade, filhos

e estado civil). Ressalta-se que os resultados apresentados nas análises seguintes são válidos para uma amostra com perfil elucidado na Tabela 1.

Subsequente, o Quadro 3 apresenta a análise de correlação entre as variáveis dos constructos CA e SH.

Quadro 3: Análise de correlação das Características Arquitetônicas e Satisfação entre moradores de casa e apartamento.

Variáveis	CA1	CA2	CA3	CA4	CA5	CA6	CA7	CA8
SH1 - CASA	,220**	,200**	,200**	,179*	,243**	,228**	,202**	,199**
SH1 - APART.	,077	,189	,196*	,175	0,126	,223*	,212*	,295**
SH2 - CASA	,228**	,258**	,263**	,234**	,314**	,266**	,243**	,246**
SH2 - APART.	,045	,068	0,026	0,14	-,013	,192	,132	,064
SH3 - CASA	,272**	,275**	,300**	,262**	,338**	,296**	,288**	,317**
SH3 - APART.	,160	,111	,196*	,259**	,227*	,250*	,261**	,322**
SH4 - CASA	,231**	,212**	,235**	,158*	,224**	,245**	,183*	,210**
SH4 - APART.	,110	,117	,119	,154	,183	,172	,202*	,278**

Fonte: Autores.

Tanto os dados dos moradores de casa quanto de apartamento apresentam correlações relativamente fracas. Consta-se que os dados da variável Satisfação com a Aparência Externa (SH2) relacionada, de maneira geral, às variáveis do construto de CA são próximos de zero para moradores de apartamentos. Isso decorre do fato destes moradores terem pouca ou nenhuma possibilidade de ação sobre a aparência externa, ou seja, não poderem opinar sobre a fachada ou paisagismo como os moradores de casas, que são os responsáveis pelas reformas, manutenções e aspecto de suas residências.

Verifica-se também que a Satisfação com o Ambiente Interno (SH3) é pertinente para os proprietários residentes de casas, em especial, com relação a Opinião na Distribuição dos Cômodos (CA3), Opinião no Paisagismo (CA5) e Opinião na Escolha dos Acabamentos (CA8). Aqueles que moram em casa podem vir a sentir maior liberdade para, efetivamente, criar um espaço a sua maneira, tanto internamente, quanto externamente, se comparados aos usuários de apartamentos.

Ainda, para confirmar a confiabilidade dos resultados apresentados no Quadro 1, as análises de correlação foram retratadas por um (\*) ou dois asteriscos (\*\*), de modo respectivo, a significância de 5% e 1%. Os valores sem asterisco elucidam que a análise estatística é abaixo de 95% de confiabilidade. Sendo assim, não é possível analisar a correlação de maneira confiável.

Em sequência, dada a relevância da opinião do usuário no processo de projeto, a análise discriminante foi utilizada para medir a variação entre os grupos de CA, levando em consideração as diferenças entre quem mora em casa e em apartamento. Os coeficientes da função discriminante das variáveis sobre opinião são evidenciados na Matriz de estruturas, exposto na Tabela 2.

Tabela 2: Matriz de estruturas – CA.

Código	Variável	Coefficiente
CA7	Opinião na Decoração dos Ambientes	-0,394

CA5	Opinião no Paisagismo	0,375
CA3	Opinião na Distribuição dos Cômodos	0,362
CA6	Opinião nos Móveis	-0,353
CA1	Opinião no Projeto Arquitetônico	0,265
CA4	Opinião no Projeto Luminotécnico	-0,194
CA2	Opinião no Estilo da Habitação	0,101
CA8	Opinião na Escolha dos Acabamentos	-0,100

Fonte: Autores.

Nota-se que os coeficientes de discriminação apresentam valores positivos e negativos na Matriz de estruturas. Importante salientar que, quando se trata de índice discriminante entre dois grupos, a Matriz de estruturas pode vir a apresentar coeficientes positivos que se direcionam para um dos constructos a maneira que índices negativos sinalizam o outro grupo tratado na análise. Portanto, é possível discernir na Tabela 2 que os coeficientes positivos são associados a tipologia de casa, enquanto os índices negativos são relacionados a condição de apartamento. Os coeficientes estão ordenados por tamanho absoluto e classificados em ordem decrescente.

Em se tratando do constructo CA, verifica-se que as variáveis CA5 e CA3 são as que mais discriminam positivamente. Portanto, as variáveis com coeficientes maiores que 0,300 (CA5 e CA3) alegam que o Paisagismo e a Distribuição dos Cômodos são pertinentes para os residentes de casa.

Com base na mesma análise, é possível perceber entre os grupos as variáveis Opinião na Decoração dos Ambientes (CA7) e Opinião na Decoração dos Móveis (CA6) apresentam um coeficiente negativo significativo – acima de 0,300 (em módulo). Logo, CA7 e CA6 são características arquitetônicas importantes para usuários de apartamento.

A Tabela 3 apresenta os valores do teste estatístico de *Mann-Whitney* sobre as variáveis relacionadas às CA. As variáveis que apresentaram significância menor que 0,050 indicam que existe diferença com significância estatística entre os constructos de usuários de casa e apartamento.

Tabela 3: Teste de significância *Mann-Whitney* – CA.

Variável	Sig. Assint. (2 caudas)
Opinião no Projeto Arquitetônico (CA1)	0,024
Opinião no Estilo da Habitação (CA2)	0,309
Opinião na Distribuição dos Cômodos (CA3)	0,002
Opinião no Projeto Luminotécnico (CA4)	0,124
Opinião no Paisagismo (CA5)	0,000
Opinião nos Móveis (CA6)	0,002
Opinião na Decoração dos Ambientes (CA7)	0,001
Opinião na Escolha dos Acabamentos (CA8)	0,363

Fonte: Autores.

Pode ser observado os coeficientes que têm significância próximo a zero confirmam a análise discriminante apresentada na Tabela 2. Isso indica que existem diferenças entre as variáveis dos grupos casa e apartamento para estas variáveis.

De maneira sintética, na análise apresentada na Tabela 2 e 3, constata-se que as variáveis CA5, CA3, CA7 e CA6 são as que discriminaram os grupos de moradores de casas e de apartamentos. Vale salientar que a variável Opinião no Projeto Arquitetônico (CA1) apresentou um coeficiente na Matriz de estruturas próximo a 0,300 e, no teste *Mann-Whitney* uma significância de 0,024. Logo, a decisão do projeto também pode discriminar a opinião do usuário de casa.

Da mesma forma, a Tabela 4 apresenta os resultados da Matriz de estruturas, obtida por meio da análise discriminante, utilizada para medir a variação entre os constructos de SH dos proprietários residentes entre casa e apartamento. A Matriz de estruturas auxilia na verificação de quais variáveis de percepção do usuário mais se distinguem entre os constructos.

Tabela 4: Matriz de estruturas – SH.

Código	Variável	Coefficiente
SH3	Satisfação com o Ambiente Interno	0,903
SH4	Recomendação da Habitação	0,710
SH2	Satisfação com a Aparência Externa	0,438
SH1	Satisfação com a Habitação	0,309

Fonte: Autores.

Na análise da Matriz de estruturas de satisfação dos grupos, as variáveis estão ordenadas por tamanho absoluto e ranqueadas em ordem decrescente. A Tabela 4 apresentou somente coeficientes positivos – de maneira distinta a Matriz de estruturas da Tabela 2 –, o que reflete a existência de discriminação significativa entre usuários de casa e apartamento para as variáveis apresentadas.

Para confirmar os resultados dessas análises discriminantes, foram realizados testes não-paramétricos, adotando o teste *Mann-Whitney*. As quatro variáveis de satisfação são testadas para verificar se os grupos de moradores de casa e de apartamento são independentes ou se foram extraídos de uma mesma população. O resultado dessa análise pode ser observado na Tabela 5.

Tabela 5: Significância teste *Mann-Whitney* – SH.

Variável	Sig. Assint. (2 caudas)
Satisfação com a Habitação (SH1)	0,467
Satisfação com a Aparência Externa (SH2)	0,195
Satisfação com o Ambiente Interno (SH3)	0,045
Recomendação da Habitação (SH4)	0,173

Fonte: Autores.

Com significância maior que 0,050, as variáveis indicam que não há distinção entre os dois grupos, com exceção da variável Satisfação com o SH3, que apresentou Sig. de 0,045. Observa-se o valor de significância do teste maior que 0,050 nas variáveis Satisfação com a Habitação (SH1), SH2 e Recomendação da Habitação (SH4). O teste apresentado na Tabela 5 complementa os coeficientes dispostos na Tabela 4, ou seja, aceita-se a hipótese de que não há diferença significativa entre os dois grupos para SH1, SH2 e SH4.

O teste de *Mann-Whitney* sobre a tipologia de casa e apartamento esclarece que apenas a SH3 discriminou com significância estatística. Aparentemente, é possível diferenciar quem

mora em casa ou apartamento pela variável em questão. Assim, o teste paramétrico reafirmou o resultado da Matriz de estruturas, ou seja, essa variável é a que mais se discrimina entre os grupos.

Os resultados obtidos na pesquisa demonstram que a satisfação residencial pode ser percebida de maneira distinta. Devido a amplitude do tema, entende-se que a satisfação residencial não é influenciada apenas pela opinião das características arquitetônicas da habitação, mas também, é baseada na percepção da satisfação com a própria habitação. Logo, entender o usuário é fundamental para a compreensão da satisfação residencial (BRANQUINHO, 2021).

## 5. Considerações Finais

Com o presente estudo pode-se analisar quais variáveis foram capazes de distinguir as percepções e opiniões dos moradores de casa e apartamento próprios, com relação à satisfação com a habitação. A satisfação residencial possibilita identificar as diferenças entre as necessidades e aspirações dos indivíduos, para tal, foram analisados os constructos de SH e CA.

Foi possível concluir que a percepção sobre a SH3 e SH4 mais se distingue dos moradores de casa e apartamento. Esta pesquisa demonstrou a importância de entender as necessidades e preferências dos indivíduos no contexto de seus ambientes residenciais, pois suas percepções sobre o ambiente influenciam na satisfação residencial.

De um modo geral, é possível identificar que moradores de casa tendem a opinar mais no CA5, na CA3 e no CA1. No apartamento, uma vez que a planta já é existente ou pré-definida, tornando mais difícil a possibilidade de alteração da divisão dos cômodos, esses moradores tendem a concentrar as adequações em características decorativas, como na CA7 e CA6.

Os resultados demonstraram que as relações entre as variáveis selecionadas e a amostra são significativas. Compreendida a importância da percepção e opinião dos usuários na habitação, os profissionais, abrangendo arquitetos, engenheiros e *designers* que projetam ambientes, seja na escala macro ou micro, devem considerar a participação do indivíduo nas etapas do processo de projeto.

Partindo do pressuposto que a pandemia da COVID-19 impôs novos modos de inter-relação entre os usuários e suas habitações, pode ser que a necessidade de se manter em quarentena tenha aumentado a percepção dos usuários quanto ao ambiente interno. Seja na diferenciação de casa e apartamento em relação a quantidade de cômodos, metragem útil, decoração, preservação e manutenção, privacidade, entre outros.

À vista disso, morar em casa, bem como em habitações com maior número de quartos, possivelmente resulta em maior disponibilidade de espaço. Quando em situação de isolamento, no que concerne ao controle sobre a própria privacidade, a metragem a ser utilizada no ambiente interno pode ser pertinente a satisfação do usuário. A decoração, preservação e manutenção também podem influir na percepção do indivíduo com o ambiente interno da habitação.

Isto posto, as variáveis que influenciam na satisfação do indivíduo no contexto de seu ambiente residencial ainda podem ser amplamente estudadas. Podem ser estudados também outros fatores que não foram considerados neste estudo.

Como pode ser observado, a caracterização da amostra foi importante para os resultados, portando, estudar regiões específicas do país, ou uma cidade específica para serem feitas comparações entre os perfis dos moradores. Ainda, pode ser proposta uma nova pesquisa e comparar os pontos de satisfação, o que as pessoas perceberam na pandemia sobre os espaços que habitavam, o que mais se preocuparam em mudar e o que mais importam nas casas hoje.

No questionário não foi perguntando sobre o *layout* (planta baixa) e espaço para armazenamento. Os espaços das residências podem ser mais bem analisados. Por fim, com o envelhecimento da população, se faz demandante analisar a adaptabilidade, as chances de alteração e reforma para analisar as possibilidades de acessibilidade de idosos.

## Referências

- ADRIAANSE, C. C. M. Measuring residential satisfaction: a residential environmental satisfaction scale (RESS). **Journal of Housing and the Built Environment**, v. 22, n. 3, p. 287-304, 2007.
- AIGBAVBOA, C.; THWALA, W. **Residential Satisfaction and Housing Policy Evolution**. 1. ed. New York: Routledge, 2018.
- BRANQUINHO, R. V. **Estudo da relação entre a participação do usuário nas escolhas das características arquitetônicas e a satisfação do indivíduo no contexto residencial**. 2021. 191 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2021.
- BREI, V. A.; LIBERALI NETO, G. O Uso da técnica de Modelagem em Equações Estruturais na área de marketing: um estudo comparativo entre publicações no Brasil e no exterior. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 10, n. 4, p. 131-151, out./dez. 2006.
- FABRÍCIO, Márcio Minto; ORNSTEIN, Sheila Walbe; MELHADO, Sílvio Burrattino. Conceitos de qualidade no projeto de edifícios. In: **Qualidade no projeto de edifícios** [S.l.: s.n.], 2010.
- GALSTER, G. Identifying the correlates of dwelling satisfaction: An empirical critique. **Environment and Behavior**, v. 19, n. 5, p. 539-568, 1987.
- HAIR, J. F. *et al.* **Análise multivariada**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- KOWALTOWSKI, D.; CELANI, M.; MOREIRA, D.; PINA, S.; RUSCHEL, R.; SILVA, V.; LABAKI, L.; PETRECHE, J. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, v. 6, n. 2, p. 07-19, abr./jun. 2006.
- MASRON, M. A. N. **Developing a predictive contractor satisfaction model (CowSMo) for construction projects**. 274 f. Thesis (Doctorate of Philosophy). School of Civil Engineering and Built Environment Faculty of Science and Engineering – Queensland University of Technology. Queensland - Australia, 2012.



PONTES, A. C. F. Ensino da correlação de postos no ensino médio. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE PROBABILIDADE E ESTATÍSTICA. 19., 2010, São Pedro. Anais. São Pedro, ABE, p. 26-30, 2010.

REIS, A. T. da L.; LAY, M. C. D. Avaliação da qualidade de projetos – uma abordagem perceptiva e cognitiva. **Ambiente Construído**, Porto Alegre (RS), v. 6, n. 3, p. 21-34, jul./set. 2006.

RÍOS, M. L.; MORENO-JÍMENEZ, M. P. Identidad con el lugar y satisfacción residencial: diferencias en población autóctona e inmigrante. **Psycology**, v. 3, p. 15-26, 2012. ISSN: 2171-1976.

SIEGEL, S.; CASTELLAN-JUNIOR, N. J. **Estatística não-paramétrica para ciências do comportamento**. 2 ed. Porto Alegre: Artmed Editora, 2006.

SMRKE, Urška; BLENKUŠ, Matej; SOČAN, Gregor. Residential satisfaction questionnaires: A systematic review. **Urbani izziv**, v. 29, n. 2, p. 67-82, 2018.

## **A contribuição do design na construção de um processo de gestão e uso sustentáveis para um parque urbano**

### ***The contribution of design in building a sustainable management process and use for an urban park***

**Gisele Assis Mafra, mestranda, Universidade do Estado de Minas Gerais**  
mafra.gisele@gmail.com

**Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo, Prof. Dr<sup>a</sup>, Universidade do Estado de Minas Gerais**  
katia.pego@uemg.br

**Marcelina das Graças de Almeida, Prof. Dr<sup>a</sup>, Universidade do Estado de Minas Gerais**  
almeidamarcelina@gmail.com

#### **Resumo**

A gestão de parques urbanos públicos envolve uma realidade complexa, constituída pelas interações que ocorrem no seu espaço e no seu entorno, representando um desafio para o setor público. Neste contexto, a presente pesquisa objetiva verificar a contribuição do design para a construção de um processo de gestão e uso sustentáveis de um parque urbano, a partir da compreensão de sua realidade e da participação da comunidade, tendo a abordagem do designantropologia e a metodologia do Design Sistemico (DS) como fundamentação teórica. Para tanto, foi desenvolvida uma pesquisa exploratória de natureza aplicada, de abordagem qualitativa, por meio da pesquisa bibliográfica e do estudo de caso do Parque do Confisco, em Belo Horizonte, além da observação participante e de entrevistas semiestruturadas.

**Palavras-chave:** Parque urbano; Design Sistemico; designantropologia; Sustentabilidade.

#### **Abstract**

*The management of public urban parks involves a complex reality, constituted by the interactions that occur in its space and surroundings, representing a challenge for the public sector. In this context, this research aims to verify the contribution of design to the construction of a process of sustainable management and use of an urban park, based on the understanding of its reality and the participation of the community, taking the approach of Design Anthropology and the methodology of Systemic Design (SD) as a theoretical foundation. For this purpose, an exploratory research of an applied nature, with a*

*qualitative approach, was carried out through bibliographical research and a case study of Parque do Confisco, in Belo Horizonte, in addition to participant observation and semi-structured interviews.*

**Keywords:** *Urban park; Systemic Design; Design Anthropology; Sustainability.*

## 1. Introdução

Os parques urbanos caracterizam-se por serem mais acessíveis e próximos da população, visto que se localizam no interior de área urbana ou periurbana. Por isso, além de suas funções ambientais, também são importantes espaços de convívio social e lazer para as populações das cidades, principalmente em contextos periféricos, e para promoção de atividades culturais e econômicas.

A proximidade com o contexto urbano faz com que os parques sejam impactados e também causem impacto nas dinâmicas das cidades, que, atualmente, enfrentam desafios cada vez mais complexos. Como exemplo, podemos citar saturação e carência de infraestrutura, necessidades e interesses divergentes e diversos, problemas ambientais, inúmeras conexões interpessoais, rápidas mudanças tecnológicas e culturais, dentre outros. Portanto, para contribuir com a sustentabilidade nas cidades, as reflexões e ações referentes aos parques urbanos não podem estar isoladas e restritas aos limites da área física desses espaços, nem possuírem apenas o foco ambiental, mas serem baseadas em uma visão sistêmica, na qual possam ser acolhidas diferentes demandas sociais por meio de uma construção com a população local. Com o intuito de percorrer tal direção, empregamos a abordagem do design.

O design é um campo do conhecimento caracterizado por sua multi, inter e transdisciplinaridade e, neste sentido, aberto a outras áreas do conhecimento. Recentemente, o design vem retomando seus esforços teóricos e práticos com vistas a contribuir para a solução de problemas sociais reais. Assim, essa pesquisa tem como objetivo verificar a aplicabilidade de seus *modi operandi* como meio para auxiliar a construção de um processo de gestão e uso sustentáveis de um parque urbano, a partir da compreensão de sua realidade e da participação efetiva da comunidade.

Os problemas sociais sempre fizeram parte da nossa realidade, assim como os ambientais. No campo do design, a questão social já era colocada desde a década de 1970, por meio da publicação de Papanek, intitulada *Design for the real world: human ecology and social change*, na qual provoca seus pares a direcionar esforços para solucionar os problemas reais da sociedade. A problemática ambiental também não é novidade. Em 1962, a publicação da jornalista e bióloga Rachel Carson, denominada *Primavera silenciosa*, na qual denuncia os impactos negativos advindos do emprego indiscriminado de pesticidas, especialmente o diclorodifeniltricloroetano (DDT), influencia a criação do órgão regulador das questões ambientais nos Estados Unidos: a *Environmental Protection Agency* (EPA), além de tornar o tema ao alcance do público leigo. Contudo, mais de 50

anos depois, ainda estamos tentando inculcar nos designers seu compromisso social que, por sua vez, está intimamente relacionada às questões ambientais, especialmente em contextos urbanos. Revela-se, portanto, a relevância e a complexidade do tema.

Como estudo de caso será tomado o Parque do Confisco, em Belo Horizonte, capital do estado de Minas Gerais. Trata-se de um parque pequeno, com cerca de 28 mil m<sup>2</sup>, que abriga nascentes, um bosque em recuperação, equipamentos esportivos e de ginástica, além de área para eventos. Está inserido no bairro do Confisco, que apresenta vulnerabilidades em níveis econômico, social e ambiental que, por sua vez, se refletem nos modos de uso e ocupação do Parque. Portanto, é uma realidade complexa que será utilizada para o desenvolvimento desse estudo.

## 2. Procedimentos metodológicos

Trata-se de uma pesquisa exploratória, que busca ampliar o conhecimento sobre as abordagens, metodologias, ferramentas e técnicas do design, além de aprender quais são as mais adequadas ao estudo. É também uma pesquisa de natureza aplicada, pois utiliza a realidade do Parque do Confisco, para aplicação do conhecimento elaborado. Baseia-se na abordagem qualitativa, visto que procura compreender os aspectos referentes ao uso público do Parque.

Foi utilizada pesquisa bibliográfica, em obras relacionadas ao tema, além de consulta a plataformas de publicações científicas, como Scopus e Google Acadêmico, e a bancos de trabalhos desenvolvidos em programas de Graduação e Pós-Graduação. Também foi realizada revisão bibliográfica e pesquisa de gabinete sobre o processo de ocupação e formação do bairro do Confisco, bem como da história do Parque.

Com base na revisão bibliográfica, foram definidas as abordagens do Design Sistemico e do designantropologia para o desenvolvimento dessa pesquisa. Tomou-se o estudo de caso do Parque do Confisco, explorando o contexto do território, as interações entre os atores sociais e as interfaces destes com o Parque, assim como a gestão do espaço. Para essa interação com a realidade local, foi realizada a observação participante, que permitiu a inserção no contexto, por meio do ver, ouvir e sentir, e não apenas de uma observação distanciada com foco na descrição e coleta de dados. Foram realizadas entrevistas semiestruturadas com líderes comunitários do bairro Confisco, representantes de instituições, de grupos organizados e de órgãos públicos que atuam no Parque ou no seu entorno.

## 3. Parques urbanos

Uma das principais características de um parque urbano é seu caráter de espaço multifuncional, não se restringindo apenas à preservação ambiental. Para o Ministério do Meio Ambiente, parque urbano é:

Espaço público de múltiplas finalidades, dentro de área urbana ou periurbana, com predominância de atributos naturais e cobertura vegetal, destinado a proteção e uso sustentável de serviços ecossistêmicos, socialização, lazer ativo e contemplativo, prática de esportes e atividades econômicas, recreativas e culturais da população e que pode ser utilizado para educação ambiental e pesquisa (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2021, p. 19).

Com a crescente ampliação do uso dos parques em áreas urbanas pela população, estes espaços tornaram-se essenciais para promover a qualidade de vida, saúde e bem-estar e para minimizar os problemas urbanos, conforme afirma Guimarães e Pellin (2015):

Em um país como o Brasil, em que mais de 85% da população vive nas cidades, as áreas protegidas urbanas tornam-se uma ferramenta de grande relevância para a sobrevivência e para a qualidade de vida humana, já que essas áreas têm um papel importante no equilíbrio climático e ambiental das regiões em que estão inseridas (GUIMARÃES; PELLIN, 2015, p. 34).

A participação da população na gestão dessas áreas, além de contribuir com a conservação ambiental e a oferta de serviços adequados e de qualidade, também permite maior identificação dos usuários com o espaço e maior comprometimento com sua conservação:

[...] aumentar o senso de pertencimento das pessoas aos parques, cria uma rede de suporte coletivo e desenvolve capacidades comunitárias, via engajamento e troca de valores e experiências. Estudos apontam que esses aspectos trazem benefícios à saúde física e mental, contribuindo, por exemplo, para o aumento de práticas esportivas, redução do estresse e até o fortalecimento da imunidade (INSTITUTO SEMEIA, 2021, p. 09).

A partir dessa diversidade de funções e interações possibilitadas pelos parques, percebe-se que eles podem contribuir para a sustentabilidade, não apenas no que tange aos aspectos ambientais e físicos, mas também aos aspectos econômicos e sociais.

### 3.1 Parques urbanos em Belo Horizonte - MG

A cidade de Belo Horizonte possui cerca de 2,5 milhões de habitantes e um território de 331.354 km<sup>2</sup> (IBGE, 2010). Segundo dados da Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2022), o município possui 75 parques administrados pela Prefeitura, que ocupam mais de 10.000 km<sup>2</sup>, o que representa 3% do território da cidade. Analisando individualmente os parques de Belo Horizonte, é possível encontrar várias diferenças entre eles, quanto à dimensão, infraestrutura implantada, possibilidade de acesso do público, características ambientais, dentre outros fatores. Essa diversidade de perfis de parques impõe desafios, contudo, podem oferecer inúmeras oportunidades e estimular usos diferenciados em cada unidade, por meio de uma gestão baseada nas demandas, necessidades e recursos tanto materiais quanto imateriais locais.

### 3.2 O Parque do Confisco

O Parque do Confisco (FIGURA 1) tem uma história recente. Implantado em 1999, originou-se da mobilização da comunidade que, por meio do programa Orçamento Participativo, conseguiu que o Parque fosse construído pela Prefeitura.

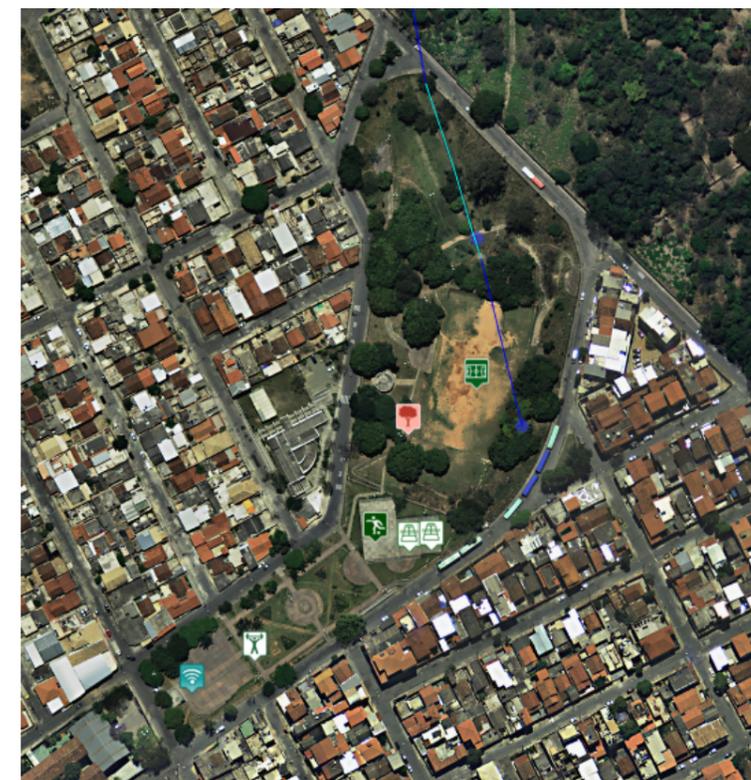


Figura 1: vista aérea do Parque do Confisco. Fonte: Prefeitura de Belo Horizonte – BH Map

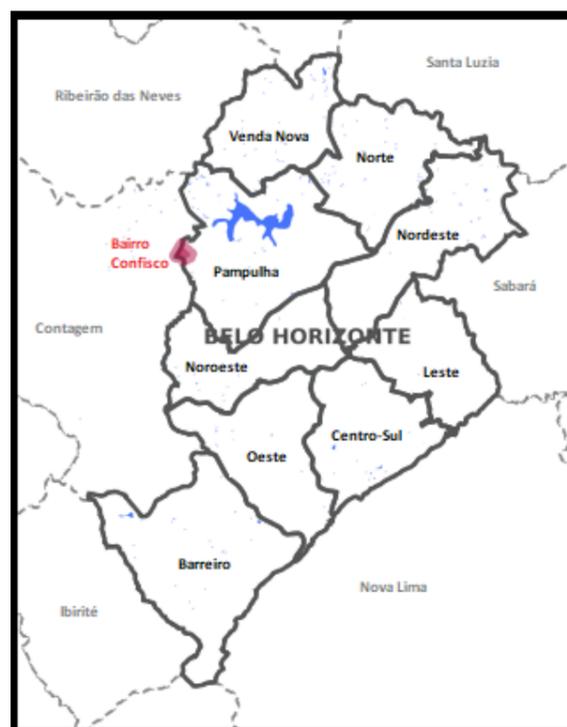
Para essa pesquisa, selecionamos o Parque do Confisco em função de: (i) a comunidade do entorno possuir um histórico de ações conjuntas com a administração do Parque; (ii) existir demandas da comunidade não atendidas; (iii) possuir uma dimensão reduzida que favorece a aplicação das metodologias.

Com cerca de 28 mil m<sup>2</sup>, protege três nascentes que formam um curso de água contribuinte da Lagoa da Pampulha. Possui vários equipamentos esportivos, como campo de futebol, quadra poliesportiva e quadra de futsal, além de teatro de arena, equipamentos de ginástica e brinquedos. A maior parte da infraestrutura está instalada na área mais elevada do terreno, que também é a mais impermeabilizada.

Já na parte mais baixa, onde ficam as nascentes e o curso d'água, há maior presença de vegetação, formando um bosque que vem sendo ampliado, nos últimos anos, por meio de plantios de árvores nativas. Apenas na área onde há maior presença de vegetação possui cercamento, mas não há portões nem portaria, sendo livre o acesso a toda área do Parque

em todos os dias e horários. As aves são as principais espécies de fauna que habitam o Parque, sendo possível também encontrar mamíferos de pequeno porte, mas com menor frequência (PREFEITURA DE BELO HORIZONTE, 2019). É frequentemente utilizado pela comunidade para realização de eventos, prática de esportes, convívio social e para os deslocamentos de pedestres pelo bairro.

O Parque é o coração do bairro Conjunto Confisco, ou apenas bairro Confisco. A implantação do bairro, a partir de 1988, é marcada pela organização e mobilização da população, pois surgiu a partir do movimento de famílias sem moradia que lutavam pelo direito à habitação. O Confisco está localizado na regional Pampulha, na divisa com o município de Contagem (FIGURA 2), e possui 4.283 moradores (IBGE, 2010).



**Figura 2: Localização do bairro Confisco na divisão administrativa de Belo Horizonte.**  
Fonte: elaborado pelas autoras, a partir da base da Prefeitura de Belo Horizonte – BH Map (2022)

A realidade do bairro envolve problemas característicos das áreas de periferia das grandes cidades: baixa qualidade de vida, com poucas perspectivas de trabalho, falta de apoio para produção e fruição cultural (VIANA, 2007), além de carência econômica, presença de grupos de tráfico de drogas, uso de entorpecentes em áreas públicas, dentre outros. O Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) do bairro está na menor faixa do município de Belo Horizonte, entre 0,637 e 0,697, sendo que a média municipal é 0,770 (INSTITUTO NOSSA BH, 2021).

#### 4. Construindo cenários sustentáveis por meio do design

Nas últimas décadas, o design passou a ser um instrumento de intervenção social na busca por um cenário desejado, e deixou de ser visto apenas como uma ferramenta ou instrumento, o que levou a ser denominado de “jeito (de pensamento), modo (de produzir), ou processo (de trabalho)” (POMPEU, 2016, p. 48). Sendo assim, o design passou a ser aplicado a fim de gerar “[...] serviços, conexões e redes de encontro para fomentar sonhos possíveis” (MEGIDO, 2016, p. 15).

A ampliação da abrangência de atuação tornou-se possível por meio da abordagem que considera toda a complexidade dos problemas inseridos no contexto em questão, com bastante cuidado, de maneira atencional e interdisciplinar. Na dimensão social, o design é capaz de contribuir na proposição de soluções para os problemas reais da sociedade, que são naturalmente complexos e que demandam construções e ações coletivas. A participação coletiva, envolvendo os atores sociais locais, é um dos elementos que leva a intervenções mais sustentáveis, visto que permite a inclusão de vozes diversas e o entendimento mais profundo da realidade. Nesta perspectiva, o mapeamento de tais atores sociais, assim como de suas interações e conexões, torna-se fundamental.

Para tanto, dentre as várias abordagens do design, o Design Sistêmico (DS) se apresenta como apropriada, visto que busca compreender o contexto (território) de maneira holística, a partir dos fluxos de cada sistema envolvido e de suas relações com o ambiente. A visão sistêmica do todo permite a identificação tanto dos pontos de força (pontos “positivos”) do sistema, como das denominadas “alavancas para mudança” (pontos “negativos”), em áreas que costumam estar fora do foco da análise tradicional (RIZARDI; METELLO, 2022).

Segundo Bistagnino *et al.* (2011), atuar por meio do Design Sistêmico trata-se da capacidade de:

[...] delinear e programar o fluxo (rendimento) de matéria fluindo de um sistema para outro numa metabolização contínua que diminui a pegada ecológica e gera um significativo fluxo econômico; organizar e otimizar todas as partes dentro de um ecossistema para que evoluam coerentemente entre si; acompanhar e gerir, em todas as fases de desenvolvimento do projeto, o diálogo mútuo entre os vários atores neste novo terreno cultural (BISTAGNINO *et al.*, 2011, p. 286)

Neste contexto, Santos *et al.* (2022) ressalta que:

[...] a abordagem sistêmica é alicerçada no “contexto” e edificada pelas “relações”, por meio de “redes”. Nesse sentido, ocorre uma mudança radical no *modus operandi* dos designers: o foco passa dos “objetos” para as “relações”, em outras palavras, altera sua visão mecanicista e linear para uma visão sistêmica, ou holística, e não-linear (SANTOS *et al.*, 2022, p. 123).

Sendo assim, pretende-se aplicar a abordagem do DS, no contexto do poder público. A primeira etapa desta metodologia é a elaboração do Relevô Holístico (BISTAGNINO *et al.*, 2011) que consiste no levantamento detalhado da estrutura em questão, do estudo da interação entre as partes/sujeitos que compõem o sistema, bem como da sua correlação com o território. São analisados os fluxos de matéria e energia (produção, troca e consumo de bens ou serviços) e os relacionamentos ativados (território, órgãos públicos, entidades privadas, fornecedores, usuários e gestores). Com esse mapeamento, são identificados os

pontos críticos do tipo qualitativo e quantitativo do sistema. São aspectos ligados a questões sociais, culturais, ambientais e econômicas do sistema em questão. A partir dessa avaliação, são identificadas as alavancas para mudança (possíveis intervenções de design) para auxiliar na resolução dos problemas identificados.

Um projeto fundamentado na metodologia do Design Sistêmico deve ser orientado pelas seguintes diretrizes: (i) as saídas (resíduos) de um sistema tornam-se insumos (recursos) para outro sistema; (ii) as relações geram o próprio sistema; (iii) os sistemas são autopoieticos, ou seja, suportam e se reproduzem autonomamente; (iv) a atuação é essencialmente local, focada no contexto em que se opera (BISTAGNINO *et al.*, 2011).

Para que o projeto tenha efetividade e contribua para uma transição em direção à sustentabilidade, é preciso conhecer de maneira mais aprofundada os atores do sistema estudado e as interações que se desenvolvem entre eles. Para isso é importante que o pesquisador se insira no território e na realidade social pesquisados. Neste sentido, o designantropologia (IZÍDIO, FARIAS e NORONHA, 2022) apresenta-se como uma abordagem bastante adequada, visto que promove um maior envolvimento entre pesquisadores e pesquisados.

Costard, Ibarra e Anastassakis (2016) afirmam que a aproximação dos dois campos de conhecimento, design e antropologia, pretende responder aos desafios sociais da atualidade promovendo o engajamento exploratório e desconstruindo formas de fazer até então consolidadas:

Nos últimos anos, o *design* incorporou o conhecimento antropológico como parte do processo de pesquisa para uma abordagem etnográfica centrada no usuário, buscando informações mais precisas sobre suas necessidades e experiências. A antropologia, por sua vez, se aproximou do *design* como objeto de análise, a partir da antropologia crítica do *design*, além de o utilizar como inspiração para desafiar os métodos clássicos de trabalho de campo. O *Design Anthropology* surge como uma combinação dos modos de produção do conhecimento, com práticas próprias de pesquisa e posicionamento intervencionista no contexto de atuação (COSTARD, IBARRA; ANASTASSAKIS, 2016, p. 78).

O designantropologia propõe uma nova abordagem para a produção coletiva, na qual haja empoderamento da comunidade e em que todos(as) os(as) participantes sejam convidados(as) a discutir e trazer suas habilidades e ferramentas (NORONHA; ABOUD; PORTELA, 2020). Combina a observação participante - quando o pesquisador, além de observar, também se envolve nas atividades e processos sociais da comunidade - e práticas de design, como jogos, protótipos, provótipos, criação de cenários e simulações. Essas ferramentas de design permitem, ao pesquisador, acessar a imaginação de cada sujeito e de transformá-la em algo concreto, além de considerar o entendimento que as pessoas têm sobre determinado tema e o que desejam. As autoras complementam a discussão com a provocação de que o design participativo também deve criar espaços comuns, democráticos, para a construção de um “*common plan*”, que permita dar nova vida ao passado, refletir sobre o presente, e construir futuros possíveis. Para acompanhar os sonhos e desejos das pessoas são necessárias abordagens que facilitem a reflexão e a conversa. Para tanto, as autoras apresentam o conceito de “*Correspondence*”, considerado como a essência do designantropologia, que é o compartilhar atenção, afeto e tempo com a comunidade pesquisada, demonstrando o cuidado com o outro e levando a mudanças.

Com o uso dessas abordagens e diretrizes, desenvolveu-se a pesquisa no contexto do Parque do Confisco, a fim de delinear intervenções que contribuam para a solução de problemas sociais reais, de maneira sustentável, cujos resultados serão apresentados a seguir.

## 5. Análise dos resultados

A pesquisa teve sua fase de imersão na comunidade do Parque entre os meses de dezembro de 2022 e março de 2023, em que as pesquisadoras participaram de eventos, reuniões comunitárias e foram realizadas 12 entrevistas semiestruturadas com atores identificados durante a pesquisa de gabinete. Nessa etapa foram adotados os princípios do designantropologia para construir uma relação de confiança entre os entrevistados e as pesquisadoras, a fim de que se sentissem confortáveis para exprimir sua opinião, e, principalmente, para que entendessem que a percepção de cada um deles era valorizada e assim exprimirem suas ideias e pensamentos.

As entrevistas evidenciaram vários aspectos, dos quais destacamos: (i) posições divergentes quanto à segurança do espaço, pois para alguns a falta de segurança é um aspecto que impede a visita enquanto outros não a identificam como um problema existente; (ii) o alinhamento de todos à afirmação de que o Parque deve ser ocupado pela comunidade e que a vivência no espaço contribui para a qualidade de vida da comunidade; (iii) a dificuldade de interação entre membros da comunidade, majoritariamente causados por discordâncias políticas e/ou religiosas, conflitos anteriores e vaidade; (iv) a disposição de todos em colaborar com a melhoria do espaço; (v) a existência de projetos no território que podem potencializar benefícios para o Parque e moradores do entorno, mas que encontram dificuldades estruturais, institucionais, de mobilização ou de recursos, sejam humanos, financeiros ou técnicos; (vi) a existência na comunidade de vários grupos culturais e artísticos, além de escolas esportivas e times organizados; (vii) o reconhecimento da interface entre as demandas da comunidade em relação ao Parque e os projetos públicos já existentes que podem ser desenvolvidos no espaço; (viii) a inexistência de previsão de investimento público para o espaço a fim de solucionar as carências e problemas identificados pela comunidade.

Com as informações obtidas, percebemos a existência de diversas variáveis influenciando o uso e gestão do Parque do Confisco. Por isso, decidimos empregar a abordagem do Design Sistêmico, inicialmente elaborada para o setor produtivo, e adaptada para o contexto da gestão pública, conforme apresentam Rizardi e Metello (2022). De acordo com os autores, o sistema é formado pela relação entre os nós, que são as variáveis, ou seja, valores quantitativos ou qualitativos que podem variar para mais ou para menos. Podem ser atores, acontecimentos, fatores etc. As conexões são as relações entre os nós, e representam o aspecto não linear do sistema, pois um nó pode se conectar a um ou vários nós e a outros elementos do sistema, formando uma “rede de relações complexas” (RIZARDI; METELLO, 2022, p. 19). Cada sistema possui ainda uma função, que é o seu objetivo principal, ou seja, o estado de funcionamento desejado.

Para compreender o sistema dos usos e gestão do Parque do Confisco, foi utilizado o Mapa de Relações Causais ou *Causal Loop Diagram* (CLD), no qual é possível visualizar as variáveis/nós e suas relações, além da função do sistema. O sistema possui ciclos de reforço, também denominados de ciclos positivos, que se retroalimentam no mesmo sentido, e ciclos de equilíbrio, ou negativos, que são os que se retroalimentam de forma contrária. No CLD do Parque do Confisco (FIGURA 3), por exemplo, a redução da sensação de pertencimento aumenta os casos de vandalismo, que prejudicam a manutenção do Parque e impactam na presença do público no espaço. Portanto, esse é um ciclo negativo. Já a realização de eventos atrai a população para o espaço, que aumenta a percepção de segurança e a sensação de pertencimento ao espaço, sendo um exemplo do ciclo positivo. A existência desses ciclos promove um equilíbrio dinâmico (RIZARDI; METELLO, 2022).

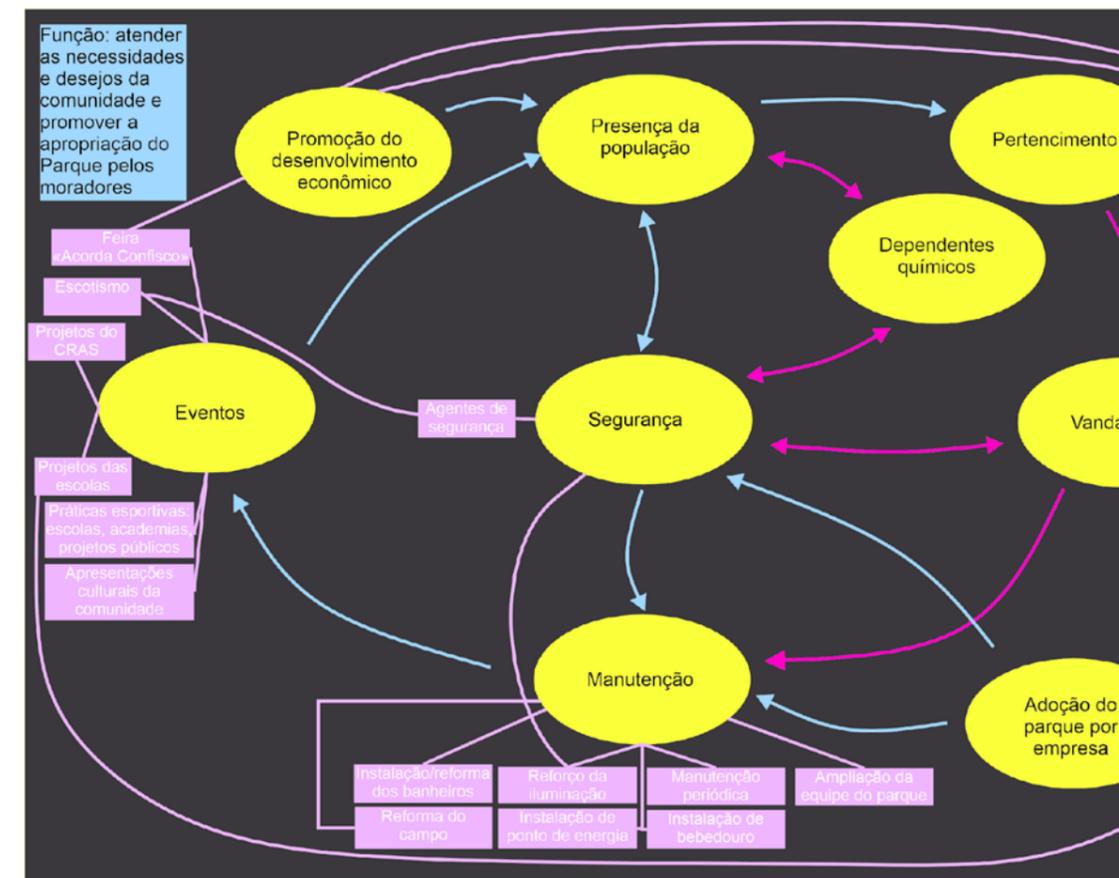


Figura 3: *Causal Loop Diagram* dos usos e gestão do Parque do Confisco. Fonte: elaborado pela

Segundo Rizardi e Metello (2022), é fundamental interromper o ciclo avaliado como problemático. Uma das formas é identificar os pontos de alavancagem, que são oportunidades de intervenção que têm condição de promover melhorias em todo o sistema.

No CLD do Parque do Confisco (FIGURA 3), as variáveis são identificadas pelas elipses amarelas, como eventos, segurança e vandalismo, conectadas pelas setas que mostram o sentido do fluxo de contribuição entre as variáveis. A realização de eventos, por exemplo, aumenta a presença da população, que amplia a sensação de segurança, bem como o aumento da segurança contribui também no sentido inverso, colaborando para atrair mais pessoas para o Parque. As conexões estão identificadas pela cor azul, quando são ciclos positivos, e pela cor vermelha, quando fazem parte dos ciclos negativos. A função desse sistema, destacada no topo da imagem, à esquerda, é atender as necessidades e desejos da comunidade e promover a apropriação do Parque do Confisco pelos moradores.

Em retângulos de cor rosa estão relacionadas as possíveis intervenções para contribuir com a função do sistema. Estas foram identificadas a partir das entrevistas com a comunidade. Cada uma delas está ligada a uma ou mais variáveis com as quais pode contribuir, por linhas da mesma cor.

A partir do CLD dos usos e gestão do Parque do Confisco (FIGURA 3) foi possível identificar dois pontos de alavancagem: (1º) a promoção de eventos, sejam culturais, esportivos ou de promoção econômica, por meio da parceria com órgãos públicos, terceiro setor, instituições de ensino e empresas; (2º) a busca por recursos financeiros, especialmente, para as necessidades de manutenção e infraestrutura, sendo uma das possibilidades a adoção do Parque por uma empresa parceira. Acreditamos que tais variáveis podem causar maior influência sobre o uso e a gestão do Parque e gerar consequências ao longo do sistema afetando como o problema é criado.

A partir dessa visão sistêmica é possível analisar o impacto de cada ação nas demais áreas, contribuindo para a elaboração de um projeto que seja sustentável ambiental, social, econômico e culturalmente.

A pesquisa, ainda em andamento, prevê uma etapa em que os atores sociais serão convidados para apreciar e refletir sobre o sistema e avaliar se ele faz sentido e representa a realidade, e, a partir deste ponto, construir de forma colaborativa a proposta de intervenções no sistema para promover melhorias no Parque e na qualidade de vida da comunidade. Para tanto, serão utilizadas ferramentas de design social e para inovação, ainda a serem definidas, e a abordagem do designantropologia.

Durante a pesquisa de campo, novos atores sociais, conexões e propostas foram surgindo em um fluxo contínuo, que parece ser infinito, bem como dinâmico, visto que novos elementos e acontecimentos alteraram aspectos postos no início da pesquisa. Tal constatação demonstrou que as pesquisadoras devem estar em constante atenção ao território em questão, atualizando a leitura da realidade e adequando as intervenções propostas.

## 6. Conclusão

A abordagem do designantropologia contribuiu significativamente para aproximar as pesquisadoras da população local e do território, delineando a postura e a linguagem adotadas a fim de construir uma comunicação mais sincera, fluida e eficiente. A fase de definição das intervenções deverá também se pautar no designantropologia, pois os objetivos e ações propostos até o momento foram elencados a partir das sugestões e informações coletadas durante a fase de entrevistas e observação participante, sendo fundamentais para o entendimento do sistema. No entanto, para que o projeto a ser delineado tenha sentido e o engajamento da comunidade ocorra, as propostas de intervenção deverão ser definidas a partir de uma construção coletiva, em que todos os atores sejam chamados a participar, verdadeiramente, e em que o gestor público abandone a tradicional posição privilegiada de dominador do conhecimento e de poder, e ocupe um espaço de facilitação e escuta empática dos desejos dos usuários do Parque, sem negligenciar as responsabilidades da função pública que ocupa. É a efetiva aplicação da postura de “*Correspondence*” com a comunidade do Parque para a construção de um “*common plan*” que traga melhora na qualidade de vida e na experiência da população com o espaço, conforme o designantropologia preconiza.

A aplicabilidade da abordagem do Design Sistêmico para a gestão de um parque público provou-se possível e necessária para o ordenamento das informações, por meio da representação gráfica, facilitando a compreensão do contexto do Parque do Confisco. Além disso, fez emergir aspectos antes não visualizados, como o papel deste equipamento na promoção do desenvolvimento econômico do bairro e a vocação do espaço para a prática de atividades esportivas. A metodologia do DS promove a sustentabilidade dos projetos desenvolvidos por meio desta abordagem, pois incita a compreensão do todo e o envolvimento da comunidade, considera e valoriza o saber local e a diversidade dos atores envolvidos.

O *modus operandi* do design que abrange a compreensão do todo, o envolvimento da comunidade, a valorização do saber local, a inclusão de diferentes atores, a potencialização das ações, e a atuação em diferentes temáticas, contribui para elaboração de projetos sustentáveis e resilientes.

O modelo processual do design mostra-se adequado e vantajoso à realidade de gestão do Parque do Confisco, sinalizando que pode ser adotado em outros parques urbanos para que, então, as demandas da sociedade sejam compreendidas, norteiem as atuações do poder público, a elaboração de novas políticas públicas inclusivas, além de contribuir para um contexto de melhoria da qualidade de vida da população, em especial aquelas mais vulnerabilizadas, de sustentabilidade socioambiental, de inovação e de eficiência na gestão pública.

## Referências

BERTALANFFY, Ludwig Von. **Teoria geral dos sistemas: fundamentos, desenvolvimento e aplicações**. Tradução de Francisco M. Guimarães. 6 ed. Petrópolis: Vozes, 2012.



BISTAGNINO, Luigi *et al.* *Design Sistemico: modalità attuative di analisi e progetto*. In.: *Design Sistemico: progettare la sostenibilità produttiva e ambientale*. 2. ed. Itália: Slow Food Editore, 2011, p. 286 - 289.

CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier Luigi. **A visão sistêmica da vida**: uma concepção unificada e suas implicações filosóficas, políticas, sociais e econômicas. São Paulo: Cultrix, 2014.

CARSON, Rachel. **A primavera silenciosa**. São Paulo: Gaia, 2010.

GUIMARÃES, Erika; PELLIN, Angela. **BiodiverCidade**: Desafios e oportunidades na gestão de áreas protegidas urbanas. São Paulo: Matrix, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Belo Horizonte**: panorama. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/mg/belo-horizonte/panorama>. Acesso em: 15 jun. 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Taxa de urbanização**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/apps/snig/v1/?loc=0,0U&cat=-1,1,2,-2,-3,128&ind=4710>. Acesso em: 21 ago. 2022.

INSTITUTO NOSSA BH. **Mapa das desigualdades**: Belo Horizonte e Região Metropolitana de Belo Horizonte - 14 municípios. Belo Horizonte, MG. Disponível em: <https://nossabh.org.br/uploads/2021/06/Mapa-das-desigualdades-da-RMBH-2021.pdf>. Acesso em: 01 ago 2022.

INSTITUTO SEMEIA. **Parques urbanos**: espaços promotores de coesão social. Série Parques & Sociedade, n. 09, 2021c. Disponível em: [http://semeia.org.br/arquivos/parquesesociedade\\_n9.pdf](http://semeia.org.br/arquivos/parquesesociedade_n9.pdf). Acesso em: 20 abr. 2021.

IZÍDIO, Luiz Lagares, FARIAS, Luiza. Duarte de, NORONHA, Raquel Gomes. Reapropriação ontológica por meio de designantropologia: produção de narrativas e subjetividades com as artesãs de Paço do Lumiar, Maranhão. **RChD: Creación Y Pensamiento**, 7(12), 5–22.

JARDIM, Juliano *et al.* **Conjunto Confisco**. Disponível em: <https://www.favelaeissoai.com.br/comunidades/conjunto-confisco/>. Acesso em: 07 abr. 2022.

MEGIDO, Victor (org.). **A revolução do design**: conexões para o século XXI. São Paulo: Editora Gente, 2016, p. 82 - 93.

**METODOLOGIA científica**: guia simplificado para escrever a sua. Disponível em: <https://blog.even3.com.br/metodologia-cientifica-como-fazer/>. Acesso em: 14 jun. 2021.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Roteiro para criação de unidades de conservação municipais**. 2ª ed. Brasília: MMA, 2019. Disponível em: [https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2019/07/Roteiro-para-cria%C3%A7%C3%A3o\\_MMA.pdf](https://www.imasul.ms.gov.br/wp-content/uploads/2019/07/Roteiro-para-cria%C3%A7%C3%A3o_MMA.pdf). Acesso em: 12 dez 2021.

MOL, Natália. **Leitura urbana do bairro Confisco**. Belo Horizonte: Escola de Arquitetura, UFMG, 2019.

NORONHA, Raquel. ABREU, Marcela. Conter e contar: autonomia e autopoiesis entre mulheres, materiais e narrativas por meio do Design Anthropology. **Pensamentos em Design**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 60-75, 2021.

NORONHA; Raquel. ABOUD; Camila de Pádua. PORTELA; Raiama Lima. **Design by means of anthropology towards participation practices**: designers and craftswomen making things in Maranhão (BR). In: Proceedings of the 16th Participatory Design Conference 2020. Manizales, Colombia, v. 01, 2020.

PAPANÉK, Victor. *Design for the real world: human ecology and social change*. 2 ed. Estados Unidos da América: Chicago Review Press, 2005.

PÊGO, Kátia Andréa Carvalhaes, OLIVEIRA, Paulo Miranda de. Design Sistemico: relações entre território, cultura e ambiente no âmbito da Estrada Real. In.: *Strategic Design Research Journal*, v. 7, n. 3, p. 101-109, 2014.

PORTO, Mariana Costard. IBARRA, Maria Cristina. ANASTASSAKIS, Zoy. *Design Anthropology* na transformação colaborativa de espaços públicos. In.: **Estudos em Design**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 3, 2016, p. 76 – 87.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Fundação de Parques Municipais e Zoobotânica**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica>. Acesso em: 03 ago 2022.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE. **Parque do Confisco**. Disponível em: <https://prefeitura.pbh.gov.br/fundacao-de-parques-e-zoobotanica/informacoes/parques/parque-do-confisco>. Acesso em: 12 dez. 2021.

RIZARDI, Bruno. METELLO, Daniela. **Design Sistemico**: abraçando a complexidade no serviço público. Brasília: Enap, Laboratório de Inovação em Governo, 2022.

SANTOS, Tayomara Santos dos; FARIA, Alice Novato Silva de; PÊGO, Kátia Andréa Carvalhaes; NORONHA, Raquel Gomes. Construindo saberes criativos no território da APA do Maracanã: abordagens de design sistemico e *design anthropology*. In: NORONHA, R. G.; CAMPOS, L. F. A.; PÊGO, K. A. C.; SANTOS, A. (Org.) **Comunidades criativas e saberes locais**: design no contexto social e cultural de baixa renda. Curitiba: Insight, 2022. p. 119-144.

VIANA, Maria Luiza Dias. **Dissidência e subordinação**: um estudo dos grafites como fenômeno estético/cultural e seus desdobramentos. 2007. Dissertação (Mestrado em Artes). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.



## Sistema construtivo *wood frame*: uso e assimilação cultural no Brasil

### *Wood frame constructive system: use and cultural assimilation in Brazil*

Noélli Nara de Andrade Rodrigues, mestre, Univ. Estadual de Londrina/Maringá

noellinara@gmail.com

Jorge Daniel de Mello Moura, doutor, Universidade Estadual de Londrina.

jordan@uel.br

Ricardo Dias Silva, doutor, Universidade Estadual de Maringá.

rdsilva@uem.br

#### Resumo

No Brasil a construção civil é um dos setores que mais consome energia e gera resíduos. Diante disso, o uso da madeira tem sido uma alternativa para minimizar esse problema, uma vez que é um material renovável e sustentável. O *wood frame* possibilita alinhar a exploração da madeira e a tecnologia de uma construção ágil e limpa. Apesar do crescente debate para a difusão do uso do *wood frame* no Brasil, o sistema ainda é pouco explorado, por falta de conhecimento da tecnologia, qualificação de mão de obra e por preconceito com o material. Esse trabalho tem por objetivo verificar por meio da revisão bibliográfica e regulamentações o uso do *wood frame*, e compreender os processos de aceitação ou rejeição cultural desta inovação. Pretende-se, com a apresentação das características e benefícios, ampliar as possibilidades de uso dessa tecnologia bem como provocar discussão, difusão e disseminação da mesma.

**Palavras-chave:** *Wood Frame*; sistema construtivo; aceitação Cultural

#### Abstract

In Brazil, civil construction is one of the sectors that consumes the most energy and generates waste. Therefore, the use of wood has been an alternative to this problem, since it is a renewable and sustainable material. The wood frame makes it possible to align the exploitation of wood and the technology of an agile and clean construction. Despite the growing debate for the dissemination of the use of wood frame in Brazil, it is not so explored, due to lack of knowledge of the technology, labor qualification and prejudice with the material. This work aims to verify, through a bibliographic review and regulations, the use of wood frame, and to understand the processes of cultural acceptance or rejection of this innovation. It is intended, with the presentation of the characteristics and benefits, to

expand the possibilities of using this technology as well as to provoke discussion, diffusion and dissemination of the same.

**Keywords:** *Wood Frame*; constructive system; cultural Acceptance

#### 1. Introdução

A relação entre o ser humano e a madeira, como material construtivo, é tão antiga que não existem estudos que consigam mensurar com exatidão a sua origem. Apesar do desenvolvimento tecnológico trazer novos elementos construtivos como os em aço e concreto, a madeira também teve seu uso e suas técnicas aprimoradas, uma delas é o *wood frame* (GRECO,2016).

O sistema *Wood Frame* teve início nos Estados Unidos por volta de 1830, quando um grupo de carpinteiros perceberam que as paredes internas utilizadas dentro de casas com estrutura pesada de madeira eram capazes de formar em si mesmas um sistema de construção (SANT'ANNA,2018).

A partir da revolução industrial de 1850, os novos meios de produção e maquinários de serrarias, possibilitaram o beneficiamento da madeira em formatos padronizados e com menor seção. A introdução de técnicas industrializadas permitiu o barateamento da estrutura e a facilidade na montagem, substituindo a mão de obra especializada em carpintaria por mão de obra comum. Esse sistema construtivo ganhou força após a 2ª Guerra Mundial, pois a facilidade da construção pré-fabricada ajudou a equacionar o problema do déficit habitacional naquele período (PAGE, B.; WALKER, R,1991).

No Brasil, país com dimensões continentais, a maior parte da extensão territorial era coberta por florestas. Assim, naturalmente a madeira abundante, resistente e renovável foi o principal material utilizado nas construções de diversas etnias indígenas espalhadas ao longo do território nacional (SHIGUE,2018).

Porém, somente no final do século XIX, houve o início da ocupação da região oeste no estado do Paraná, feita por migrantes e imigrantes provenientes de diversas regiões e países. A atividade econômica inicial foi a exploração da erva-mate e somente a partir da abertura das estradas, e conseqüente acesso aos equipamentos, é que foram instaladas as primeiras serrarias no estado do Paraná e em Santa Catarina (SILVA, 2010).

Imigrantes alemães trouxeram o sistema construtivo antecedente ao Wood Frame, que era determinado como enxaimel, construção em prateleiras, onde a estrutura consiste em uma trama de madeira aparelhada com peças horizontais, verticais e inclinadas, que em sua construção vão formando paredes estruturadas e encaixadas entre si, processo este difundido na região de Blumenau e outras do interior de Santa Catarina (FUTURENG, 2012).

Somente no sul do país, principalmente no estado do Paraná, a partir do século XIX, é que ocorre um movimento singular de desenvolvimento de uma cultura construtiva em madeira que perdura até 1970. Essa particularidade ocorre principalmente devido a pressa dos



pioneiros em se instalar na região, gerando uma grande demanda para a construção, a disponibilidade de mão de obra qualificada dos imigrantes (ZANI,2013).

A partir da década de 70, essa tecnologia começou a perder espaço no Brasil, devido a inserção maciça das estruturas de concreto e conseqüentes imposições de mercado, enquanto isto, no resto do mundo as estruturas de madeira continuavam evoluindo (MOLINA, J.C., 2010).

Após o esgotamento das reservas florestais naturais na região Sul, ocorre, a migração de empresas para região norte do país visando a exploração da floresta Amazônica. Paralelamente, tem início o plantio florestal, principalmente nos estados do Paraná e Santa Catarina, visando substituir à escassa madeira das florestas nativas. Ambas as movimentações resultaram na produção de novas edificações em madeira, porém com qualidade muito inferior, sendo destinadas principalmente para fins provisórios e para população de baixa renda (OLIVEIRA,2003).

Neste sentido, desenvolve-se a percepção de que a madeira é um material destinado para uso provisório, até a família ter condições de trocá-la por uma construção permanente em alvenaria. (ESPINDOLA,2017).

Diante da concepção da ideia do concreto como material superior, mesmo as construções em madeira erguidas com caráter permanente foram gradativamente desaparecendo, tanto por sua deterioração, resultante da falta de manutenção, como também pela demolição, como parte de um processo de modernização, o que ocorreu de forma bem intensa na década de 1970 (VITRUVIUS, 2017).

No entanto há indícios recentes do que pode ser entendido como o início de uma mudança para o uso do material. Conforme pode ser observado nos dados da Pesquisa Anual da Indústria da Construção (PAIC) de 2011 a 2015, a partir de 2007, houve um expressivo crescimento do mercado imobiliário, em que o valor de incorporação, obras e serviços de construção saltou de R\$103,9 bilhões em 2007 para R\$235,6 bilhões em 2011, resultando em um crescimento de 68% descontados os efeitos inflacionários. Tal crescimento chegou até 2014, onde tal valor chegou ao ápice em R\$322,2 bilhões, tendo retraído significativamente a partir do ano seguinte, quando em 2015 o valor chegou em R\$271,1 bilhões. De acordo com o resultado do próprio.

Segundo a PAIC, o crescimento no período de 2007 a 2014 foi estimulado pelo governo através de diversas medidas, entre elas o aumento dos desembolsos advindos do Banco Nacional de Desenvolvimento (BNDES), criação e investimentos em programas, como Minha Casa Minha Vida e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), e a expansão do crédito imobiliário. Neste cenário de pleno desenvolvimento da construção civil foi criado em 2007 o Ministério das Cidades e o Sistema de Avaliações Técnicas (SINAT), vinculado ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQPH) com o objetivo de garantir a implementação de produtos inovadores no setor da construção civil (BRASIL, 2015).

Entretanto a partir de 2010, o setor iniciou uma transformação positiva impulsionada por ações conjuntas para desenvolver o *wood frame* no Brasil. Os agentes envolvidos no processo dessa inovação estabeleceram estratégias a fim de consolidar a aplicação deste sistema construtivo. E logo nos anos seguintes obtiveram resultados que possibilitaram sua propagação inicial neste território (ESPINDOLA,2017).

A autora afirma ainda, que desde então, novas empresas passaram a atuar com esse sistema inovador em madeira, estimulando a produção de *wood frame* no país. Por exemplo, uma das empresas, entre 2009 até 2016, estimou ter construído, aproximadamente 85.000 m<sup>2</sup> em *wood frame*. Sendo assim, mesmo que em fase inicial, acredita-se que esta produção propiciou desenvolvimento tecnológico ao setor de construção em madeira no país.

Diante do exposto faz-se necessário a produção de trabalhos sobre *wood frame* afim de conhecer a trajetória dos agentes, instituições e mercado, contribuindo no processo de difusão, com a ampliação nas possibilidades de aplicação deste sistema construtivo, bem como provocar a discussão e disseminação da tecnologia que leva a assimilação cultural dessa inovação.

## 2. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos implementados na pesquisa correspondem ao levantamento e cruzamento de dados da literatura científica com dados coletados em fontes primárias (YIN,2001), visando identificar e caracterizar os agentes envolvidos e a sua atuação na cadeia produtiva do *wood frame* e suas iniciativas de promoção ao uso da madeira. A partir disso, busca-se verificar as motivações que impulsionam o desenvolvimento, as limitações encontradas, as perspectivas para o setor e a influência de fatores como a sustentabilidade.

### 2.1 Delineamento da Pesquisa

A pesquisa trata do fenômeno da tendência do aumento do uso da madeira na construção civil que vai ao encontro do número de construções habitacionais em madeira que está, proporcionalmente, cada vez menor que as de alvenaria. Este cenário gera questionamentos como: aceitação pelo mercado, avanços nos estudos, atendimento às normas de conforto ambiental, assimilação do material e aceitação do *wood frame*. E por fim, o objetivo de estudar a madeira por motivos de sua extrema relevância, por se tratar de um material que possui diversas vantagens, além de compreender o por que da dificuldade de assimilação e aceitação do material, visto sua qualidade e o potencial florestal do Brasil.

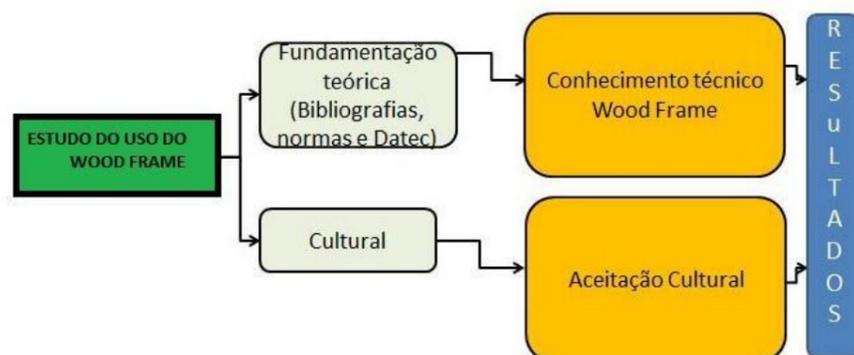


Figura 1: Delineamento da pesquisa. Fonte: elaborado pelos autores.

### 3. Fundamentação Teórica

#### 3.1 O uso da madeira

A madeira é ambientalmente sustentável, sendo considerado o único material de construção civil reciclável, renovável e biodegradável, além de ser um dos produtos que depende de menor energia para a sua transformação (MARQUES, 2008).

Além de considerado um material renovável, ainda atua como estoque de carbono, sendo que as florestas e a madeira passam a atrair mais atenção para esse debate devido ao seu potencial para as reduções das emissões de gases de efeito estufa (GEE)(SHIGUE,2018).

O material é de fácil trabalhabilidade, excelente desempenho térmico (absorve 40 vezes menos calor que a alvenaria de tijolos) e acústico, além de elevada relação resistência/peso, o que faz da madeira um material adequado para a industrialização de elementos no sentido de facilitar o transporte das peças e posterior montagem na obra (MOLINA; CALIL JUNIOR, 2010).

De acordo com Espindola (2017) e Silva (2010), o Brasil, possui potencial florestal e áreas que permitem ampla expansão das florestas plantadas.

Em virtude do potencial florestal, desempenho do material e sua acessível adequação para a indústria, o uso da madeira vem sendo difundido na construção civil e em diversas áreas no país.

Shigue (2018), afirma que é possível verificar um número expressivo de empresas atuantes com a tecnologia em madeira e uma variedade de produtos disponíveis no mercado, com destaque para as tecnologias industrializadas, assim como ações e promoções do uso da madeira.

Para Silva (2010), a reposição florestal é uma preocupação recente. Para fins comerciais, o Brasil iniciou o plantio da Araucária e do Eucalypto Spp. em 1943, e de Pinus Spp. em 1951. Nas décadas seguintes houve uma expansão das áreas plantadas, viabilizando um parque industrial vinculado a atividade florestal.

As regiões Sul e Sudeste concentram grande parte da produção florestal do país. Juntas, elas responderam por 69,6% do valor da produção nacional, impulsionadas, principalmente, pelo setor de florestas plantadas. Minas Gerais continua registrando o maior valor da produção para esse segmento, atingindo R\$ 6 bilhões em 2020, o que significa 32,1% do valor da produção nacional da silvicultura, seguido pelo Paraná, com R\$ 4,2 bilhões (IBGE, 2020).

A demanda por produtos florestais do Brasil (figura 2), de forma geral, cresceu consistentemente nos últimos anos, embora com diferentes taxas por segmentos.

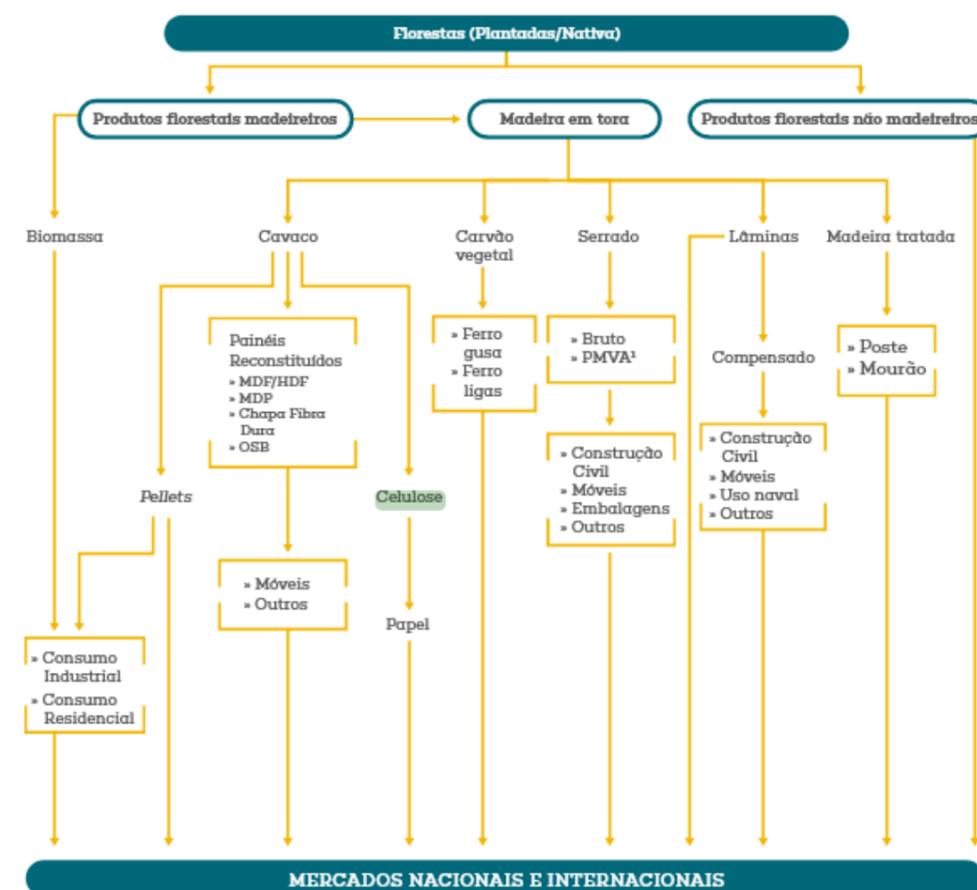


Figura 2: Produtos Florestais no Brasil. Fonte: ABIMCI, 2019.

Os segmentos com maior crescimento de demanda, entre 2019 e 2020 (Figura 3), foram as madeiras em tora e, por meio delas, vários produtos são desenvolvidos, entre eles temos as chapas e a madeira serrada (IBGE, 2020)

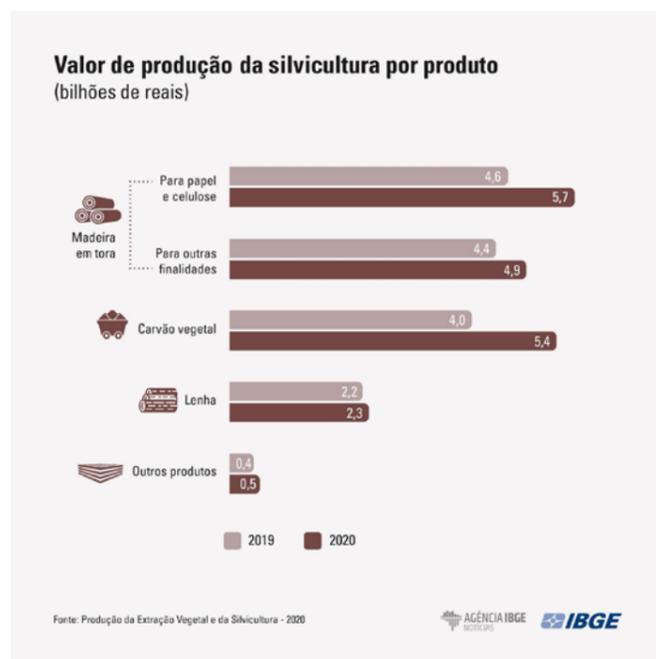


Figura 3: Gráfico do percentual de valor de produção por produto ano 2019 a 2020. Fonte: IBGE, 2020

A partir desses dados, é possível observar que no setor da construção civil brasileira, a madeira se sobressai na área de painéis de madeira, compensados, aglomerados, mdp e mdf, também serrados de pinus e eucaliptos consumidos na construção civil ou na indústria moveleira com matéria prima de plantações florestais.

De acordo com Associação Brasileira da Indústria de Madeira Compensada (ABIMCI, 2019), no país a madeira é um material utilizado em grande escala na construção civil.

### 3.2 A necessidade de Inovação na Construção Civil Brasileira

Espindola (2017), menciona que, em virtude da crise mundial de 2009, o setor madeireiro foi afetado e assim busca se alinhar com o setor da construção civil que mostrava interesse em construir com sistema construtivo *wood frame*. Na sequência, esses agentes se organizam e promovem estratégias para introduzir a tecnologia com maior ênfase.

A comissão Casa Inteligente é criada no estado do Paraná, sendo que essa comissão surge no mesmo momento em que criou-se a Secretária Nacional de Habitação e o Sistema Nacional de Avaliações Técnicas (SINAT), iniciativa do governo federal, responsável por criar diretrizes para que esses sistemas construtivos inovadores possam receber o financiamento da Caixa Econômica Federal, mesmo sem possuírem uma norma específica (BRASIL, 2015).

Neste processo de inovação, o SINAT possibilita a formulação e a publicação de dois documentos principais: Diretriz SINAT e Documento de Avaliação Técnica (DATEc). A primeira Diretriz SINAT elenca requisitos, critérios e métodos para a avaliação técnica de desempenho para produtos e processos inovadores. Por sua vez, o DATEc é elaborado com base nos resultados gerais desses procedimentos de avaliações específicos e determina a concessão para o produto e ou processo inovador (BRASIL, 2007, p.03)

Como resultado desse trabalho de 2009 a 2016, foram aprovados e publicados 11 SINAT's e 31 DATEc's, sendo que destes foram aprovados materiais como gesso, pvc e madeira (PBQP-H, 2016).

A aplicação destas inovações aprovadas foi motivada pela operacionalização do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). A lei nº11997, de 7 julho de 2009, ao instituir o programa habitacional estabeleceu, no artigo 73, que o “uso de novas tecnologias construtivas” seria assegurado nesta produção (BRASIL, 2009). Assim a Caixa Econômica Federal, participante do PBQP-H e financiadora do PMCMV, passou a aceitar as DATEc's emitidas pela SINAT (ESPINDOLA, 2017).

Para a construção em *wood frame* obter o financiamento da Caixa Econômica Federal, ela foi submetida a testes que comprovassem sua conformidade às diretrizes do Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores (Sinat), do Ministério das Cidades. O sistema, importado da Alemanha, precisou ser adaptado ao Brasil e passou por ensaios de desempenho contra fogo, desempenho térmico e acústico, entre outros. As empresas responsáveis pelo empreendimento afirmam também que todas as unidades atendem aos requisitos da Norma de Desempenho - NBR 15.575 (2013) (Construção Negócios – Negócios de Incorporação e Construção, 2013).

Em 2012, com a aprovação do financiamento da Caixa Econômica Federal, a parceria do Governo Federal com a empresa Tecverde possibilitou a construção dos primeiros conjuntos de habitação de interesse social, denominados Morada Nilo e Haganaro. Sendo os primeiros residenciais em *Wood Frame*, atendendo às normas do Programa Minha Casa Minha Vida. Construído em um intervalo de seis meses, o condomínio Nilo é dotado de tecnologia sustentável a seco que utiliza painéis de madeira, sistema homologado pela Caixa e pelo Ministério das Cidades (BRASIL, 2015).

As casas de madeira têm garantia de 10 anos e uma média de durabilidade de 50 anos, o que as colocam em pé de igualdade com uma construção em alvenaria. A construtora K Lass licenciou o sistema criado pela Tecverde, empresa de engenharia de Curitiba (PR), adaptando o método alemão conhecido como *wood frame* (quadro de madeira) para atender às exigências do programa Minha Casa Minha Vida (BRASIL, 2015).

A partir disso, o sistema *wood frame* está aprovado para construções em qualquer parte do território nacional, respaldado pelo Ministério das Cidades, Caixa Econômica Federal e o Programa Minha Casa, Minha Vida.

### 3.3 O Sistema Wood Frame

O *wood frame* é um sistema de construção constituído de estrutura de perfis leves de madeira maciça de pinus spp, contra ventados com chapas estruturais de madeira

transformada tipo OSB (Oriented Strand Board). As chapas de OSB (figura 03) são constituídas de tiras de madeira tratada, orientadas em três camadas cruzadas perpendiculares entre si. Essas tiras de madeira são unidas com resinas e prensadas. A espessura da placa LP OSB a ser utilizada é determinada conforme espaçamento entre montantes e o tipo de revestimento. O mais comum é a utilização de painéis de 11,1 mm nas paredes e telhados e painéis de 18,3 mm para pisos e lajes. A principal função das chapas de OSB é contra ventar estruturas de paredes em construções de até dois pavimentos, além de auxiliar na rigidez da estrutura, compondo diafragmas horizontais na laje de piso (PINI, 2010).



Figura 4: Estrutura em *wood frame* e chapa de OSB. Fonte: Tecverde, 2019.

A tecnologia permite a construção de casas de até cinco pavimentos com total controle dos gastos já na fase de projeto, devido à possibilidade de industrialização do sistema. A madeira é utilizada, neste caso, principalmente como estrutura interna de paredes e pisos, proporcionando uma estrutura leve e de rápida execução, pois os sistemas e subsistemas são industrializados e montados por equipes especializadas, em momentos definidos da obra, e de forma independente (MOLINA, 2010).

Molina (2010) ressalta ainda que a concepção do sistema *wood frame*, em ambiente industrial, reduz significativamente os desperdícios, que são altamente impactantes nos sistemas de construção tradicionais. Em boa parte das casas industrializadas em *Wood Frame* (Figura 04), o único elemento moldado in loco é de fundação. O ganho de produtividade, neste caso, está vinculado também à dinâmica da obra limpa e seca e a facilidade de manuseio dos elementos estruturais (*frames* de madeira) e de fechamento (chapas de OSB e placas cimentícias) que demandam menos esforços dos operários.



Figura 5: Residência em *wood frame*. Fonte: Tecverde, 2016.

Molina (2010) ressalta ainda que a concepção do sistema *wood frame*, em ambiente industrial, reduz significativamente os desperdícios, que são altamente impactantes nos sistemas de construção tradicionais. Em boa parte das casas industrializadas em *wood frame*, o único elemento moldado in loco é o de fundação. O ganho de produtividade, neste caso, está vinculado também à dinâmica da obra limpa e seca e a facilidade de manuseio dos elementos estruturais (*frames* de madeira) e de fechamento (chapas de OSB e placas cimentícias) que demandam menos esforços dos operários.



Figura 6: Residência em *wood frame*. Fonte: Techne, 2008.

A fundação utilizada para a aplicação do *wood frame* é o radier, já que a distribuição das cargas é espalhada e uniforme. Como a estrutura é bastante leve e com cargas distribuídas ao longo das paredes, também se pode utilizar com vantagens a sapata corrida. No piso do primeiro pavimento aplicam-se as técnicas tradicionais da alvenaria (TECHNE, 2008).

Nos pavimentos superiores das casas em *wood frame* são utilizados decks constituídos por chapas de OSB (*Oriented Strand Board*) apoiadas sobre vigas de madeira geralmente com seções retangulares ou I, conforme figura 06, com mesas formadas por madeira maciça ou LVL – *Laminated Venner Lumber* – e alma de OSB ou compensado (MOLINA, 2015).

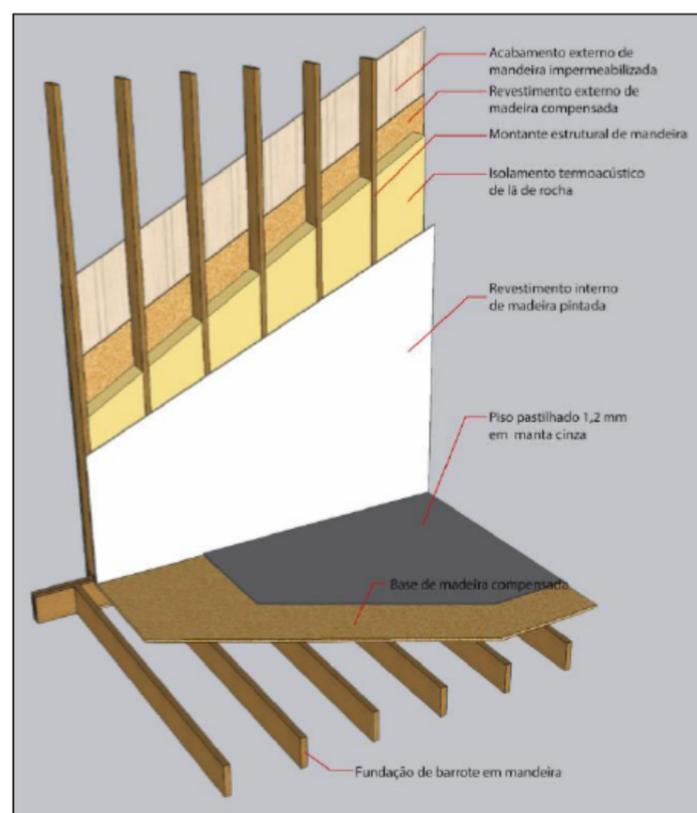


Figura 7: Detalhe parede e piso. Fonte: Tecverde, 2016.

O revestimento tem a função de proteger das intempéries, especialmente ação do sol e da água, e atender requisitos da arquitetura. Sacco e Stamato (2008) afirmaram a existência de vários sistemas para o revestimento das paredes externas, desde *sidings* de madeira—peças sobrepostas em paralelo de OSB, como uma veneziana fechada, também pode-se utilizar tijolo aparente, argamassa armada ou placas cimentícias.

### 3.4 O *Wood Frame* e as Normas Técnicas

Para Calil Junior e Molina (2010) por não existir uma norma brasileira específica, os painéis estruturais em *wood frame* podem ser dimensionados a partir de critérios estabelecidos em normas internacionais, são elas:

- \_ Norma americana WFCM 2001;
- \_ Normas europeias DIN 1052 (1998) e EUROCODE 5 Parte 2 (1997).

Para o dimensionamento das peças estruturais individuais de madeira pode-se utilizar os critérios estabelecidos pela norma brasileira de madeiras - NBR7190.

Atualmente ocorre um movimento com relação criação das normas brasileiras referentes ao sistema *wood frame*. Em Janeiro de 2021, foi colocada em consulta nacional o texto da ABNT NBR 16936 – Edificações em *light wood frame* da norma técnica do Sistema construtivo *wood frame* (ABIMCI, 2021).

Com a apresentação do status e dos conteúdos dos trabalhos realizados pelos quatro grupos de trabalho da norma – Materiais - Desempenho – Execução e Projetos, o encontro teve um avanço importante para a consolidação do texto, cuja expectativa da Comissão é de que nos próximos meses seja enviado para aprovação (ABNT,2021).

## 4. Análises da Assimilação Cultural do *Wood Frame*

Conforme o breve histórico do uso da madeira no Brasil apresentado neste artigo, existem algumas marcas negativas do material que foram enraizadas no decorrer do tempo e da história do uso da madeira na construção civil.

Para Shigue 2018, a questão da dificuldade de aceitação da madeira como material construtivo, devido aos preconceitos associados a mesma. Foram identificados por ele três principais situações associadas ao material, são elas: baixa qualidade e durabilidade, identificação com edificações da população de baixa renda e relação com o desmatamento.

Mallo e Espinoza (2015) afirmam que as iniciativas devem, num primeiro momento, fazer com que as pessoas tomem conhecimento do produto. Já no segundo, é preciso desenvolver confiança nesse produto, que é obtida através de casos de sucesso, ou seja, através da construção de estruturas e edificações utilizando tais tecnologias. Esse é apontado como o principal meio de sua apresentação ao público, demonstrando suas capacidades e potencialidades. O resultado e a repercussão das experiências pioneiras são cruciais e irão servir de referência a diversos outros agentes que estão à espreita.

## 5. Considerações Finais

O presente trabalho teve por objetivo compreender e provocar reflexões e discussões acerca do uso do sistema construtivo em *Wood Frame* e sua assimilação cultural no país.

O estudo teve como abordagem metodológica: a revisão de literatura do Sistema *Wood Frame*. A pesquisa observou o amplo potencial florestal nacional, a partir dos dados coletados sobre a cultura florestal, produção de matéria prima, disponibilidade de mão de obra, regulamentação e o parque tecnológico consolidado. Faz-se necessário reconhecer a vocação florestal brasileira. No entanto, quando se fala de fabricação de produtos de base florestal é notório o atraso do país no emprego da madeira de plantio florestal como matéria prima da indústria.



O setor florestal vislumbra a partir de produtos em madeira engenheirada um novo mercado a ser explorado que ainda oferece a possibilidade de agregar valor à madeira através da industrialização e comercialização, por exemplo, de painéis de CLT ao invés de madeira roliça ou serrada. A industrialização oferece ainda como vantagem ao setor a possibilidade de utilização de peças de madeira de menor dimensão e ou resistência e, portanto, de menor valor comercial, potencializando o custo.

Observa que investir no processo produtivo é fundamental para o desenvolvimento econômico. Assim, em um momento de crise econômica, em 2008, agentes da cadeia produtiva florestal se reuniram para rever prioridades do setor, pensando em estabelecer, mediante um novo mercado nacional, um mercado para a construção em madeira.

Reverendo dados, é notório que o setor florestal teve forte influência na implantação de inovação na construção civil no Brasil, por razões amplamente mais econômicas do que ambientais, apesar de utilizar o discurso do material renovável e sustentável, para a implementação no País.

A avaliação e crítica do processo de implementação de uma tecnologia construtiva devem ser constantemente realizadas, devido às rápidas mudanças que vêm ocorrendo, nas ferramentas de apoio ao projeto, no modo de produção, e nas técnicas construtivas.

No campo do conhecimento, faz-se necessário a continuidade de trabalhos e desenvolvimento não só de ferramentas e normas, mas também de cursos e treinamentos, com iniciativas de capacitação aos profissionais, projetistas e pesquisadores, uma vez que, a cultura de ensino projetual arquitetônica e do desenho no Brasil, ainda é voltada para a alvenaria, tecnologia consolidada no País.

Estes avanços permitem uma maior criatividade e inventividade, bem como promove a rápida incorporação da linguagem tectônica de outras culturas.

A interação do usuário, seus anseios, hábitos, necessidades, são de grande contribuição para a consolidação e disseminação do sistema construtivo *Wood Frame*, pesquisas de satisfação dos usuários com resultados positivos e para o uso do sistema construtivo, pode contribuir para a disseminação, promoção e divulgação do *Wood Frame*. Além de contribuir para amenizar o preconceito com relação a utilização da material madeira na estrutura da habitação.

A identificação de pontos negativos em pesquisas por parte dos usuários e agentes construtores em *Wood Frame*, também lacunas importantes para melhoria do sistema e revisão de técnicas construtivas.

Ainda por ser uma tecnologia recente, sua implantação possui uma baixa aceitação no mercado, inclusive por questões culturais.

Contudo, através de políticas de incentivo e da difusão da tecnologia *wood frame*, os agentes da indústria, setor florestal e instituições tem poder para reverter esse quadro.

## Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 15575: **Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos – Parte 1: Requisitos Gerais**. Rio de Janeiro, 2013

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, ABNT. NBR 7190 – **Projeto de Estruturas de Madeira**. Rio de Janeiro, 1997

APPOLINÁRIO, F. **Metodologia da ciência: filosofia e prática da pesquisa**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MADEIRA COMPENSADA (ABIMCI). Artigo Técnico nº24. **Aplicação da madeira na construção civil**, Curitiba: Fórum Nacional das Atividades de Base Florestal, 2004. 4 f. Disponível em: <[http://www.abimci.com.br/index.php?option=com\\_docman&task=cat\\_view&gid=31&Itemid](http://www.abimci.com.br/index.php?option=com_docman&task=cat_view&gid=31&Itemid)>. Acesso em: 10 mar. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO (ABRAMAT). 2010. **Projeção dos impactos dos investimentos do PAC 2 e do programa Minha Casa, Minha Vida 2 e o papel da desoneração do IPI dos materiais de construção**. Disponível em: <<http://www.abramat.org.br/datafiles/publicacoes/projecaoimpactos-pac2.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. PORTARIA Nº 345: Institui o Sistema Nacional de Avaliação Técnica de Produtos Inovadores e Sistemas Convencionais (SiNAT). **Publicação DOU, nº 218, de 14/11/2016**. Disponível em . Acesso em < 03 de outubro de 2022>

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. 2009. Disponível: <<https://abenc-ba.org.br/>>. Vitória. Acesso em: 3 set. 2018.

CAIXA ECONOMICA FEDERAL. **Sustentabilidade, produtos e serviços**. 2010. Disponível em: <<http://www.caixa.gov.br/sustentabilidade/produtos-servicos/selo-casa-azul/Paginas/default.aspx>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

DE ARAÚJO, V. et al. (2016). Woodframe: light framing houses for developing contries. **Revista de la Construcción**, v.15,nº02

ESPINDOLA, L.R. **O wood frame na produção de habitação social no Brasil**. 2017. 331p. Tese (Doutorado – Programa de Pós – Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2017.

FERNANDES, M. **Agenda habitat para municípios**. Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2003.

FITTIPALDI, M. **Habitação social e arquitetura sustentável em Ilhéus/BA**. 2008. 159 f. Dissertação (Mestrado)– Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus, Bahia, 2009.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO (FJP). **Déficit habitacional no Brasil**. 2016. Disponível em: <<http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/produtos-e-servicos/1/2742-deficit-habitacional-no-brasil-3>>. Acesso em: 2 jan. 2017.

FUTURENG. **Wood Frame**. 2012. Disponível em: <<http://www.futureng.pt/woodframing>>. Acesso em: 20 junho 2019.



GARCIA, S. et al. **Sistema Construtivo Wood Frame**. 2014. Disponível em: <[https://www.imed.edu.br/Uploads/micimed2014\\_submission\\_147.pdf](https://www.imed.edu.br/Uploads/micimed2014_submission_147.pdf)>. Acesso em: 15 jul. 2017

GIL, A. C. Métodos e técnicas de pesquisa social. São Paulo: Atlas, 2006. GLOBALWOOD. **Wood Frame e Steel Frame**. 2015. Disponível em: <[http://www.globalwood.com.br/noticias/wood-frame-e-steel-frame/#.VPiENvnF\\_Bg](http://www.globalwood.com.br/noticias/wood-frame-e-steel-frame/#.VPiENvnF_Bg)>. Acesso em: 23 fev. 2016.

GOVERNO DO ESTADO  
<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/politica-agricola/outras-publicacoes/plano-nacional-de-florestas-plantas.pdf>

GRECO, Leonardo Bonfante. **Wood Frame – A Market Analysis at the City of Londrina - PR**. 2016. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2016.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Síntese de Indicadores Sociais 2020**. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/indicadoresminimos/sinteseindicadores2006/indic\\_sociais2006.pdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/indicadoresminimos/sinteseindicadores2006/indic_sociais2006.pdf)> Acesso em 27 de dezembro de 2021.

JARDIM, MC., and SILVA, MR. **Programa de aceleração do crescimento (PAC): neodesenvolvimentismo?** [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2015, 199 p. ISBN 978-85-7983-743-2. Available from SciELO Books <<http://books.scielo.org>>.

MALLO, M. F. L.; ESPINOZA, O. Awareness, perceptions and willingness to adopt Cross-Laminated Timber by the architecture community in the United States. **Journal of Cleaner Production**, v. 94, 198-210, 2015.

MARQUES, L. E. **O papel da madeira na sustentabilidade na construção**. 2008. 111 f. Dissertação (Mestrado)– Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, Portugal, 2008.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Ministério das Cidades. **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat**. 1996. Disponível em: <[http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp\\_apresentacao.php](http://pbqp-h.cidades.gov.br/pbqp_apresentacao.php)>. Acesso em: 24 jun. 2017.

MINISTÉRIO DAS CIDADES- PBQP-H. Ministério das Cidades. **Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat**. 1996. Disponível em: <[https://pbqp-h.mdr.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/pbqph\\_d1876.pdf](https://pbqp-h.mdr.gov.br/wp-content/uploads/2021/04/pbqph_d1876.pdf)>. Acesso em: 24 jun. 2021.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Programa Brasileiro de Qualidade no Habitat. (PBQPH). **DATEC - 020A - Sistema de Vedação Vertical Leve em Madeira**. 2015. Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/07/datec-020A.pdf>>. Acesso em: 10 jul. 2017.

MOLINA, J. C.; CALIL JUNIOR, C. Coberturas em estruturas de madeira: Exemplos de Cálculo. PINI, 2010. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 2010.

MOLINA, J.; CALIL JUNIOR, C. Sistemas Construtivos em *Wood Frame* para Casas de Madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 143-156, jul./dez. 2010.

OLIVEIRA, C.F. **Autoconstrução em madeira estudo de caso**: Florianópolis. 2003. Dissertação (Mestrado). Escola de engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo, São Carlos. 2003

PAGE, B.; WALKER, R. (1991). From settlement to fordism: the agro-industrial revolution in the American Midwest. **Economic Geography**, 67, Oct 1991

TÉCHNE, edição 140. Editora Pini, São Paulo, Novembro de 2008. Disponível em <<http://techne.pini.com.br/engenhariacivil/140/artigo287602-1.aspx>> Acesso em <10 de janeiro de 2022

SACCO, Marcelo de Freitas; STAMATO, Guilherme Corrêa. Light *Wood Frame* - Construções com Estrutura Leve de Madeira. **Revista Técnica**, São Paulo, n. 140, nov. 2008. Disponível em: <<http://techne.pini.com.br/engenharia-civil/140/artigo287602-3.aspx>>. Acesso em: 23 abr. 2016.

SANT'ANNA, S.S.; MEIRELLES, M.R.C. **Construction Light Wood Frame: The Work of Eric Owen Moss Hayden 3555, Curver City Los Angeles**, Revista arq.urb. 2018, São Paulo, SP, Brasil, e-ISSN: 1984-5766.

SHIGUE, E.K. **Difusão da Construção em Madeira no Brasil: Agentes, ações e produtos**. 2018. 250p. Dissertação Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo) Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2018

SILVA, R.D. **Plantando Casas: Estudo da cadeia produtiva para habitação de interesse social em madeira Pinus spp no Paraná – Brasil**

TECVERDE. **Quem somos**. 2017. Disponível em: <<http://www.tecverde.com.br/a-tecverde/#quem-somos>>. Acesso em: 15 jul. 2017

VITRUVIUS. **Arquitextos Arquitetura em madeira em Santa Catarina** 2017. Disponível em: <<http://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/18208/6717>>. Acesso em: 15 jul. 2018

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001

ZANI, A.C. **Repertório Arquitetônico das Casas em Madeira de Londrina – Paraná**. Londrina, 2005



## Construção Enxuta: estudos em obras com sustentabilidade em Santana do Araguaia-PA

### *Lean Construction: studies on works with sustainability in Santana do Araguaia-PA*

Cláudia Queiroz de Vasconcelos, PhD.<sup>a</sup>, UNIFESSPA/IEA/Engenharia Civil.

claudia.vasconcelos@unifesspa.edu.br

Luana Ester Luz Lopes, UNIFESSPA/IEA/Engenharia Civil.

luanaester@unifesspa.edu.br

Naielly Eudira Almeida dos Santos, UNIFESSPA/IEA/Engenharia Civil.

nayalmeida210@unifesspa.edu.br

Anderson Abreu Moreira, UNIFESSPA/IEA/Engenharia Civil.

andesonmaranhao@gmail.com

Ananda da Silva Feitosa, UNIFESSPA/IEA/Engenharia Civil.

asfeitosa1996@gmail.com

### Resumo

Este artigo apresenta resultados parciais de pesquisa sobre os benefícios do sistema construção enxuta a partir de estudos em obras com sustentabilidade em Santana do Araguaia, Pará. A pesquisa permitiu uma análise focada nos impactos positivos considerando as empresas que atuam no mercado construtivo da região sul do Pará. O estudo sobre a aplicabilidade do sistema construtivo enxuto dispõe de uma abordagem breve da sustentabilidade na Engenharia Civil e Arquitetura. O desenvolvimento deste estudo ocorreu mediante estudo de caso, entrevistas, aplicação de questionário e coleta/análise de dados de empresas. O trabalho faz uma leitura estruturada da realidade local diante do sistema construção enxuta, que consiste em otimizar a produtividade das obras, desde o planejamento até a sua execução.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Construção; Construção Enxuta; Engenharia Civil; Arquitetura.

### Abstract

*This article presents the benefits of the lean construction system from studies on works with sustainability in Santana do Araguaia, PA. The research allowed an analysis focused on the positive*

*impacts considering the companies that operate in the construction market in the southern region of Pará. The study on the applicability of the lean building system also has a brief approach to sustainability in civil engineering and architecture. The development of this study took place through bibliographical research, interviews, application of a questionnaire and collection/analysis of data from companies. The work makes a structured reading of the reality of the southern region of Pará in the face of the lean construction system, which consists of optimizing the productivity of works, from planning to execution.*

**Keywords:** Sustainability; Construction; Lean Construction; Civil Engineering; Architecture.

### 1. Introdução

Segundo Agopyan e John (2011), atualmente a palavra sustentabilidade tem sido utilizada “em diversos contextos e de modo indiscriminado como um radical sinônimo de modismo, marketing e certificação de qualidade construtiva”. De modo que se observa a superficialidade da real preocupação com o que de fato significa ser sustentável, assim como o porquê de nos últimos anos ter ocorrido um crescente uso do termo nos mais variados meios de comunicação para alavancar o potencial das edificações no mercado imobiliário.

Para Corrêa (2009), pode-se inferir que sustentabilidade nada mais é que o modo de vida ou do viver de uma sociedade, um grupo ou um sistema, no qual possui as condições necessárias de manter vivo ou em funcionamento utilizando seus próprios recursos. Essa visão global de sustentabilidade faz com que na atualidade, seja uma palavra frequentemente mencionada, e relacionada a mitigação das consequências climáticas de constante ingerência dos recursos naturais mundiais.

As diferentes consequências da falta de sustentabilidade no ambiente construído e os níveis de gravidades permite mensurar realidades que sofrem ou não respondem a demandas adversas para que tenham sido projetadas. Dessa maneira, aos projetistas e aos profissionais responsáveis pela execução da obra cabe a cooperação para a melhor tomada de decisão considerando as especificidades climáticas, responder às catástrofes naturais, falta de recursos, aquecimento global, desaparecimento de espécies, surgimento de doenças, má qualidade do ar e recursos naturais, dentre outros.

Neste trabalho busca-se contextualizar a sustentabilidade na construção do município de Santana do Araguaia, na região sul do Pará. A sustentabilidade na construção civil considera a previsão de planejamento de ações antes, durante e após a finalização da construção da edificação em si, em que se observa a fase de uso, manutenção e a sua demolição após o término de sua vida útil.

Para Severiano (2021), a implementação da construção enxuta implica no uso de sistemas e técnicas com sustentabilidade para a realização de ações eficazes que potencializam efetivamente a viabilidade da redução de impactos negativos no meio ambiente, de modo a proporcionar uma boa qualidade de vida para as atuais e futuras gerações.

As construções consideradas sustentáveis, a partir da literatura consultada, serão detalhadas considerando a especificação de técnicas utilizadas com maior enfoque no sistema Construção

Enxuta. Esse sistema permite, diferentemente da construção convencional, a otimização, seja no tempo, no processo ou no trabalho.

O artigo está estruturado em compreender primeiramente contextos e conceitos do uso do termo sustentabilidade na construção e suas analogias, para que na sequência seja compreendido o sistema Construção Enxuta. Essa etapa de fundamentação do estudo permite as análises mais precisas dos estudos de caso, da coleta de dados, aplicação do questionário, bem como análise e discussão de resultados da pesquisa.

## 2. A Sustentabilidade e o Sistema Construção Enxuta

Segundo Almeida e Picchi (2018), a relação do Sistema Construção Enxuta com a Sustentabilidade pode favorecer o ambiente construído com índices maiores de construção verde. Ou seja, projetos e construções mais conscientes, observando os três níveis sustentáveis, o econômico, o ambiental e o social/cultural.

O Sistema Construção Enxuta possui ferramentas que proporcionam a sua aplicação nos processos construtivos com a aplicação simplificada e padronizada. As ferramentas mais comuns utilizadas são, o *Kanban*, o *Last Planner* e o *Andon*, que auxiliam na implementação desse sistema de modo mais eficaz no mercado construtivo.

O sistema *Kanban* consiste na utilização de cartões coloridos na função de representar as informações por meio de planilhas. Esse sistema foi desenvolvido e implantado por empresas japonesas, para possibilitar a obtenção do controle de materiais utilizados, com a indicação do fluxo de produção, simplificando etapas para evitar atrasos nos mais diversos setores (SANTOS *et al*, 2020). Vale ressaltar que as diferentes cores dos cartões revelam informações quanto à situação de determinado material no estoque, conforme pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1: Controle de estoque tipo *Kanban*.

CONTROLE DE ESTOQUE			DATA: _____		
MATERIAL	UNID.	CONSUMO DIÁRIO	ESTOQUE MÍNIMO	ESTOQUE ATUAL	SITUAÇÃO
Areia	m <sup>2</sup>	-	-	-	
Bloco Cerâmico 09x19x19	und.	990	5.000	4.000	
Cal	sc.	-	-	-	
Cimento	sc.	-	-	-	
Ferro	Kg	200	1.000	1.000	
Fiação	m	-	-	-	

Fonte: adaptado de Souto Filho (2017).

No Quadro 2 está disposto um modelo da ferramenta *Last Planner* para acompanhamento do planejamento de execução da obra. Essa ferramenta permite a simplificação das etapas de

trabalho, facilitando a visualização de diferentes dados para o desenvolvimento e finalização da obra, como por exemplo, etapa, local de execução, equipe responsável, prazo, realização e situação (OLIVIERI; GRANJA; PICCHI, 2016). A organização dessas informações permite melhor controle e acompanhamento das fases e antecipação de pontos críticos, com resposta imediata para a melhor solução dentro do possível e limitações do mercado construtivo.

Quadro 2: Planejamento de curto prazo, *Last Planner*.

Item	Pacote de trabalho	Local			Equipe	Responsável		Status	Dias da semana							% Realizado	Causas atraso / sucesso	
		Torre	Pavto	Unidade		Empresa	Mestre		9	10	11	12	13	14	15			
									S	T	Q	Q	S	S	D			
1	Grateamento das avenárias	A	3	31 e 32	Oficial 1 Ajud 1	A	Arthur	Prev.	█								100,00%	Sucesso
2	Colocação da escada pré-moldada	A	3		Oficial 1 Ajud 1	A	Arthur	Prev.	█								100,00%	Sucesso
3	Montagem do escoramento da laje	A			Oficial 1 Ajud 2	B	João Paulo	Prev.		█							100,00%	Sucesso
4	Montagem de laje pré-moldada	A	3	-	Oficial 1 Ajud 1		João	Prev.		█							100,00%	Sucesso
5		A	3	-	Oficial 1 Ajud 1			Prev.		█							100,00%	Sucesso
6		A	3	-	Oficial 1 Ajud 1	D	Márcio	Prev.		█							90,00%	material
7		A	3	-	Oficial 2 Ajud 2	C	Paulo	Prev.			█						70,00%	Predecessora
8		A	4	41 e 42	Oficial 2 Ajud 2	A	Arthur	Prev.				█					50,00%	Predecessora
9	Montagem da proteção periférica	A	8	fachadas 1 e 2	Oficial 1 Ajud 2	A	Arthur	Prev.					█				50,00%	Chuva

Fonte: Olivieri, Granja e Picchi (2016).

No Quadro 3 pode-se observar as diferentes cores de cartões que retratam condições diversas da produção ou do andamento do cronograma de obras. O ideal é que a planilha desse fluxo de desenvolvimento seja atualizada no decorrer de cada etapa da obra, e não somente após sua conclusão, possibilitando evitar que importantes informações sejam esquecidas ou que passem despercebidas, causando complicações ou falhas de execução construtiva (OLIVIERI; GRANJA; PICCHI, 2016). Também é possível observar a relação direta do código das cores com as cores do semáforo de trânsito para o direcionamento do fluxo de serviços, tarefas e atividades no decorrer da obra.

Quadro 3: Modelo de planilha *Andon Lean*.

CÓDIGO DE CORES	CONDIÇÃO	AÇÃO
Verde	Produção normal	Prossiga para o próximo passo.
Amarelo	Problema aparente	O problema não pode ser identificado, precisa de uma investigação.
Vermelho	Produção parada	A operação precisa da verificação do supervisor.

Fonte: elaborado pelos autores.

Na sequência o trabalho dispõe de uma breve contextualização da sustentabilidade na construção e o sistema Construção Enxuta. Vale ressaltar que ao mercado construtivo cabe o comprometimento por construções mais conscientes, organizadas e, conseqüentemente, de menor custo e com um impacto positivo ao meio ambiente.

## 2.1 Sustentabilidade na Construção

Para Kurek *et al* (2013), a sustentabilidade pode ser entendida como ações práticas que impactam de modo positivo o meio ambiente. O Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais da USP, em seu Laboratório de Sustentabilidade (LaSSu), afirma que o termo sustentável provém do latim *sustentare*, com os seguintes significados: sustentar, defender, favorecer, apoiar, conservar e cuidar.

Os impactos positivos dizem respeito ao atendimento das necessidades da sociedade, considerando substituir o uso de recursos naturais com fontes esgotáveis, por materiais alternativos ou o uso de forma consciente. Essas boas práticas de sustentabilidade na construção não só são necessárias como podem trazer vantagens para o construtor ou o proprietário, através de incentivos fiscais, por exemplo. A partir dessas premissas, para um empreendimento ser considerado sustentável a longo prazo, devem ser aplicadas algumas práticas, como pode ser observado no Quadro 4. Essas diretrizes permitem o estabelecimento de um *check list* simplificado para a compreensão e a valorização do cumprimento de requisitos que impactam de modo positivo o meio ambiente.

Quadro 4: Síntese de diretrizes da sustentabilidade.

N.	DIRETRIZES	DESCRIÇÃO
01	Materiais sustentáveis	Uso de materiais sustentáveis, com fonte de origem certificada, como por exemplo, a madeira de florestas plantadas e painéis de fibra de coco.
02	Eficiência energética	Uso de painéis solares, elementos construtivos que favoreçam a iluminação natural para reduzir o consumo de energia.
03	Sistemas de reuso de água	Implementação de sistemas de reuso de água, como por exemplo, a construção de cisterna para captação da chuva, direcionada ao atendimento do sistema de irrigação.
04	Redução de desperdícios	Torna possível a economia de custos e recursos da construção, sendo que a construção enxuta pode ser considerada uma prática com esse atributo.
05	Isolamento térmico	Auxilia na redução do consumo de energia, para que os edifícios fiquem menos expostos às variações de temperatura.

Fonte: Santos *et al* (2020).

A sustentabilidade na construção busca a preservação do meio ambiente natural, assim como, o uso racionalizado dos recursos não renováveis. Essa matemática de uso otimizado dos recursos permite a melhor análise de critérios desde a especificação de materiais até a viabilidade dos processos construtivos.

As práticas construtivas preocupadas e comprometidas com o meio ambiente, bem como os clientes que possuem essa demanda em particular, permitem a consolidação de aspectos da sustentabilidade no mercado construtivo. Dessa maneira, toda ação direcionada às mudanças que transformam a maneira de viver em sociedade, particularmente a cultura da construção, desde as pequenas ações até as de média e grande escala, como por exemplo, a especificação de materiais sustentáveis, podem reduzir o impacto negativo das construções, na geração de resíduos, assim como o descarte inapropriado que comprometem não só o entorno imediato, mas como a cidade.

## 2.2. Sistema Construção Enxuta

O sistema Construção Enxuta, permite uma produção mais limpa e com celeridade, que foi desenvolvido na década de 1940 pela Toyota. Esse sistema busca a simplificação e a otimização da construção a partir de processos padronizados e uso de materiais pré-fabricados, observando o sistema de encaixe e conexões para a minimizar desperdícios e aumentar a produtividade. As operações mais simplificadas de atividades e de tarefas permitem o aumento da eficiência e da eficácia do processo produtivo como um todo (CONSONI, 2004).

Para Howell (1999) a implantação da Construção Enxuta permite um novo caminho para o gerenciamento do mercado construtivo, considerando princípios e implicações nas relações comerciais, empresariais, de construtoras e de empreiteiras. Desde a concepção de projetos até o planejamento e controle de técnicas deve-se considerar a redução de desperdícios, melhorando assim a confiabilidade dos fluxos produtivos, conforme a Figura 1.



Figura 1: Benefícios da Construção Enxuta. Fonte: elaborado pelos autores.

As discussões sobre inovações no setor de construção, assim como no canteiro de obras, permitem uma reestruturação da organização e do planejamento da obra de modo mais eficaz. A logística de produção do mercado construtivo ainda é relativamente precária, considerando que o setor continua um potencial produtor de resíduos sólidos no mundo, o que vai ao encontro da necessidade de investir em processos produtivos mais enxutos e com menos desperdícios (NUNES *et.al.*, 2022).

A política de gestão da Construção Enxuta é possível somente durante algumas fases do empreendimento, que por vezes encontram-se sem continuidade ou cooperação entre as partes ou equipes de trabalho. Nas obras com esse sistema construtivo observa-se a divisão de etapas, que pode ser classificada na disposta no Quadro 5.

Quadro 5: Síntese de diretrizes da sustentabilidade.

N.	DIRETRIZES	DESCRIÇÃO
01	Planejamento	Análises das etapas da obra, podendo sofrer mudanças antes mesmo da execução, observando o orçamento limite, as características da obra, os tipos de profissionais e a qualidade de mão de obra.
02	Mão de obra	A mão de obra qualificada ou especializada, considera profissionais que executam as atividades em menor tempo e oferecem qualidade no resultado final.
03	Materiais	A qualidade, durabilidade, segurança, resultado estético satisfatório, menor desperdício e, conseqüentemente a redução de custos.
04	Fornecedores	Os bons fornecedores oferecem segurança, cumprem os prazos e asseguram negociação em um possível problema relacionado à compra.

Fonte: elaborado pelos autores.

Segundo Consoni (2004), na Indústria Automobilística, a produção enxuta é adotada com sucesso, pois todo o processo é largamente dependente da integração e cooperação entre as áreas funcionais, de maneira que a empresa procura sempre exercer suas atividades de maneira paralela, evitando o sequenciamento e detecção de possíveis falhas somente ao final do processo.

### 3. Procedimentos Metodológicos

O presente artigo consiste em uma pesquisa aplicada a partir de estudos de caso sobre como a sustentabilidade na construção, especificamente o sistema Construção Enxuta pode influenciar o mercado construtivo em uma cidade de pequeno porte. O objetivo do estudo foi dispor de uma análise dos impactos positivos desse sistema construtivo, apresentando os benefícios relacionados as edificações, a partir da perspectiva dos construtores, representante do panorama do mercado construtivo da região sul do Pará.

A análise quantitativa da pesquisa foi realizada no município de Santana do Araguaia-PA, considerando o eixo de atuação do *Campus* de Santana do Araguaia da UNIFESSPA, mediante o curso de bacharelado de Engenharia Civil. Os procedimentos adotados foram entrevistas semiestruturadas e aplicação de questionário *online* para mapeamento e compreensão da perspectiva dos construtores.

As questões foram direcionadas às construtoras que adotam ambos os sistemas construtivos, o convencional e o enxuto, para que os entrevistados tivessem o conhecimento e a prática de ambos os processos produtivos, possibilitando o comparativo dentre os processos, os mais simplificados e com menos desperdícios.

No Quadro 6 pode-se observar a equivalência de indicadores, conceitos e desempenho adotados neste trabalho, que trata de estudo piloto de Projeto Final de Curso (PFC) de Engenharia Civil, do Instituto de Engenharia do Araguaia (IEA). A sistematização dos dados buscou a padronização e a automação de planilhas para a geração dos resultados.

Quadro 6: Equivalência de indicadores, conceitos e desempenho da construção.

INDICADOR	CONCEITO	DESEMPENHO	SITUAÇÃO
1	Muito Baixo	Muito Precário	Muito precariamente adequado
2	Insuficiente	Precário	Precariamente adequado
3	Regular	Parcial	Parcialmente adequado
4	Bom	Adequado	Atende aos requisitos
5	Excelente	Supera	Atende plenamente as expectativas

Fonte: elaborado pelos autores.

Este trabalho permitiu quantificar e sistematizar os dados obtidos conforme os critérios, de caracterização da realidade local diante do sistema Construção Enxuta, possibilitando a análise de impactos positivos e negativos ocorridos no decorrer do processo de construção. O

procedimento enfatizou as práticas inovadoras que buscam minimizar falhas, bem como, proporcionar a implantação de boas práticas a serem utilizadas para execução do ambiente construído.

#### 4. Resultados e Discussões

##### 5.

A sustentabilidade na construção com enfoque na construção enxuta possibilitou a fundamentação de um estudo voltado para uma análise de mercado na região sul do Pará, em construtoras que atuam no mercado local de Santana do Araguaia-PA. O procedimento adotado viabilizou a sistematização de um comparativo entre as construções que utilizam o Sistema Convencional e o Construção Enxuta, observando suas etapas e atributos.

A produção de resíduos na construção é facilmente aceita pela sociedade, porém com a mudança de paradigmas e na atual conjuntura, parte da população e empresas tem alterado sua visão sobre o assunto. Outra questão que passou a agregar valor foi o quesito de sustentabilidade e o quanto o ambiente construído pode ser considerado sustentável comparado a ineficiência das obras do mercado construtivo.

A otimização e a celeridade da obra também podem ser consideradas quesitos de impacto positivo para a determinação do sistema construtivo, ou seja, o desperdício, mais de tempo que de material. A questão de desperdício de material e o volume da produção de resíduos, ainda, permanece recorrente no mercado local de construção, com impacto negativo.

O comprometimento com a redução de resíduos sólidos ou o seu devido descarte, ainda é uma meta que se faz necessária para a gestão, licenciamento e fiscalização das obras. Nessa perspectiva da construção verde também reforça as potencialidades do meio ambiente, considerando a redução do consumo de recursos, limitar as emissões de gases e diminuir a nível de ruídos e poluição.

O Quadro 7 apresenta resultados parciais da pesquisa, observando uma escala de 1 a 5, que busca dimensionar de modo quantitativo os níveis do sistema Construção Enxuta, considerando atributos relacionados as principais causas de atraso de obras no mercado construtivo. De modo que, dentre os atributos com menor performance constam os seguintes: projeto, assim como aquisição e qualidade de material, considerando o mercado local de Santana do Araguaia-PA. A logística dos fornecedores de materiais compreende o circuito Paraíso do Tocantins-TO, Palmas-TO e Brasília-DF, de acordo com o eixo econômico geográfico, de maior proximidade do município e a viabilidade para as construtoras.

Quadro 7: Resultados dos níveis de Construção Enxuta.

N.	ATRIBUTO	INDICADOR					CONCEITO	DESEMPENHO
		1	2	3	4	5		
01	Treinamento						Excelente	Supera
02	Planejamento						Excelente	Supera
03	Padronização						Excelente	Supera
04	Equipamentos						Regular	Parcial
05	Parada para manutenção						Regular	Parcial
06	Projeto						Insuficiente	Precário

07	Execução						Excelente	Supera
08	Aprovação e licenciamento						Regular	Parcial
09	Aquisição do material						Insuficiente	Precário
10	Qualidade do material						Insuficiente	Precário
11	Quantidade de material no canteiro						Bom	Adequado
12	Processo de trabalho						Regular	Parcial
13	Prazo de construção						Regular	Parcial
14	Retrabalho						Bom	Adequado
15	Entrega da obra						Regular	Parcial

Fonte: elaborado pelos autores.

Essa amostra dos principais sistemas construtivos adotados no mercado local de Santana do Araguaia-PA. As imagens retratam o Distrito de Barreira de Campos, que apresenta diferentes obras, com processos distintos, porém de uma mesma construtora, como pode ser observado no Quadro 8. Nesses sistemas de construção também se verificou a diferença de usos, demanda do cliente e de teto orçamentário.

Quadro 8: Sistemas construtivos: Convencional e Construção Enxuta.

SISTEMA	CONVENCIONAL	CONSTRUÇÃO ENXUTA
IMAGEM		
SÍNTESE	Trabalhadores atuando em obra com sistema convencional de alvenaria.	Trabalhadores atuando em obra com sistema Construção Enxuta.

Fonte: elaborado pelos autores.

O ponto chave do sistema Construção Enxuta está na identificação de atividades que não agregam valor ao produto final, ou seja, de etapas que geram desperdícios e erros recorrentes que podem ocasionar o retrabalho. Esse sistema analisa os processos que causam prejuízos à construção, os pontos críticos, a fim de eliminar ou minimizar a sua influência no produto final. No Quadro 9 estão dispostos seus principais benefícios observados na etapa de coleta de dados da pesquisa, na perspectiva dos construtores.

Quadro 9: Síntese de principais benefícios da construção enxuta.

N.	BENEFÍCIOS	DESCRIÇÃO
01	Redução de desperdício	Uso de tecnologias que calculam a quantidade de materiais em uma obra, com a otimização dos processos para a organização do canteiro de obras. Essa redução de desperdício vai além dos

		materiais ou diminuição dos resíduos, mas também considera o tempo e a mão de obra.
02	Inovação e reaproveitamento de materiais e processos	Permite a identificação e análise de diversos materiais e fornecedores, bem como estimula a pesquisa e uso de sistemas vernaculares.
03	Aumento da produtividade	Otimiza a produtividade considerando a crescente quantidade de trabalho realizado num determinado tempo reduzido. Ressaltando a premissa de produzir mais em menos tempo, sem afetar a qualidade final do produto.
04	Logística e transporte	Mapeamento de possíveis problemas, considerando rotas, mobilidade e acessibilidade da entrega de materiais nas diferentes frentes de trabalho, considerando o cronograma de atividades, bem como evitar a precariedade das condições de deslocamentos.
05	Redução de custos	Pode ser consequência da redução de desperdícios e do aumento da produtividade, de modo direto os recursos humanos, os materiais e o tempo de finalização da obra.
06	Redução de variabilidade	Estabelecimento de critérios de produção e padrões para se atingir o mesmo nível de qualidade, considerando o fluxo de trabalho, para que seja contínuo e previsível.
07	Cumprimento de prazos	Acompanhamento e controle na execução das etapas da obra, considerando que o mais comum é que não fique pronta dentro do prazo estabelecidos no projeto.
08	Simplificação de processos	Automatiza etapas, reduz o desperdício de tempo, qualificação da mão de obra e eliminação de atividades desnecessárias. Essa redução do tempo gasto na obra pode viabilizar o cumprimento de prazos.

Fonte: elaborado pelos autores.

Dessa maneira, o estudo permitiu uma análise quantitativa parcial dos sistemas construtivos adotados no mercado imobiliário santanense. Nesse município observa-se a transição do sistema construtivo adotado por construtoras que tem substituído, de modo gradativo, a alvenaria convencional pelo sistema Construção Enxuta. O estudo também observou aspectos de mão de obra e uso de materiais inovadores tem potencializado a aceitação da comunidade, que a princípio tinham receios e desconfianças quanto a durabilidade e seu desempenho, por estarem mais familiarizados com o sistema convencional.

## 6. Considerações Finais

A pesquisa possibilitou uma reflexão crítica da realidade de Santana do Araguaia-PA relacionado ao mercado construtivo, relacionado ao sistema Construção Enxuta. O estudo

apresentou resultados parciais de construções que utilizaram esse sistema em particular. No decorrer da aplicação do questionário foi identificado que o controle de estoque trata de um ponto crítico, que requer ajustes criteriosos, tanto na especificação de quantitativo de materiais, quanto às frentes de trabalho.

Diante disso, considerando o estágio inicial do sistema no mercado local e o contexto de empresas pioneiras que têm se aventurado às novas prerrogativas, dotadas de inovação tecnológica, foi possível observar que ainda assim o sistema Construção Enxuta proporciona bons indicadores. Dessa maneira, constatou-se que sua aplicação proporciona melhorias e reduz desperdícios na execução de obras. O fluxo das etapas construtivas assegura uma sustentabilidade, com vantagens e viabilidade econômica aos construtores e proprietários.

A Construção Enxuta comporta premissas da sustentabilidade, pois considera questões de previsão e redução de desperdícios a fim da obtenção de impactos positivos no setor construtivo, na sociedade e no meio ambiente. A sustentabilidade na construção por vezes se mostra atrelado apenas a parte teórica e de fundamentação conceitual dos projetos para o licenciamento das obras. Vale ressaltar, que dentre as limitações do trabalho, consta a não avaliação da perspectiva dos proprietários ou usuários finais dos imóveis construídos a partir desse sistema. Portanto, dentre a perspectiva dos construtores o sistema apresenta soluções com viabilidade técnica e econômica, que permite a construção com impacto positivo ambiental, responsabilidade social e econômica.

## Agradecimentos

A equipe de trabalho do Escritório Modelo de Engenharia Civil (EMEC) e do Programa de Educação Tutorial da Engenharia Civil (PET/ECV); ao Grupo de Pesquisa Paisagem Urbana e Sistemas Construtivos (PUSC); a UNIFESSPA que disponibilizou bolsas mediante os seguintes editais: PIBIC/FAPESPA-2023, PIBITI/FAPESPA-2023, PIBIC/PNAES-2022, PIBITI/ PNAES-2022; a FAPESPA pelo apoio financeiro categoria internacional; a FUNAPE pelo convênio firmado e apoio de gestão financeira; e as construtoras participantes do trabalho.

## Referências

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. Org. José Goldemberg. São Paulo: Bucher, 2011.

ALMEIDA, E. L. G. de; PICCHI, F. A. Relação entre construção enxuta e sustentabilidade. **Ambiente Construído**. Porto Alegre, v. 18, n. 1, p. 91-109, jan./mar. 2018.

CONSONI, F. L. **Da tropicalização ao projeto de veículos**: um estudo das competências em desenvolvimento de produtos nas montadoras de automóveis no Brasil. Campinas, SP. 2004. Tese (Doutorado). UNICAMP.



CORRÊA, Lázaro Roberto. **Sustentabilidade na construção civil**. Escola de Engenharia – Departamento de Engenharia de Materiais e Construção – Curso de Especialização em Construção Civil. Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais, 2009.

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO E SISTEMAS DIGITAIS DA USP. Conceituação. São Paulo: LASSU, s/a. Disponível em: < <https://bit.ly/3Gz7d5c>>. Acesso em: 11 jan 2023.

HOWELL, G. What is Lean Construction. **In Annual Conference of the International Group for Lean Construction**, 7, 26-28 Jul, 1999. Berkeley (CA).

KUREK, Juliana. PANDOLFO, Luciana M. PANDOLFO, Adalberto. RINTZEL, Rodrigo. TAGLIARI, Leandro. Implantação dos princípios da construção enxuta em uma empresa construtora. **Revista da Arquitetura da IMED**, v.2, n.1, 2013, p. 20-36, ISSN 2318-1109.

NUNES, Patrick Martins. **Aplicabilidade do Sistema Lean Construction na indústria da construção civil**. Trabalho final de curso em Engenharia. Centro Universitário Ritter dos Reis. Porto Alegre, 2022.

OLIVIERI, H.; GRANJA, A. D.; PICCHI, F. A. Planejamento tradicional, Location-Based Management System e Last Planner System: um modelo integrado. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 265-283, jan./mar. 2016.

SANTOS, L. L. et al. CONSTRUÇÃO ENXUTA APLICADA À CONSTRUÇÃO CIVIL. **REDE - Revista Expressão da Estácio**. São Paulo. n.13-26. 2020.

SEVERIANO JUNIOR, W. O. **Construção Verde: Emprego de Recursos Renováveis na Construção Civil**. Revista Ibero-americana De Humanidades, Ciências E Educação, 7(7), 792–807, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.51891/rease.v7i7.1719>. Acesso em: 30 nov. de 2022.

ISBN: 978-65-00-70842-4

**CR**



9 786500 708424