

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

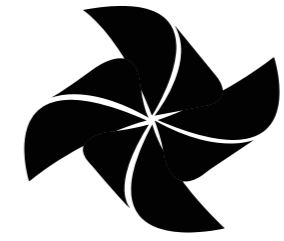
V. 11, N. 4
2023



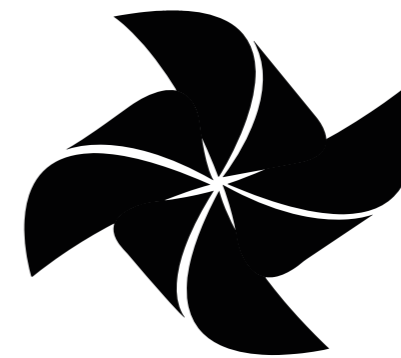
ENSUS

ANAIS
PARTE 4





ENSUS



ENSUS

ANAIS

V. 11, N. 1
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.

478p. (VOLUME 11, NÚMERO 4). 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 | 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 | EBT
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 Wanderlinda 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 Mendonca, 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 “Conversação 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 Ferroli e Lisiane Ilha Librelotto

SUMÁRIO

A Reconhecimento e Mutação de uma Arquitetura Ancestral Luana Jeske Radünz, Patrícia de Freitas Nerbas	20	Proposta de tratamento de água com alternativas sustentáveis para a comunidade-flutuante do Lago do Catalão em Iranduba-AM Rafael Gomes Silveira Brandão	197
Design como instrumento para auxiliar Políticas Públicas que orientam o descarte correto de Medicamentos de Uso Domiciliar Vencidos ou em Desuso Aline Rodrigues da Fonseca, Rita de Castro Engler, Armindo dos Santos de Sousa Teodósio, Jaqueline Silva Melo, Anna Carolina Prado	32	Tratamento de esgoto sanitário na área do igarapé Mauixi – Município de São Gabriel da Cachoeira-AM Marcos André Fernandes Barros, Jussara Socorro Cury Maciel	207
A joia de território do estado do Pará com sementes amazônicas: estratégias para a sustentabilidade do setor a partir da análise da cadeia produtiva Vivianne Ferreira Gonçalves, Germanya D' Garcia Araújo Silva, Lia Paletta Benatti	47	Representação de amostras têxteis no contexto do acervo virtual de uma materioteca Emanoela Mardula, Dulce Maria Holanda Maciel, Icléia Silveira, Lucas da Rosa, Daniela Novelli	219
Aspectos entre o Design para Adaptabilidade (DfAD) e a Natureza: a bioinspiração em artefatos efêmeros Plácido Fernandes Caluete Neto, José Evandro Henriques, Amilton José Vieira De Arruda	60	Debatendo a aplicação de ACV na ETE da lagoa da conceição: uma revisão crítica da aplicação de ACVs em ETEs Clayton Diogo Schinkel	232
Marcas brasileiras e Biomimética: inovação e estética como estratégia Fernanda Lucia Regueira Moreira, Hilma de Oliveira Santos Ferreira, Amilton José Vieira de Arruda	72	Caracterização Físico-Mecânica de Solo-Cimento para fins de produção de paredes em Taipa de Pilão Anderson Renato Vobornik Wolenski, Cristiano Augusto Heuser, Éder Luciano Welter, Ezequiel Koppe, Cássio Alexandre Bariviera	245
Compósitos biodegradáveis de amido de mandioca e subprodutos agroindustriais: uma revisão Fernanda Bet, Joel Dias da Silva	85	Modelos Mentais e Rotinas Organizacionais: uma discussão sobre Capacidade Absortiva e Sustentabilidade Ricardo Luis Barcelos, Carlos Ricardo Rossetto, Rachel F. Magnago	258
Avaliação da sustentabilidade pelo Modelo ESA-B: o edifício integrado ao contexto urbano Lisiane Ilha Librelotto, Eduarda Cardoso Da Luz, Verônica Bandini, Kamylla Emily Braga	97	Design e Sustentabilidade – Pontos de Vista Bárbara Collares Botelho, Elton Araujo Alessi, Lorena Costa Souza, Lucas Tavares Porto, Mayara Vieira, Paulo Cesar Machado Ferroli	272
O uso dos padrões biofílicos no ambiente construído estressor: Moradia popular decorrente do isolamento social Jullyene da Silva Costa, José Amilton Vieira de Arruda	111	Indivíduos e Organizações Impactados pelas Ações do Design de um Produto Esdras Jorge Linhares, Laura Batista da Silva Faria, Maisa Rachman de Siqueira, Maria Fernanda Manke, Raquel de Aquino Gaspar, Paulo Cesar Machado Ferroli	285
Wetlands construídos como sumidouros de carbono – uma revisão Gabriela Oliveira Valença, Paulo Belli Filho, Dayane Dall'Ago Conejo e Silva, Rodrigo de Almeida Mohedano	124	Cidades Inovadoras Sustentáveis: Reflexões sobre os aspectos estruturantes da Gestão Urbana Marisa Araújo Carvalho, Chrystianne Goulart Ivanoski	298
Estrutura de uma materioteca dentro de um FabLab acadêmico orientado pelo Design André Canal Marques, Giulio Federico Palmitessa	137	Uso do rejeito de mineração de ferro para uso em taipa de pilão: análise da literatura Gabriela Tavares de Lanna Lage, White José dos Santos, Sofia Araújo Lima Bessa	308
Possibilidades de cores com uso de corantes naturais aplicados em fibras naturais Cristine Silva Santos, Icléia Silveira, Neide Köhler Schulte, Lucas da Rosa, Daniela Novelli	150	Moda circular: projeto de gestão de resíduos têxteis com comunidades Andreia Salvan Pagnan, Ana Carolina Rodarte, Graciela Martins Moraes, Tulio César Salvan Pagnan	321
O Papel do Arquiteto na Produção Espacial no Brasil e na Alemanha Camila Vieira Prêve	163	Fachadas Inteligentes Bioinspiradas: uma abordagem nos modelos projetuais de arquitetura e design Hilma Ferreira, Fernanda Moreira, Amilton Andrade	333
A importância da valorização do território para a sustentabilidade - reconhecer, manter e divulgar o patrimônio imaterial das comunidades tradicionais da Lagoinha Heloisa Helena Rosa Vitalino, Rosângela Míriam Lemos de Oliveira Mendonça	176	A dimensão ambiental do Design e a sua influência na sustentabilidade Luan da Silva Oliverio, Mariane Werlang, Raquel Sotero Vieira, Rebeca da Silva Nascimento Pereira, Vitoria Cidade dos Santos, Paulo Cesar Machado Ferroli	346
Workshop Itacaré: evento de inovação aberta inspirando um protótipo de plataforma digital Luís Eduardo Faustini Sonego, Debora Barauna, Márcia Santos da Silva, Carolina Wiedemann Chaves	186	Mecanismos e gatilhos: uma discussão sobre Capacidade Absortiva e Sustentabilidade Ricardo Luis Barcelos, Carlos Ricardo Rossetto, Rachel F. Magnago	357

Resíduos e Design – Revisão sistemática Luisa Negraes Eschberger, Pietro Laurindo Peixoto, Matheus Giulio Gomes da Rosa, Manoela de Sousa Pereira, Paulo Cesar Machado Ferroli	370
A escultura digital como método de concepção: uma revisão sistemática Eduardo da Fonseca Rodrigues, Dalton Luiz Razera	380
Geometrias complexas em obras de arquitetura orientadas a sustentabilidade: uma abordagem integrativa para o ensino de arquitetura Janice de Freitas Pires, Adriane Borda, Brunna Pereira de Oliveira, Letícia Pereira Paixão	388
Biomass mineiros, comunidades e design: as Sempre-vivas para a produção artesanal em Diamantina/ Minas Gerais Nadja Maria Mourão, Isabela Carvalho Lana Grossi	401
O papel do design na gestão da sustentabilidade no setor joalheiro Andreia Salvan Pagnan, Maria Regina Álvares Dias	415
Avaliação da sustentabilidade no contexto da Lagoa da Conceição: desafios e oportunidades para o projeto USAT/ESA-B Lisiane Ilha Librelotto, Verônica Bandini, Eduarda Cardoso Da Luz, Kamylla Emily Braga, Andressa Cristine de Aguiar	424
Avaliação da sustentabilidade pelo Modelo ESA-B: o edifício integrado ao contexto urbano Lisiane Ilha Librelotto, Eduarda Cardoso Da Luz, Verônica Bandini, Kamylla Emily Braga	439
Design Social - brinquedo lúdico de empilhamento para crianças hospitalizadas Pietra Lazzarini Manoli, Sthefany Munhoz de Faria, Ana Veronica Pazmino	453
Materiais poliméricos sem reciclabilidade em Unidades de Triagem de Resíduos de Porto Alegre/RS e região metropolitana Joice Pinho Maciel, Andriele Brizolla Bueno, Carlos Alberto Mendes Moraes	465



A Reconhecimento e Mutação de uma Arquitetura Ancestral

The Recognition and Mutation of an Ancestral Architecture

Luana Jeske Radünz, Bacharela em Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS.

arqurb_luana@outlook.com

Patrícia de Freitas Nerbas, Doutora em Arquitetura e Urbanismo, UNISINOS.

fnerbas@unisinis.br

Resumo

Por diferentes razões e contextos, comunidades indígenas enfrentam adversidades ao buscarem manter vivos os seus conhecimentos construtivos. Este trabalho tem como foco de pesquisa a arquitetura vernacular e de raiz cultural brasileira do grupo Guarani Mbya, comumente negligenciada pelos meios acadêmico, político e social. O seu desenvolvimento aliou a pesquisa bibliográfica às metodologias de participação social – levantamento in loco através de visita guiada; atividade gráfica com o público infantil; e discussão, com o auxílio de maquete física, sobre a arquitetura tradicional –, abordando aspectos da organização cultural, espacial e social, e condicionantes para o habitar e construir do grupo. O resultado consiste em um breve levantamento da transmutação desta arquitetura indígena ao longo dos séculos, trazendo para debate, a importância do registro destes conhecimentos técnicos construtivos afim de mantê-los disponíveis para discussões futuras sobre patrimônio, arquitetura e sustentabilidade.

Palavras-chave: Arquitetura Indígena; Guarani Mbya; Cultura e Ancestralidade; Patrimônio Nacional

Abstract

For different reasons and contexts, indigenous communities face adversities when trying to keep their constructive knowledge alive. This work focuses on the vernacular architecture with Brazilian cultural roots of the Guarani Mbya group, commonly overlooked by academic, political, and social circles. Its development combined bibliographical research with social participation methodologies – on-site survey through a guided tour; graphic activity with the children's audience; and discussion, with the aid of a physical model, on the traditional architecture –, addressing aspects of cultural, spatial and social organization, and inhabit and build constraints' of the group. The result consists of a brief survey of the transmutation of this indigenous architecture over the centuries, bringing to the debate the importance of recording this constructive technical knowledge in order to keep it available for future discussions on heritage, architecture, and sustainability.

Keywords: Indigenous Architecture; Guarani Mbya; Culture and Ancestry; National Heritage

1. Introdução

Os conhecimentos técnicos construtivos dos diversos grupos indígenas que habitam o território brasileiro costumam ser pouco explorados e os motivos não fazem parte desta pesquisa. A intenção deste trabalho é justamente despertar o olhar para a possibilidade de abordarmos aspectos relacionados as culturas ancestrais deste País, juntamente com questões fundamentais do curso de Arquitetura e Urbanismo.

A cultura não é estática, ela está em constante movimento. Os indígenas, assim como os não indígenas, possuem total direito de transmutar seus saberes, seus hábitos e suas arquiteturas. Conforme Weimer (2018, p. 352), “Uma arquitetura nova surge da transformação de outro tipo que lhe é anterior e que já não mais atende às necessidades de uma vida em constante transformação”. Mas para que essas transformações ocorram sem perda de conhecimento, é necessário que haja uma conscientização por parte da sociedade brasileira para a preservação dos saberes milenares que muitos grupos indígenas conservam e repassam de maneira oral há diversas gerações.

Para o aprofundamento desta questão e o desenvolvimento deste trabalho, durante os anos de 2021 e 2022, foram elaboradas atividades de forma participativa com integrantes do grupo indígena Guarani Mbya, residentes na *Tekoa Yvy'ã Poty* – Aldeia Flor da Serra – situada no Município de Camaquã, Rio Grande do Sul. Abaixo, algumas observações importantes sobre a temática.

1.1. Patrimônio Nacional

Passados mais de cinco séculos do início da ocupação europeia no Continente Sul-Americano, permanecem sendo reconhecidas e preservadas como arquiteturas brasileiras, aquelas provenientes de culturas e soluções construtivas trazidas do Continente Europeu. Ainda hoje, as construções dos povos ancestrais do Brasil seguem não sendo reconhecidas como patrimônio nacional e, por vezes, não são sequer reconhecidas como arquitetura de fato, uma vez que, os termos arquitetônicos de origem indígena costumam ser utilizados com intuito pejorativo – oca, maloca, biboca etc.

Não há qualquer registro de bens imóveis indígenas tombados pelo IPHAN, tampouco casas, aldeias ou conjuntos arquitetônicos/paisagísticos. Em geral, as culturas indígenas têm suas manifestações tombadas como bem cultural/imaterial. A arquitetura indígena não tem feito parte dos bens materiais da União [...] (MOASSAB, 2014, p. 07-08).

O Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) reconheceu como bem imaterial, de origem Guarani, a *Tava*, que para os Guarani Mbya, é o local onde seus antepassados viveram e construíram estruturas em pedra, deixando suas marcas e restos mortais ao se transformarem em imortais – ao desencarnarem. Também, incluiu no Inventário Nacional da Diversidade Linguística, a língua Guarani Mbya, identificada como uma das três variedades modernas da língua Guarani.

A ausência de soluções construtivas de origem indígena nos registros nacionais se aplica também aos estaduais (Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico do Estado do Rio Grande do Sul – IPHAE/RS). Os indígenas têm mostrado enorme conhecimento técnico construtivo



em suas habitações, sendo autores de uma arquitetura bioclimática de extrema relevância para os debates sobre arquitetura e sustentabilidade. Desta forma, registrar e preservar estes conhecimentos ancestrais são de extrema importância para a cultura e a arquitetura brasileiras.

1.2. Crescimento Populacional

O Censo Demográfico coleta dados sobre a população indígena brasileira desde 1991, com base na categoria indígena do quesito cor ou raça. Em 2000, houve um crescimento significativo da população indígena, passando de 294.000 para 734.000 pessoas em apenas nove anos. Esse crescimento populacional ocorreu porque houve um aumento no número de pessoas que se reconhecem como indígenas e não simplesmente por um efeito demográfico (mortalidade, natalidade e migração).

No Censo Demográfico de 2010, foi introduzido um conjunto de perguntas específicas, como o povo ou a etnia a que pertenciam e as línguas indígenas faladas. Assim, a partir destes resultados, foi possível ter um melhor conhecimento da população indígena a partir de seus grupos, comprovando uma expressiva diversidade indígena.

Tabela 1: População residente, segundo a situação do domicílio e condição indígena - Brasil 1991/2010.

Ano	População Indígena Urbana	População Indígena Rural	População Indígena Total
1991	71.026	223.105	294.131
2000	383.298	350.829	734.127
2010	315.180	502.783	817.963

Fonte: IBGE.

A partir da Tabela 1 podemos notar que a população indígena brasileira vem aumentando de forma significativa, principalmente, em áreas rurais, revelando um estreito vínculo com a terra. Isto reforça a importância de um olhar mais atento dos diversos profissionais da nossa sociedade para estes povos.

1.3. Conhecimento Ancestral x Academia

Dentro e fora da academia, os grupos indígenas tendem a ser ignorados e não recebem os devidos cuidados e reconhecimento merecidos. Os ambientes naturais e construídos sofreram grandes modificações durante os séculos pós colônia no Brasil. Esses grupos, principalmente os que estão situados próximos ou juntos às zonas urbanas, estão enfrentando cada vez mais obstáculos para preservarem os seus costumes ancestrais. É necessário construir uma ponte entre os grupos indígenas e a academia, para que haja troca de conhecimentos, abrindo novas possibilidades de estudo e atuação para ambos. As técnicas construtivas indígenas também podem ser viáveis para sistemas construtivos existentes na sociedade não indígena. Associando as inovações tecnológicas com o saber empírico tradicional, podemos criar uma arquitetura bioclimática e de raiz cultural brasileira. Da mesma forma, precisamos auxiliar esses grupos em suas novas construções, buscando resultados que atendam de forma mais ampla as suas atuais necessidades, sem que se perca a singularidade de suas culturas.

A riqueza cultural das habitações e dos modos de viver dos povos tradicionais é tomada como indigna de um olhar mais atento, de um esforço de produção e de renovação do conhecimento no

interior da academia, quando não é desprezada abertamente, dentro e fora dela, pela arrogância de grande parte dos administradores públicos, nos seus mais diferentes matizes, imbuídos ainda hoje do velho sonho de “civilizar” os índios, sempre com vistas à usurpação de suas terras e de seus recursos naturais [...] (MACHADO, 2020, p. 27).

Esta aproximação de realidades possibilita dar espaço, voz, representação, corpo a um grupo de brasileiros que não deixaram de resistir um único dia para continuar existindo em um país onde, desde a sua colonização, vem colocando a ganância e a ignorância acima de valores primários de humanidade. Precisamos exaltar a força, a vontade de viver de forma autêntica, a simplicidade e a humildade que estes indivíduos possuem. A aproximação e a valorização de diferentes culturas e modos de viver pode possibilitar o resgate da autoestima de uma comunidade.

1.4. Localização – Tekoa Yvy’ã Poty – Aldeia Flor da Serra

A Tekoa Yvy’ã Poty está situada na Macrozona Rural de Serra do Município de Camaquã, na localidade de Bonito, 4º Distrito. Possui aproximadamente 70 ha em Reserva Indígena e está distante cerca de 20 km da zona urbana. Ao todo, 18 famílias habitam esta aldeia desde 2014, somando em torno de 80 pessoas. De 2012 a 2014, habitaram temporariamente outro local do Município, situado na Santa Auta, 5º Distrito, e, anteriormente, viviam de forma precária na beira da BR-116, entre o trecho Guaíba – Pelotas, sem um espaço apropriado para o modo de ser Guarani, com seus ritos e atividades específicas. Com a duplicação da estrada, que iniciou em 2012 nesse trecho, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT), juntamente com a Fundação Nacional dos Povos Indígenas (FUNAI), realocou essas e demais famílias indígenas que viviam em situações semelhantes, para áreas apropriadas e seguras, como forma de compensação do empreendimento, relacionado à territorialidade histórica Guarani Mbya na região.

2. Procedimentos Metodológicos

Há uma carência de produções sobre a temática da arquitetura indígena de maneira geral. Consequentemente, além da pesquisa bibliográfica para fundamentar o tema abordado, foram utilizadas metodologias de participação social com os integrantes da Tekoa Yvy’ã Poty, para obtenção de dados mais precisos sobre a cultura e a arquitetura do grupo. As metodologias utilizadas propunham abranger integrantes da aldeia de diferentes idades. Em um primeiro momento, foi realizado o levantamento físico territorial da Tekoa através de uma visita guiada por integrantes do grupo, buscando entender a organização espacial e social da aldeia. Em seguida, foi proposta uma atividade gráfica para as crianças, uma vez que o Guarani Mbya é o único idioma falado por elas, para que representassem elementos fundamentais do habitar na aldeia. Por último, foi apresentada aos homens presentes, visto que para eles construir é uma atividade masculina, uma maquete esquemática estrutural da casa tradicional Guarani Mbya, desenvolvida anteriormente a partir de pesquisa bibliográfica sobre o tema, com o objetivo de extrair informações sobre este modo de construir. De maneira geral, houve uma boa troca de informações e conhecimentos através das metodologias utilizadas, possibilitando a continuidade do trabalho.

3. Aplicações e Resultados

3.1. Entendendo a *Tekoa Yvy'ã Poty* – Visita guiada

Para que a *Tekoa* seja de fato um espaço apropriado para manter vivos os ritos e crenças Guarani Mbya, é necessário que possua em seu território alguns atributos relatados em contos indígenas, como uma fonte de água; mata ou vegetação arbórea em abundância; palmeiras, que são espécies vegetais consideradas sagradas; e pedras ou acidentes geográficos, como penhascos e as próprias serras. A fonte de água e a mata são pontos muito importantes da aldeia, já que permitem a sobrevivência e a permanência dos seus habitantes no local. Da mata são retiradas e cultivadas as ervas sagradas utilizadas em rituais espirituais e medicinais e a matéria prima do artesanato, principal fonte de subsistência do grupo.

Os Mbya vivem dentro de uma organização social hierárquica muito bem estabelecida, possuindo duas chefias: a política, composta pelo cacique; e a espiritual, composta pelo *karai* – equivalente ao *pajé* de outros grupos indígenas. Estes títulos e os conhecimentos acompanhados são passados de pai para filho. Na *Tekoa Yvy'ã Poty*, as responsabilidades políticas são divididas entre o Cacique João Batista Souza e seu filho, o Vice Cacique Cristiano Kuaray.

A organização espacial da aldeia é determinada a partir da *opy* – casa de reza e rituais coletivos realizados através de cantos, danças e discursos. Esta é a construção de maior porte e importância da aldeia, onde são tomadas as decisões do grupo e onde somente as pessoas que vivem a cultura Guarani devem adentrar. Ao lado da *opy* está situada a residência do *karai*, e em torno dela, está situada a praça, utilizada para reuniões e cerimônias ao ar livre pelos indígenas e os não indígenas, quando presentes. Conforme Costa (1993, p. 121), “A *opy* é o coração da *Tekoa*, assim como o *pajé* é o coração do seu povo”.

Em torno deste espaço espiritual central – no sentido de referência, não de geometria – são construídas as *ogas*, ou, habitações, sempre em núcleos familiares determinados pelas relações de afinidade e consanguinidade. Ao redor das *ogas*, em espaço compartilhado, situam-se as pequenas plantações onde cultivam seus alimentos. Alguns núcleos familiares estão situados próximos de córregos d’água e todos são rodeados de espécies arbóreas, estando conectados por caminhos criados pelos habitantes da aldeia. De forma geral, este espaço político-social chamado de *Tekoa* é fundamentado na religião e na agricultura de subsistência.

O nosso dia a dia mesmo aqui é de que cada família tenha a sua pequena roça, né. Onde planta alguma coisa para comer, né, e artesanatos também, né. Então, isso aí que é hoje o nosso sustento, né. (KUARAY, 2021).

Abaixo, um mapa da aldeia com informações levantadas de forma conjunta, a partir de uma caminhada guiada. As imagens e curvas de nível foram retiradas do Programa Google Earth. Unidade de medida: metros.

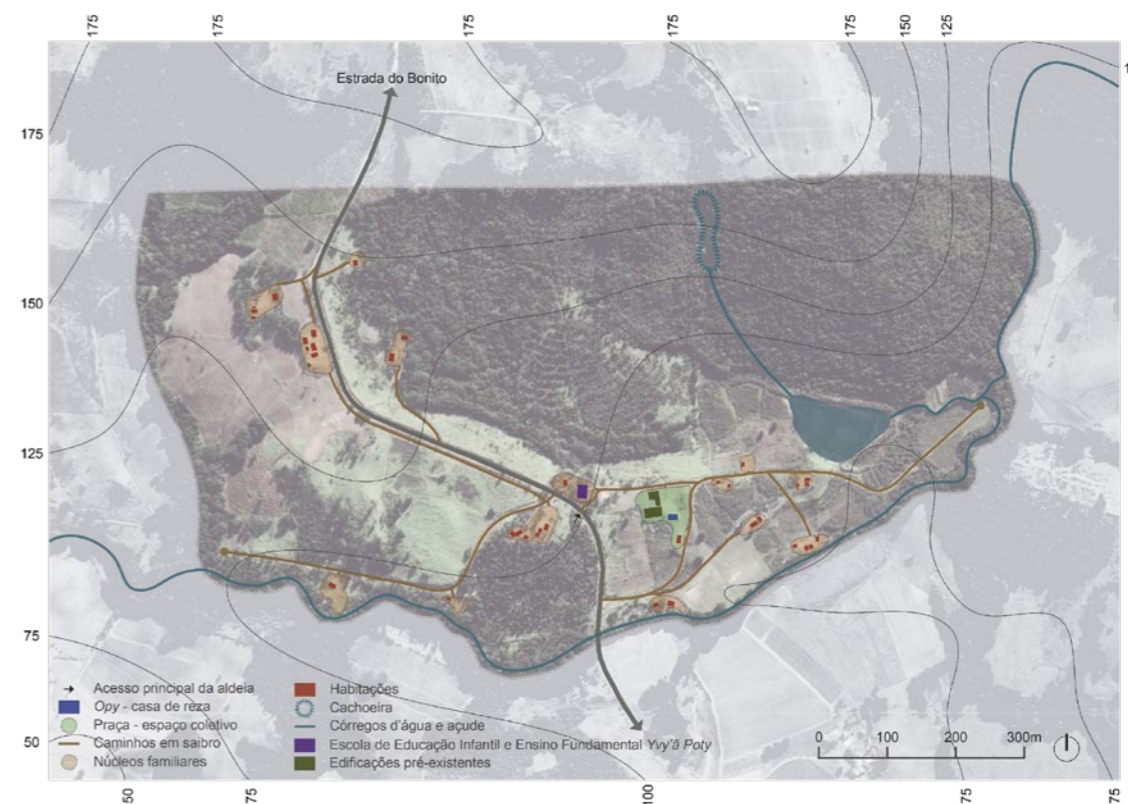


Figura 1: Implantação *Tekoa Yvy'ã Poty*. Fonte: elaborado pelas autoras.

3.2. Como é a *Tekoa*? – Atividade Gráfica

Em função da barreira linguística imposta, visto que as crianças da aldeia se comunicam apenas em Guarani Mbya, foi proposto que elas fizessem desenhos da *Tekoa* a partir da visão e do entendimento delas, representando as construções e os demais componentes do local. O objetivo foi identificar elementos importantes que compõem a cultura e a arquitetura do grupo. As figuras 2 e 3 apresentam duas das representações gráficas produzidas durante a atividade com as respectivas interpretações, repassadas pelos responsáveis.



Figuras 2 e 3: Representações Gráficas. Fonte: elaborado pelas autoras.

Na figura 2 são representadas a vegetação, a serra e a cachoeira, elementos que compõem a paisagem local. A casa de reza – *opy* – está representada em madeira sobre solo nivelado. Acima da porta de entrada, o pilar principal da construção simboliza a força e a sustentação material e espiritual do espaço. Na figura 3, há novamente a presença da *opy*, assim como da *ita* (rocha), do fogo, do *anguan* – espécie de pilão com socador de madeira utilizado para fazer farinha –, animais, o sol e as espécies vegetais sagradas, *Yvyra* (cedro) e *Bingo* ou *Pindó* (jerivá – *syagrus romanzoffiana*). Todos estes elementos fazem parte da rotina do habitar Guarani Mbya.

3.3. A evolução da *Oga*

A evolução da habitação indígena Guarani Mbya da *Tekoa Yvy'ã Poty* é compreendida neste trabalho a partir da segmentação por três etapas: as construções Guarani registradas em produções textuais; a *oga* propriamente dita, habitação tradicional Guarani Mbya; e as habitações utilizadas no momento dentro da aldeia. Estas informações foram obtidas através de pesquisas bibliográficas, visita técnica à aldeia e atividades participativas com os seus integrantes.

3.3.1. 1ª etapa – Arquitetura Guarani

O Povo Guarani, inicialmente, era formado por perambulantes, ditos nômades, que mantinham atividades de coleta, caça e pesca. Desta forma, as primeiras manifestações arquitetônicas, que temos relato, são constituídas de para-ventos e abrigos provisórios, construídos de materiais naturais e locais, com soluções rápidas de montagem e desmontagem, uma vez que, muitas vezes esses materiais eram carregados de um ponto a outro. Com o passar do tempo, o Povo Guarani passou a permanecer por maiores períodos em um mesmo local, iniciando, assim, um processo de construção de aldeias e habitações. O grupo nomeava a aldeia como *taba* e suas habitações eram coletivas, nomeadas de *maiogas*.

Após a chegada dos colonizadores, na medida em que o contato entre os indígenas e os europeus se intensificava, o Povo Guarani sentiu a necessidade de modificar a disposição da aldeia e, posteriormente, as suas habitações. As cerimônias religiosas que antes ocorriam em espaço aberto, no centro da aldeia, passaram a ocorrer em ambiente fechado – casa de reza – para resguardar o conhecimento religioso ancestral. A casa coletiva, com o passar do tempo, deixou de ser utilizada, dando lugar as casas individuais, muito por influência do modo de ocupar/habitar europeu. A casa individual também passou a aderir outras características dos novos povos que passaram a ocupar este território, como o emprego da taipa de sopapo, da cultura africana. A casa hoje entendida como tradicional pelos Guarani Mbya é o resultado destas transformações.

3.3.2. 2ª etapa – A Arquitetura da *Oga* Tradicional – Discussão com Maquete Física

Como suporte para a troca de informações com os integrantes da aldeia, visto que havia barreiras linguísticas entre nós, foi produzida previamente uma maquete esquemática estrutural da habitação tradicional Guarani Mbya. As discussões abrangeram as configurações

e diferenciações entre a casa tradicional e as casas construídas atualmente na *Tekoa*, conforme 3ª etapa.

3.3.2.1. Implantação e Orientação Solar

A implantação da casa para os Mbya está vinculada diretamente à orientação solar, pois o sol – *Nhamandu* – é a divindade cosmológica principal. A casa representa para o grupo a vida da *Tekoa* e deve ser alimentada e protegida pela luz solar da manhã, que adentra o interior da construção através da única abertura existente: a porta de entrada. Essa porta possui em média 1,50 m de altura, fazendo com que o indivíduo ao adentrar a habitação se curve, reverenciando e pedindo permissão para o acesso ao seu interior. Essa abertura sempre está voltada para a orientação Leste, pois acredita-se que com a chegada do novo dia, os raios solares que adentram a casa, além de iluminar, também limpam o ambiente de energias negativas.

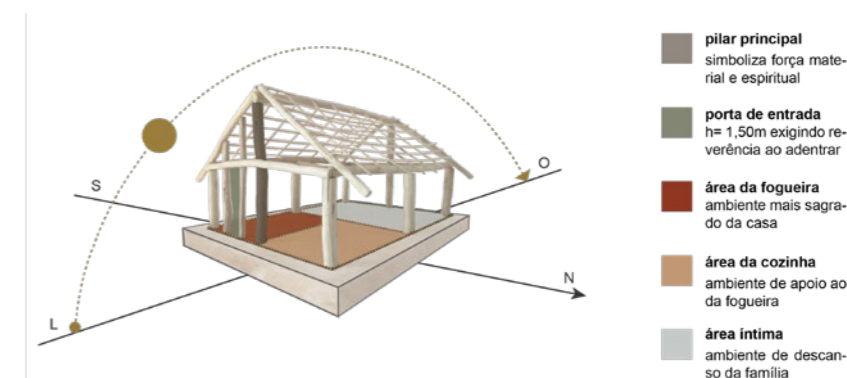
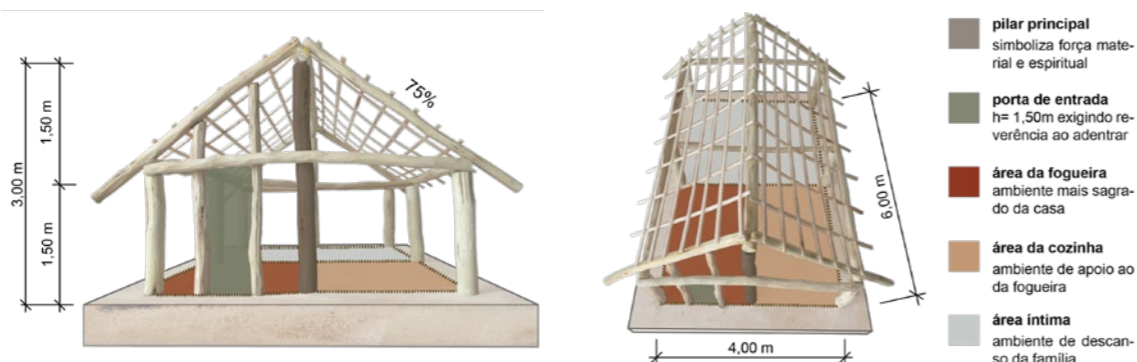


Figura 4: Maquete *Oga* Tradicional. Fonte: elaborado pelas autoras.

3.3.2.2. Forma, Dimensões e Organização Interna

Todas as construções indígenas Mbya no Rio Grande do Sul, que temos conhecimento, possuem base retangular e cobertura com duas águas. A dimensão da habitação depende da quantidade de pessoas que irá comportar. Em média, as famílias são formadas por 5 ou 6 pessoas na *Tekoa Yvy'ã Poty*. As dimensões utilizadas na maquete da casa tradicional foram 4x6m, com altura final de 3m no centro e 1,50m nas laterais. O telhado possui inclinação média de 75%.

Há uma certa continuidade do solo externo com o interno, pois tanto um quanto o outro são formados por solo compactado. O piso interno apenas recebe uma quantidade maior de terra – geralmente é utilizada a terra da escavação para os pilares – e possui nível mais alto que o externo, a fim de evitar alagamentos. Logo após a porta de entrada da casa está situado o fogo de chão que serve para preparar alimentos, aquecer água, confeccionar artesanatos, iluminação noturna e tem função de aquecer a casa em dias frios. Conforme Prudente (2007, p. 109), “Na perspectiva deles, o fogo faz a proteção espiritual das pessoas e também da própria casa”. Ao lado do fogo de chão ficam guardados os utensílios de cozinha e os alimentos, em prateleiras de madeira construídas por eles. Ao fundo da casa fica a área íntima, onde os moradores passam a noite em camas também construídas por eles. Não há nenhuma divisória interna, todos os ambientes são de uso comum.



Figuras 5 e 6: Maquete *Oga* Tradicional. Fonte: elaborado pelas autoras.

3.3.2.3. Tecnologia Construtiva

Todos os materiais empregados na construção são coletados no próprio local de inserção, dialogando de forma harmônica com a paisagem local. O processo construtivo sempre acontece de forma coletiva, reforçando os ritos sociais do sistema cultural Mbya. Elementos da *oga* tradicional Guarani Mbya: estrutura de madeira; cobertura de taquara batida ou folhas de palmeira; paredes de pau-a-pique com taipa-de-mão; amarrações de cipó; piso de chão batido.

3.3.3. 3ª etapa – *Oga* Atual

As tipologias arquitetônicas utilizadas pelos moradores da *Tekoa Yvy'ã Poty* são aqui divididas em três grupos, para melhor entendimento. Estas edificações são resultados da mesclagem de soluções arquitetônicas de origem Guarani Mbya com soluções arquitetônicas da sociedade não indígena. Assim, podemos notar, como foi relatado durante conversa com integrantes da aldeia, que o desejo de manter os aspectos da arquitetura tradicional Mbya permanece, porém, as edificações passam a receber novos materiais e elementos, a fim de comportarem as atuais necessidades relacionadas ao habitar Mbya.

Algumas características são comuns nos três grupos, como o uso da telha de fibrocimento, com duas ou quatro águas, que proporciona uma melhor estanqueidade em relação a cobertura de taquara batida, além da maior durabilidade. O uso de divisórias internas para resguardar a privacidade dos indivíduos da família e a inserção de novas aberturas também estão presentes em diversas construções.

3.3.3.1. Tipologia 1 – Edificações em Madeira

Esse tipo de edificação de madeira é a tipologia predominante na aldeia. Muitas mantêm a forma da casa tradicional, com ausência de aberturas e cobertura de duas águas. Outras, possuem um porte maior, divisórias internas e cobertura de quatro águas (figuras 7 e 8).



Figuras 7 e 8: Edificações em Madeira. Fonte: autoras.

3.3.3.2. Tipologia 2 – Edificações em Pau-a-pique com Taipa de Sopapo

Tipologia bastante utilizada na aldeia. A técnica de pau-a-pique com madeiras retiradas da mata da aldeia e taipa de sopapo produzida in loco é mantida, porém, com a inserção de novos elementos, como divisórias internas, janelas, varandas e telhas de fibrocimento. O porte em alguns casos é maior que o da casa tradicional, assemelhando-se ao porte da casa de reza.



Figuras 9 e 10: Edificação em Pau-a-pique com Taipa de Sopapo. Fonte: autoras.

3.3.3.3. Tipologia 3 – Edificações em Madeira com Taipa de Sopapo

Tipologia de menor uso na aldeia. A casa de reza é um exemplo, pois foi construída da mesma forma das edificações de tipologia 1 mas, posteriormente, recebeu taquaras pregadas nas tábuas de madeira para adesão da taipa de sopapo.



Figuras 11 e 12: Edificação em Madeira com Taipa de Sopapo. Fonte: autoras.



4. Análises dos Resultados e Discussões

Com os dados levantados, fica evidente que os grupos indígenas necessitam do acesso a terras onde as especificidades de suas culturas possam ser cultivadas e preservadas. Hoje, após décadas de sobrevivência em situações precárias, as famílias da *Tekoa Yvy'ã Poty* têm novamente a possibilidade de viver conforme as crenças e costumes Guarani Mbya. A organização espacial da aldeia demonstra o quão importante são as relações sociais, os elementos naturais e a espiritualidade para o grupo. A disposição das habitações em núcleos familiares, conectados por caminhos de terra batida, comprova o forte elo comunitário que estes indivíduos possuem. A preservação da mata como uma parte espacial terrena integrante da aldeia, demonstra o respeito para com os elementos naturais, e apresenta um posicionamento de igualdade entre ela e o ser humano e suas construções. A aldeia é um espaço essencialmente religioso e social.

A cultura e os conhecimentos indígenas são preservados de maneira oral, repassados de geração em geração. Isto é evidenciado pelo olhar das crianças retratado nos desenhos. Elementos que possuem grande força espiritual nos contos indígenas, como a rocha, o sol e a palmeira, foram representados como componentes fundamentais do viver Mbya. A espiritualidade do grupo talvez seja o elo conector de tudo que há dentro de uma aldeia, seus elementos naturais e construídos, seus indivíduos e suas crenças.

A espiritualidade Mbya também é refletida na arquitetura produzida por eles. Ou ao menos, costumava ser. Visto que as novas habitações estão aderindo elementos da arquitetura não indígena, a casa perde aos poucos os seus propósitos ancestrais. Esta interferência na arquitetura tradicional do grupo acontece pela necessidade dessas habitações em comportar as novas demandas e os novos hábitos que estes indivíduos estão adotando. Desta forma, as construções da aldeia estão perdendo sua identidade arquitetônica, passando a ser uma questão de tempo para que o grupo perca também o conhecimento das soluções construtivas tradicionais e a cultura e os ritos relacionados ao habitar e a habitação em si.

5. Considerações Finais

Conhecer e reconhecer esta arquitetura ancestral é o primeiro passo para que ela não se perca no tempo, que até aqui, foi muito pouco favorável aos indígenas do Brasil. Também é importante que fique claro, que os indivíduos da *Tekoa Yvy'ã Poty*, assim como outros grupos indígenas, buscam auxílio para resolver projetualmente suas novas construções. Portanto, não intervir na resolução de problemas projetuais e construtivos presentes nas aldeias indígenas, com o conhecimento técnico, social e histórico que um Arquiteto e Urbanista possui, é de certa forma, negligenciá-los e não os reconhecer como integrantes da sociedade brasileira. Com o cuidado de respeitar a singularidade de cada cultura e arquitetura, devemos auxiliá-los no construir de novas realidades.

Referências

CONQUISTAS Parciais. [S. l.: s. n.], 27 jun. 2015. 1 vídeo (1 h 1 min 59 s). Publicado pelo canal **Comunicação Kuery**. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=xnTMDLiUa60&t=3315s>. Acesso em: 17 set. 2021.

COSTA, Carlos Zibel. O desenho cultural da arquitetura Guarani. In: PÓS - REVISTA DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO DA FAUUSP, 4., 1993, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: PPGAU/FAUUSP, 1993. p. 121.

IBGE. **Indígenas**. 2023. Disponível em: <https://indigenas.ibge.gov.br/graficos-e-tabelas-2.html>. Acesso em: 25 fev. 2023.

LEGADO cultural indígena: um patrimônio brasileiro. In: **IPHAN**. Brasília, 19 abril 2018. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/indl/noticias/detalhes/4616/legado-cultural-indigena-um-patrimonio-brasileiro>. Acesso em: 07 set. 2021.

MACHADO, Maria F. R.; PORTOCARRERO, José A. B.; SILVA, Dorcas F. A. **Tecnóindia: arquitetura, antropologia e tecnologias indígenas em Mato Grosso**. 1. ed. Cuiabá: **Entrelinhas**, 2020. p. 27.

MOASSAB, Andréia. A destruição da memória: a inexistência de patrimônio edificado indígena e de origem africana no Brasil. In: ENCONTRO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO, 3., 2014, São Paulo. **Anais** [...]. São Paulo: PPGAU/UPM, 2014. p. 07-08.

PRUDENTE, Leticia Thurmann. A arquitetura da casa. In: PRUDENTE, **Leticia Thurmann**. **Arquitetura Mbyá-Guarani na Mata Atlântica do Rio Grande do Sul: estudo de caso do Tekoá Nhüu Porã**. 2007. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007. p. 109.

WEIMER, Günter. **Arquitetura Indígena: Sua evolução desde suas origens asiáticas**. Porto Alegre: Edigal, 2018. p. 352.



Design como instrumento para auxiliar Políticas Públicas que orientam o descarte correto de Medicamentos de Uso Domiciliar Vencidos ou em Desuso

Design as an instrument to support public policies that guide the correct disposal of Expired or Disused Home Use Medicines

Aline Rodrigues da Fonseca, Mestre em Design, Universidade Estadual de Minas Gerais.

aline.fonseca2609@gmail.com

Rita de Castro Engler, PhD, Universidade Federal do Estado de Minas Gerais.

rita.engler@gmail.com

Armindo dos Santos de Sousa Teodósio, PhD, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

armindo.teodosio@gmail.com

Jaqueline Silva Melo, Mestre em Administração, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

jsm@pucminas.br

Anna Carolina Prado, Especialista, Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais.

admannaprado@gmail.com

Resumo

O contexto atual, vinculado aos problemas de poluição do meio ambiente, apresenta várias demandas relacionadas à comunicação direcionada às organizações e cidadãos para se alcançar melhores patamares de sustentabilidade ambiental. Medicamentos de uso domiciliar são produtos que exigem orientações específicas para consumo e descarte e possuem uma legislação particular que orienta o descarte de suas sobras ou aqueles que se encontram vencidos, devido ao seu potencial e poluição do meio ambiente. Neste sentido, este estudo pretende demonstrar como o Design assume papel importante, orientando indivíduos a procederem com o descarte correto e mitigando o impacto da poluição do meio ambiente por fármacos. Quanto aos métodos apresenta parte dos resultados de uma pesquisa de mestrado caracterizada como qualitativa, que fez uso da pesquisa documental e de campo para obtenção de seus dados. Os resultados demonstram como a comunicação apresenta-se como um importante setor a se considerar dentro de uma rede circular para a efetividade de Políticas Públicas destinadas à Gestão dos Resíduos Sólidos, especialmente no tocante ao Descarte de Medicamentos de Uso Domiciliar Vencidos ou em Desuso. Neste sentido tem-se o Design, como ferramental para contribuir que consumidores exerçam seu dever cidadão na parte que lhes cabe na responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos.

Palavras-chave: Design; Comunicação; Políticas Públicas; logística reversa de medicamentos.

Abstract

The current context, linked to environmental pollution problems, presents several demands related to communication aimed at organizations and citizens to achieve better levels of environmental sustainability. Medicines for home use are products that require specific guidelines for consumption and disposal and have specific legislation that guides the disposal of their leftovers or those that are expired, due to their potential and pollution of the environment. In this sense, this study intends to demonstrate how Design plays an important role, guiding individuals to proceed with the correct disposal and mitigating the impact of pollution of the environment by drugs. As for the methods, it presents part of the results of a master's research characterized as qualitative, which made use of documentary and field research to obtain its data. The results demonstrate how communication is an important sector to be considered within a circular network for the effectiveness of Public Policies aimed at Solid Waste Management, especially with regard to the Disposal of Expired or Disused Medicines for Home Use. In this sense, there is Design, as a tool to help consumers exercise their civic duty in the part that fits them in the shared responsibility for the life cycle of products provided for in the National Policy on Solid Waste.

Keywords: Design; Communication; Public policy; Reverse logistics of medicines.

1. Introdução

A escassez dos recursos naturais e a poluição do meio ambiente são problemas cada vez mais presentes nas discussões acerca da sustentabilidade. O modelo atual, conhecido como modelo econômico linear (extrair -fabricar – consumir - descartar) é insustentável para os padrões de consumo atual. De acordo com o WWF (2014) p.10, “há mais de 40 anos, a demanda da humanidade sobre os recursos da Natureza ultrapassa a capacidade de reposição do planeta” (WWF, 2014, p.10). Esta exploração desordenada e não planejada tem causado inúmeros problemas de ordem ambiental, social e econômica, demonstrando que a humanidade utiliza dos recursos naturais para além da capacidade de suporte e reposição do ecossistema (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005; WEETMAN, 2019; WHO, 2018).

Um tema relevante ligado a esta problemática são os problemas advindos dos resíduos gerados nos processos de consumo. Na atualidade, há um acúmulo expressivo de resíduos gerados no ato de pós consumo que excedem a capacidade de gerenciamento das cidades, seja por deficiência na infraestrutura ou por uma cultura enraizada em um modelo econômico linear que deposita tudo em aterros sanitários ou lixões, sem possibilitar destinações mais sustentáveis que coloquem os resíduos dentro de um ciclo fechado, como proposto em um modelo econômico circular.

No grupo dos resíduos gerados no ato pós consumo e que afetam a saúde pública e do ecossistema, temos os Medicamentos de uso Domiciliar Vencidos ou em Desuso. Os medicamentos são produtos farmacêuticos, obtidos ou elaborados tecnicamente, com



propósito profilático, curativo, paliativo ou para fins de diagnóstico (RDC 200, 2017), que estão sujeitos a legislações específicas, especialmente quanto ao seu descarte de maneira adequada, como previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010 e Decreto 10.388 de 2020.

Estas necessidades legislatórias se dão pelo poder de contaminação que os medicamentos possuem quando entram em contato com o meio ambiente. Conforme NBR 10004 (2004), a periculosidade de um resíduo ocorre em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, e podem representar: a) risco à saúde pública, provocando a mortalidade, surgimento de doenças ou elevando seus índices, e b) riscos ao meio ambiente, quando os resíduos são gerenciados de maneira incorreta.

Como afirma Brown (2019), a presença de produtos farmacêuticos no meio ambiente é um problema crescente de preocupação global. Vive-se na atualidade uma crise global, que pode causar milhões de mortes até 2050, da qual o descarte inadequado de medicamentos contribui para o problema. Segundo o Relatório *No Time to Wait: Securing the future from drug-resistant infections* de abril de 2019, elaborado pelo IACG – Interagency Coordination Group on Antimicrobial Resistance,

“As doenças resistentes aos medicamentos já causam, pelo menos, 700.000 mortes por ano, em todo o mundo, incluindo 230.000 mortes por tuberculose multirresistente, um número que poderá aumentar para 10 milhões de mortes por ano, em todo o mundo, até 2050, no cenário mais alarmante de total inação. Aproximadamente 2,4 milhões de pessoas poderão morrer nos países de elevados rendimentos, entre 2015 e 2050, se não se fizer um esforço sustentado para conter a resistência antimicrobiana” (WHO, 2019, p.4).

Corroborando esta questão, o Lancet (2022) afirma que a Resistência Antimicrobiana (RAM) é uma das principais causas de mortes em todo o mundo, ocorrendo em maior prevalência em localidades onde há maior escassez de recursos. Conforme os autores deste estudo no Lancet (2022) em 2019, 1,27 milhões de mortes em todo o mundo foram provocadas por bactérias resistentes aos fármacos.

A presença de antibióticos no meio ambiente é alarmante. De acordo com dados de um estudo realizado por pesquisadores da Universidade de York no Reino Unido, as concentrações de antibióticos encontrados nos rios pesquisados excedem os níveis seguros em até 300 vezes (UNIVERSITY YORK, 2019). O mais preocupante, conforme salienta o Dr. John Wilkinson, um dos pesquisadores do estudo, é que este é o primeiro estudo realizado em escala global, ou seja, não existem outros estudos nesta proporção, evidenciando a ausência de pesquisas abrangentes sobre a problemática da presença de antibiótico no meio aquático. Segundo este autor, “nosso estudo ajuda a preencher essa lacuna de conhecimento fundamental com a geração de dados para países que nunca haviam sido monitorados antes” (UNIVERSITY YORK, 2019).

De acordo com Bila e Dezotti (2003, p. 523) “muitos fármacos residuais resistem a vários processos de tratamento convencionais de água.” Tal problemática é associada a preocupação do Relatório *No Time to Wait: Securing the future from drug-resistant infections*, que sinaliza,

“O fardo das doenças infecciosas em humanos e animais está a ser agravado pelos seguintes fatos: insuficiente acesso à água potável, saneamento e higiene nas unidades de cuidados de saúde, no campo, escolas, habitações e comunidades;

insuficiente prevenção das infecções e doenças; desigualdades no acesso a antimicrobianos, vacinas e meios de diagnóstico; e sistemas frágeis de saúde, produção de alimentos e rações para animais, segurança alimentar e tratamento do lixo, o que contribui, igualmente, para a emergência e propagação de agentes patogênicos resistentes aos fármacos”. (WHO, 2019, p.4).

De acordo com Brown (2019) existem três maneiras principais pelas quais os produtos farmacêuticos vão parar no meio ambiente, são elas: (1) uso do paciente, por meio da eliminação do organismo, passando por nossos corpos e terminando nos cursos d’água; (2) o descarte inadequado das sobras de medicamentos vencidos ou em desuso no lixo, vaso sanitário ou na pia; e (3) os resíduos provenientes da indústria farmacêutica. Segundo Falqueto e Kligerman (2010) a indústria de fármacos é uma grande geradora de resíduos provenientes de devoluções e recolhimento de medicamentos do mercado, medicamentos rejeitados pelo controle de qualidade e das perdas decorrentes do processo. Além disto, sabe-se que entre 50% e 90% dos medicamentos ingeridos são excretados pelo organismo entrando em contato com o meio ambiente (DEZOTTI 2003, TERNES, 1999).

É importante salientar que várias são as causas da geração de sobras de medicamentos pelo consumidor que são descartados inadequadamente, sendo as principais: distribuição aleatória de amostras grátis, não adesão ou interrupção do tratamento terapêutico proposto pelo médico, excesso de automedicação, não fracionamento das embalagens etc. Falqueto e Kligerman (2013), estimam que cerca de 20% dos medicamentos consumidos em casa são lançados na rede de esgoto sanitário ou jogados no lixo convencional.

Diante da problemática expressa, compreende-se o setor da comunicação com um papel fundamental para que indivíduos e organizações procedam corretamente em relação aos resíduos gerados, seja no processo produtivo ou no processo de consumo, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais. O Design, com sua transversalidade pode ser considerado um instrumento capaz de contribuir para a construção de projetos de comunicação que auxiliem na difusão de Políticas Públicas vinculadas ao problema do descarte inadequado de Medicamentos Domiciliares Vencidos ou em Desuso (MDVD).

Este estudo tem, portanto, o propósito de explorar esta questão verificando como o Design, por meio de seus conhecimentos, ferramentas e técnicas pode ser um instrumento capaz de orientar os cidadãos no descarte correto de medicamentos vencidos ou em desuso, orientando-os a exercer o dever da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010 e no Decreto 10.388 de 2020.

2. Design e políticas públicas

O Design e as Políticas Públicas são áreas que podem apresentar muitas semelhanças quando analisadas em conjunto. A partir da perspectiva de diversos autores, Souza (2006) define Políticas Públicas como um campo do conhecimento que coloca o governo em ação. Para a autora, a formulação de Políticas Públicas “constituem-se no estágio em que os governos democráticos traduzem seus propósitos e plataformas eleitorais em programas e ações que produzirão resultados ou mudanças no mundo real” (SOUZA, 2006, p. 26).



Para o *World Design Organization*, o Design é um processo estratégico de solução de problemas que impulsiona a inovação, constrói o sucesso dos negócios e leva a uma melhor qualidade de vida por meio de produtos, sistemas, serviços e experiências inovadoras. Para Papanek tudo que fazemos, quase o tempo todo é design, sendo o Design um item básico para todas as atividades humanas.

Best (2018), afirma que existe uma crescente demanda por um enfoque mais holístico de impacto cultural, ambiental, político e social produzido pelo *modus operandi* das organizações, colocando, desta forma, a área do Design em evidência. O Design, por sua própria natureza, trata da solução de problemas a partir de uma perspectiva centrada nas pessoas, proporcionando uma abordagem mais integrativa e holística para a solução dos desafios contemporâneos mundiais. Design e Políticas Públicas são, portanto, duas áreas que se assemelham, visto que buscam soluções para problemas de ordem complexa. Mendonça (2019) apresenta pontos comuns que aproximam as áreas. Para a autora,

“Ambas as práticas, em sua essência, são atividades acionadas por algum desafio percebido da realidade, normalmente de natureza complexa, são dotadas de intencionalidade, isto é, querem conduzir a algum resultado melhor do que o atual, criando assim valor e, para isso, acionam diversos campos do conhecimento ou instrumentos, buscando dar-lhes uma modelação para tornar possível sua aplicação”. (MENDONÇA, 2019, p. 51).

Tanto o Design como as Políticas Públicas se empenham em buscar soluções para problemas complexos. Buchanan (1992) argumenta que a maioria dos problemas enfrentados pelos designers são problemas perversos (*wicked problems*). Segundo este autor os *wicked problems* são uma classe de problemas do sistema social que são mal formulados, com informações confusas, onde as partes interessadas apresentam valores conflitantes e onde todas as ramificações do Sistema se apresentam de forma confusa e desconexa.

O Design em sua proposta de criar valor não se limita ao espaço da indústria e das empresas. Bardach (1977) citado por Cavalcante et al (2019) ao definir o campo das políticas públicas como um conjunto de saberes de diversas disciplinas das ciências humanas, onde o foco é compreender e analisar os problemas concretos na política, a aproxima do Design. Para este autor, a complexidade do mundo contemporâneo não pode se restringir à fronteira de uma perspectiva, exige uma abordagem compreensiva e dinâmica como praticado na área do Design.

2.1 Design, cidadania e descarte de resíduos

O termo cidadania remete à antiguidade. A palavra tem sua origem no latim *civitas*, que significa conjunto de direitos atribuídos ao cidadão ou cidade. Para Fernandes (2013), p.145, no dicionário de Políticas Públicas os termos cidadão e cidadania dizem a respeito ao indivíduo que pertence uma comunidade, sendo portador de um conjunto de direitos e deveres. Tuner, citado por Frascara (2009) afirma que cidadania deve ser definida como um conjunto de práticas jurídicas, políticas, econômicas e culturais, tornando um indivíduo membro competente de uma comunidade.

Direitos e deveres precisam ser comunicados para os cidadãos para que eles possam exercer sua cidadania. Um campo do Design que pode contribuir para que direitos e deveres

sejam transferidos aos cidadãos é o “Design Informacional”. Pode-se dizer que entre o Design Informacional e cidadania existe uma relação de interdependência. Para Redig (2004) “não há cidadania sem informação, nem informação sem Design”. Segundo o autor há uma relação intrínseca entre estas duas dimensões, não permitindo que uma exista sem a outra. Complementando esta questão, Frascara (2009) argumenta que toda comunicação cai no campo da ética. Para o autor, o ato de comunicar exige o conhecimento do outro para que o processo de comunicação seja bem-sucedido, sendo necessário aprender, entender e usar as linguagens dos indivíduos de modo a engajá-los ativamente no processo de diálogo. É neste entender o outro que Frascara (2009) sustenta que é necessário compreender valores e motivações dos indivíduos.

No sentido de conduzir indivíduos a comportamentos adequados na sua relação com os resíduos gerados no ato pós consumo é importante compreender as particularidades do processo relacionadas ao cidadão. Quadra (2019) apresenta um recorte do comportamento do consumidor em relação ao ato de descarte de Medicamentos Domiciliares Vencidos ou em Desuso, que em sua maior parte ocorre de forma inadequada, sendo realizado o descarte no lixo comum, vaso sanitário ou pia. Outra constatação interessante trazida pelo estudo é em relação à similaridade com estudos anteriores, com recortes inclusive de países de primeiro mundo como Estados Unidos e Reino Unido. Vale ressaltar que estes estudos foram desenvolvidos em períodos diferentes. O Quadro 01 expõe estes estudos e seus achados.

Quadro 1. Estudos sobre descarte de Medicamentos.

Autores	Comportamento do consumidor	País do estudo
Quadros et al., (2019)	66% descartam MDVD no lixo comum	Brasil
Seehusen e Edwards (2006)	77,1 – 86% não devolvem os MDVD às farmácias ou serviços de saúde, 53,8% descartam no banheiro	Estados Unidos
Vellinga et al., (2014)	51% descarte no lixo, 29% pia ou 14% banheiro	Irlanda
Bound e Voulvoulis (2005)	63,2% descarte de MDVD no lixo, 11,5% na pia ou banheiro	Inglaterra

Fonte: Adaptado de Quadra et al. (2019)

Para estimular mudanças no comportamento dos indivíduos, como no caso do descarte de Medicamentos de Uso Doméstico Vencidos ou em Desuso não é possível demonstrar apenas argumentos técnicos sobre as perdas oriundas de uma atitude inadequada. De acordo com Frascara (2009) é preciso oferecer um valor cultural importante para o comportamento que se busca promover, um valor cultural positivo para as próprias pessoas que se pretende atingir (FRASCARA, 2009, p.30).



2.2 Políticas Públicas para resíduos de medicamentos

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, por meio da Lei 12.305 de 2010 é um importante marco para a gestão ambiental brasileira e surge num contexto necessário à regulamentação da problemática dos resíduos sólidos no Brasil, tanto no aspecto ambiental, quanto no econômico e social. Esta Lei auxilia na regulação dos graves problemas relacionados à gestão dos resíduos sólidos urbanos no Brasil e representa uma legislação que garante a proteção aos recursos naturais, a saúde do ecossistema e a melhoria da qualidade de vida de todos os seres vivos (RAUBER, 2013).

O seu artigo 30 institui a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida de produtos regendo e atribuindo responsabilidades entre fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes, consumidores e titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo de resíduos sólidos. São objetivos da responsabilidade compartilhada,

“I – compatibilizar interesses entre os agentes econômicos e sociais e os processos de gestão empresarial e mercadológica com os de gestão ambiental, desenvolvendo estratégias sustentáveis; II – promover o aproveitamento de resíduos sólidos, direcionando-os para a sua cadeia produtiva ou para outras cadeias produtivas; III – reduzir a geração de resíduos sólidos, o desperdício de materiais, a poluição e os danos ambientais; IV – incentivar a utilização de insumos de menor agressividade ao meio ambiente e de maior sustentabilidade; V – estimular o desenvolvimento de mercado, a produção e o consumo de produtos derivados de materiais reciclados e recicláveis; VI – propiciar que as atividades produtivas alcancem eficiência e sustentabilidade; VII – incentivar as boas práticas de responsabilidade socioambiental”. (BRASIL, 2017, p 13).

O Art.33º da PNRS de 2010, estabelece a obrigatoriedade de formação dos sistemas de logística reversa orientando o retorno dos produtos ao final do ciclo de vida, no ato pós consumo. A formação destes sistemas é independente do sistema de serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, e envolve fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de,

“I – agrotóxicos, seus resíduos e embalagens, assim como outros produtos cuja embalagem, após o uso, constitua resíduo perigoso, observadas as regras de gerenciamento de resíduos perigosos previstas em lei ou regulamento, em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS e do Suasa, ou em normas técnicas; II – pilhas e baterias; III – pneus; IV – óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; V – lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; VI – produtos eletroeletrônicos e seus componentes”. (BRASIL, 2017, p.14).

O decreto 10.388 regulamenta o § 1º do art. 33 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Este decreto institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializado e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores com a participação de fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores, conforme disposto no Decreto nº 7.404 de 23 de dezembro de 2010 (BRASIL, 2020).

3. Procedimentos Metodológicos

Este estudo apresenta parte dos desdobramentos de uma dissertação de mestrado apresentada em fevereiro de 2022 que possuiu como tema central o descarte de Medicamentos de Vencidos ou Desuso sob a perspectiva do Design e da Economia Circular. O estudo em questão analisou atores e setores da rede circular para a problemática do descarte de medicamentos vencidos ou em desuso.

Os atores sociais da pesquisa foram definidos por sua relação com o problema do descarte inadequado de MDVD. Desta forma, foram escolhidos por sua representatividade dentro da cadeia produtiva de produtos fármacos, onde pode-se destacar: 1) indústria multinacional de medicamentos; 2) sindicato patronal do segmento de fármacos e químicos; 3) associação de engenharia sanitária; 4) conselho de classe de profissionais da área farmacêutica, dentre outros. O Quadro 2 apresenta as instituições entrevistadas e os objetivos pretendidos.

Quadro 2. Atores entrevistados na pesquisa.

Instituição	Representante na cadeia	Objetivo
Sindicato patronal de produtos farmacêuticos de Minas Gerais	Sindicato patronal da indústria de produtos farmacêuticos e químicos do Estado de Minas Gerais, responsável por desenvolver estudos, coordenação, em prol das empresas do segmento de fármacos, químicos e cosméticos.	Compreender a percepção da entidade em relação aos desafios de estruturação da logística reversa de medicamentos de uso domiciliar vencidos ou em desuso.
Entidade estadual de meio ambiente - Minas Gerais	Instituição estadual vinculada à Secretária do Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, que possui como um dos seus objetivos promover a aplicação dos instrumentos de gestão ambiental no Estado de Minas Gerais. A entidade dá apoio a outras instituições ambientais estaduais, e integra órgãos nacionais vinculados ao meio ambiente. O entrevistado nesta instituição trabalha na área de resíduos.	Compreender a atuação das instituições estaduais no que diz respeito problemática do descarte de medicamentos de uso domiciliar vencidos ou em desuso.
Entidade representativa dos profissionais da área farmacêutica de Minas Gerais	Entidade desenvolve atividades que buscam contribuir para a melhoria da saúde pública e da assistência farmacêutica, estimulando e desenvolvimento de programas de capacitação dos profissionais do segmento.	Compreender as articulações da entidade representativa das farmácias e drogarias em relação problemática do descarte de medicamentos de uso domiciliar, vencidos ou em desuso, e suas ações em decorrência do decreto 10.388.
Associação na área de engenharia do estado de São Paulo	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental de São Paulo – Câmara de Resíduos Sólidos. A entidade tem como propósito desenvolver atividades técnico-científicas, político-institucionais e de gestão que contribuam para o desenvolvimento do saneamento ambiental, buscando à melhoria da saúde, do meio ambiente e da qualidade de vida dos seres vivos.	Compreender as mobilizações realizadas pela instituição em relação a Logística Reversa de medicamentos, sabendo que a instituição liderou a criação da norma ABNT 16.457 que orienta boas práticas para a Logística Reversa de medicamentos de uso domiciliar vencidos ou em desuso.



Instituto de consciência e consumo	Organização sem fins lucrativos que desenvolve ações de sensibilização, mobilização e de engajamento em prol do consumo consciente.	Compreender quais ações o instituto desenvolve junto aos consumidores em relação ao descarte correto de medicamentos de uso domiciliar vencidos ou em desuso.
Indústria farmacêutica	Empresa multinacional, situada no Estado de Minas Gerais, na cidade de Montes Claros, fabricante de medicamentos contra diabetes, obesidade e outras doenças graves.	Compreender como a indústria se organiza para atender ao Decreto 10.388 e como a área de Design pode ser um instrumento para alcance desta tratativa.

Fonte: Fonseca, 2022.

A pesquisa de mestrado correspondeu a uma pesquisa qualitativa que fez uso da pesquisa de campo como procedimento técnico. De forma complementar, o estudo foi conjugado com a pesquisa documental, haja vista a necessidade de apresentar análises sobre legislações e normas técnicas que permeiam a natureza do problema. O estudo utilizou como instrumento de pesquisa a entrevista não-estruturada. Concentrou-se nesta modalidade de entrevista para não limitar as possibilidades dos achados em campo e por se tratar de um assunto relativamente novo em termos de legislações e estruturação das políticas públicas que o envolvem.

O foco do estudo possuiu como base de investigação o conceito de rede circular proposto por Léa Gejer e Carla Tennenbaum. Neste conceito as autoras propõem uma lógica de rede circular que auxilia na compreensão dos **atores e setores** que compõe esta rede circular. De acordo com as autoras, para cada projeto é necessário pensar quais stakeholders são relevantes, e quais são as lógicas necessárias que se precisa estabelecer caso haja a intenção de transitar para uma lógica conectada aos preceitos de Economia Circular. A comunicação foi uma das áreas chave na problematização do descarte de Medicamentos Vencidos ou em Desuso que apresentou relevância nas entrevistas realizadas na perspectiva dos autores entrevistados.

4. Aplicações e/ou Resultados

Em uma rede circular a comunicação assume um papel importante para a transição para um modelo econômico circular. Esse papel pode estar relacionado ao projeto da comunicação de uma determinada Política Pública, como a Logística Reversa de Medicamentos Vencidos ou em Desuso, com foco educativo e de formação de consciência para o descarte correto. O Quadro 3 sinaliza as principais demandas relacionadas à comunicação identificadas a partir do estudo documental da pesquisa, obtidas na Norma Técnica Brasileira NBR 16.557(Logística Reversa de Medicamentos Vencidos ou em Desuso) e no Decreto 10.388 (Logística Reversa de Medicamentos Vencidos ou em Desuso para o Brasil), que normatiza esta logística no Brasil.

Quadro 3 – Demandas da comunicação.

Documento analisado	Demanda informacionais
ABNT 16.457 (2016)	<p>Documentos e registros: apresenta as demandas por registros de movimentação dos medicamentos descartados pelo consumidor, nas etapas de gerenciamento, garantindo o acompanhamento de todas as etapas de logística reversa (ABNT, 2016).</p> <p>Orientação aos consumidores: o consumidor de medicamentos deve ser orientado a respeito do descarte adequado de medicamentos, demonstrando quais medicamentos devem ser descartados e quais não devem. (ABNT, 2016).</p>
Decreto 10.388	<p>Artigo 20 determina a divulgação do sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou desuso e suas embalagens sob responsabilidade dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de medicamentos domiciliares disponibilizarão informações aos consumidores por meio de mídias digitais e de sítios eletrônicos.</p> <p>O que deve ser informado: orientações a respeito do sistema de logística reversa de medicamentos de uso domiciliar vencidos ou em desuso no cabe a participação dos consumidores para o retorno adequado dos medicamentos e suas embalagens (BRASIL, 2020).</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)

Na pesquisa de campo, dois atores da cadeia produtiva de fármacos apontaram alguns problemas na dimensão da comunicação dentro da problemática da Logística Reversa de Medicamentos Domiciliares Vencidos ou em Desuso. O Quadro 4 abaixo apresenta as principais situações apuradas.

Quadro 4 – Situações apuradas.

Parte interessada	Situação identificada
Conselho de classe do segmento de farmácias	Percebe a comunicação como principal desafio em relação a conscientização dos associados e consumidores;
Associação de engenharia sanitária	<p>Salienta a necessidade de clareza no processo de comunicação com a população. Para a entidade, se não ocorrer uma comunicação clara corre-se o risco de o consumidor não separar adequadamente os medicamentos que podem ser descartados. Além disto, pontua o risco ocupacional para os profissionais responsáveis pela coleta.</p> <p>Comunicação inicial apenas para cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes, trazendo entraves para uma comunicação em nível nacional.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores (2022)



5. Análises dos Resultados e Discussões

A dimensão da comunicação dentro da rede circular apresentou, tanto na pesquisa documental como em campo, constatações relevantes para o estudo. Conforme as legislações diretamente relacionadas ao problema do descarte de Medicamentos de Uso Domiciliar Vencidos ou em Desuso existem demandas de geração de documentos e registros capazes de medir a eficiência do sistema, bem como a orientação que deve ser dada aos consumidores de medicamentos (ABNT 16.457 (2016)); e o Decreto 10.388 que apresenta demandas em relação ao que deve ser informado ao consumidor para que ele tenha condições de exercer a parte que lhe cabe.

No estudo com as partes interessadas foi possível apurar suas perspectivas em relação a problemática do MDVD. Para a entidade de classe do segmento de fármacos a comunicação com associados e consumidores é o principal desafio para a viabilização da Logística Reversa de Medicamentos, prevista no Decreto 10.388. Já a perspectiva da entidade de Engenharia Sanitária, aponta a necessidade de clareza no processo de comunicação com a população para que o descarte correto ocorra, resguardando inclusive a partir disto, a segurança dos profissionais responsáveis pela coleta nos pontos de recebimento. Outro ponto salientado por esta instituição é em relação a parcialidade da comunicação, ou seja, por critérios de implementação, somente as cidades com mais de 100 mil habitantes procederão com implementação da Logística Reversa de Medicamentos, trazendo entraves para uma comunicação a nível nacional.

No sentido de levar a informação por meio da comunicação, a pesquisa bibliográfica demonstrou como o Design assume um importante papel dentro da problemática do descarte de MDVD relacionado a uma Política Pública, auxiliando que a informação certa acesse os indivíduos impactados pelo problema, podendo direcioná-los para a ação correta. De acordo com Bonsiepe (2011) o Design favorece a recepção e interpretação da mensagem informacional, e como resultado pode permitir uma ação mais satisfatória por parte dos indivíduos. A questão central está em conseguir consolidar todas as informações necessárias que englobam o problema do MDVD, para conseguir se formar por meio do Design um plano de comunicação claro e assertivo. Redig (2004) corrobora, ao afirmar que o Design informacional possui um papel relevante para tornar indivíduos competentes em informação, sendo essencial para a formação do cidadão. Para o autor,

“Não há cidadania sem informação, nem informação sem Design. Esses pequenos exemplos, somados a tantos outros, trazem a noção de cidadania para o âmbito da responsabilidade do designer, e particularmente do designer de informação. Cabe-nos assumir junto ao poder pública esta responsabilidade através das entidades acadêmicas e profissionais”. (REDIG, 2004, p.66).

Nesse sentido, Redig (2004) traz duas questões importantes que são pertinentes a problemática do descarte de MDVD, a da cidadania e do papel do profissional de design. Se a cidadania é formada por meio do acesso à informação (REDIG, 2004), pode-se concluir que por meio do Design pode-se auxiliar indivíduos a alcançarem a cidadania, cumprindo corretamente seus direitos e deveres. No caso do descarte de MDVD, o Design Informacional pode auxiliar Políticas Públicas para que os cidadãos compreendam os seus deveres na

responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos prevista na Política Nacional de Resíduos Sólidos, cumprindo com o papel que lhes cabe.

6. Conclusão ou Considerações Finais

O presente estudo alerta para a gravidade dos problemas ambientais que a comunidade global enfrenta na atualidade ou poderá enfrentar no futuro decorrente da exploração exacerbada dos recursos naturais que não se renovam e, também, pela ingerência dos resíduos gerados nos processos produtivos ou do ato pós consumo, incluindo os medicamentos de uso domiciliar vencidos ou em desuso (MDVD).

A partir dos resultados do estudo não resta dúvidas que problemas desta ordem podem ser considerados problemas complexos, que demandam legislações para regulamentação, além de conhecimentos e ferramentas para enfrenta-los. Nesse sentido, o Design, devido a sua transversalidade e *know how* para trabalhar com problemas de ordem complexa, pode contribuir para mitigação de problemas desta ordem, especialmente o Design de ordem informacional, visto que pode auxiliar na construção de projetos de comunicação capazes de auxiliar que cidadãos conheçam seus deveres e obrigações por meio das legislações relacionadas à Política Ambiental.

Além disso, o Design informacional poderia auxiliar na condução de campanhas voltadas à educação ambiental e conscientização da população sobre a dimensão do impacto negativo que o descarte inadequado desses medicamentos pode ter na saúde pública, bem como no meio ambiente.

Por fim, o estudo buscou instigar a comunidade científica da área no tocante à necessidade de realização de mais pesquisas sobre o assunto, tendo em vista a lacuna da literatura encontrada na fase de pesquisa documental, o que sugere um tema propício para estudos futuros.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (ABNT). **NBR 10.004 – Resíduos BRASIL, 2010**. Governo Federal, Lei n.º 12.305, de 02 de agosto de 2010, disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Lei/L12305.htm. Acesso em: 19 jan. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 16457:2016 – Logística reversa de medicamentos de uso humano vencidos e/ou em desuso – Procedimentos**. Comissão de Estudo Especial de Resíduos de Serviços de Saúde da ABNT (ABNT/CEE-129), 05 de agosto de 2016.



AURELIO, Cecilia Juliani; PIMENTA, Renato Ferreira; UENO, Helene Mariko. **Logística Reversa de medicamentos: estrutura no varejo farmacêutico**. Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, v. 10, n. 3, p. 1, 2015.

BEST, Kathryn. **Design Management : managing design strategy, process and implementation**. Fairchild Books, 2018.

BILA, Daniele Maia; DEZOTTI, Márcia. **Fármacos no meio ambiente**. Química nova, v. 26, n. 4, p. 523-530, 2003.

BILA, Daniele Maia; DEZOTTI, Márcia. **Identificação de fármacos e estrogênios residuais e suas consequências no meio ambiente**. In: Programa de Engenharia Química/ Coppe-UFRJ, organizador. Fronteiras da engenharia química. v. 1. Rio de Janeiro: Coppe-UFRJ; 2005. p. 141-175.

BONSIEPE, Gui. **Design, Cultura e Sociedade**. São Paulo: Blucher, 2011.

BRASIL. 2011 **Decreto nº 7404/2010. Regulamenta os dispositivos da Lei 12305 de 02 de agosto de 2010**. Diário Oficial da União, Brasília-DF. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2010/Decreto/D7404.htm Acesso em: 05 de dezembro de 2020.

BRASIL. **Decreto Lei 10388/2020** - Regulamenta o § 1º do caput do art. 33 da Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, e institui o sistema de logística reversa de medicamentos domiciliares vencidos ou em desuso, de uso humano, industrializados e manipulados, e de suas embalagens após o descarte pelos consumidores. Disponível em: <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=396602> . Acesso em: 05 de dezembro de 2020.

BROWN, Amy. **Pharma industry confronts growing problem of pharmaceutical waste**. Nordic Life Science. Estocolmo, 11 jun. 2020. Disponível em: <https://nordiclifescience.org/pharma-industry-confronts-growing-problem-of-pharmaceutical-waste/>. Acesso em: 17 jan. 2020.

BUCHANAN, Richard. **Wicked problems no pensamento de design**. Estudos em Design, v. 30, n. 1, 2022.

CAVALCANTE, Pedro Luiz Costa Organizador. **Inovação e Políticas Públicas: superando o mito da ideia**. 2019.

DESIGN COUNCIL. **Design for all: Broadening use and understanding of design by the public and public sector**, 2021. Disponível em: <https://www.designcouncil.org.uk/our-work/news-opinion/design-for-all-broadening-use-and-understanding-of-design-by-the-public-and-public-sector/>

ESCOLA NACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA. **Uso do design em políticas públicas**, 2021.

FALQUETO, Elda; KLIGERMAN, Débora Cynamon; ASSUMPÇÃO, Rafaela Facchetti. **Como realizar o correto descarte de resíduos de medicamentos?**. Ciência & Saúde Coletiva, v. 15, p. 3283-3293, 2010.

FRASCARA, Jorge. **Comunicação para mudança: estratégias e dificuldades**. Arcos Design, Rio de Janeiro, UERJ, v. 4, n. 2, p. 25-40, 2009.

MENDONÇA, L. **Design Thinking e políticas públicas: Ampliando as possibilidades de diálogo**. 2019. Tese de Doutorado. Dissertação de mestrado. Brasília-DF, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada-IPEA.

QUADRA, Gabrielle R. et al. Investigation of medicines consumption and disposal in Brazil: A study case in a developing country. **Science of The Total Environment**, v. 671, p. 505-509, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.334>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719313324>. Acesso em: 13 jan. 2022.

RAUBER, Marcos Eduardo E.; **Apontamentos sobre a política nacional de resíduos sólidos, instituída pela Lei Federal nº 12.305, de 02 fev. .08.2010**. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia, v. 4, n. 4, p. 01-24, 2011.

REDIG, J. 2004. **Não há cidadania sem informação, nem informação sem design**. InfoDesign, São Paulo, v. 1, n. 1, p.58-66. Disponível em: <http://www.infodesign.org.br/infodesign/article/view/4>. Acesso em: 25 abr. 2016.

SOUZA, Celina. **Políticas públicas: uma revisão da literatura**. Sociologias, p. 20-45, 2006.

TERNES T. A; STUMPF M.; MULLER J.; HABERER K.; WILKEN, R. D. SERVOS M. **Behavior and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants – I. Investigations in Germany, Canada and Brazil**. The Science of the Total Environment, 1999; 225:81-90.

UNIVERSITY OF YORK. **Antibiotics found in some of the world's rivers exceed 'safe' levels, global study finds**. United Kingdom, 2019. Disponível em: <https://www.york.ac.uk/news-and-events/news/2019/research/antibiotics-found-in-some-of-worlds-rivers/> . Acesso em: 18 jan.2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION et al. **Circular Economy and Health: Opportunities and Risk**. World Health Organization Regional Office for Europe: Copenhagen, Denmark, 2018.



WWF-BRASIL. **Relatório Planeta Vivo 2014**. Disponível em: <https://www.wwf.org.br/?42223/Relatorio-Planeta-Vivo-2014>. Acesso em: 15 jan. 20

A joia de território do estado do Pará com sementes amazônicas: estratégias para a sustentabilidade do setor a partir da análise da cadeia produtiva

Territory jewel of the state of Pará with Amazonian seeds: strategies for the sector sustainability from the productive chain analysis

Vivianne Ferreira Gonçalves, mestranda, UFPE

vivianne.vfg@ufpe.br

Germannya D' Garcia Araújo Silva, doutora, UFPE

germannya.asilva@ufpe.br

Lia Paletta Benatti, doutora, UFJF

lia.paletta@ufjf.br

Resumo

Este artigo apresenta os resultados parciais da pesquisa de mestrado desenvolvida no PPGDesign da UFPE, cujo objetivo foi mapear a cadeia produtiva das joias de território do Pará com sementes amazônicas visando contribuir para o fortalecimento e a sustentabilidade do setor joalheiro local. O método foi adaptado do Modelo de Análise da Cadeia Produtiva do Artesanato proposto pelo Laboratório de Design O Imaginário/UFPE, para coletar informações sobre a identificação da matéria-prima, dos processos produtivos e do acesso ao mercado. A pesquisa de cunho qualitativo contou com a participação voluntária de designers cadastrados no Programa Polo Joalheiro/Pará; representantes do IGAMA e da Embrapa, sendo os primeiros resultados, indicativos de fragilidades nas etapas iniciais de fabricação. Os produtores dependem dos atravessadores para coleta e beneficiamento da matéria prima, no entanto, a Embrapa-PA já dispõe de um método eficaz para o tratamento das sementes, ainda não praticado pelos produtores locais.

Palavras-chave: Joia de território; Sementes amazônicas; Cadeia produtiva; Estado do Pará.

Abstract

This paper presents the partial results of the master's research developed at the UFPE's PPGDesign, whose objective was to map the productive chain of territory jewelry from Pará with Amazonian seeds, aiming to contribute to the strengthening and sustainability of the local jewelry sector. The method was adapted from the Handicraft Productive Chain Analysis Model proposed by O Imaginário Design Laboratory/UFPE, to collect information for identifying raw materials,



production processes and access to the market. The qualitative research had the voluntary participation of designers registered in the Polo Joalheiro Program/Pará; representatives of IGAMA and Embrapa, with the first results indicative of weaknesses in the initial manufacturing stages. Producers depend on middlemen to collect and process raw materials, however, Embrapa-PA already has an effective method for seed treatment, which has not yet been applied by local producers.

Keywords: Territory jewels; Amazonian seeds; Productive chain; State of Pará

1. Introdução

O estado do Pará é rico em biodiversidade por estar inserido no bioma da Floresta Amazônica, que compreende 15% da biodiversidade do planeta, com 60 mil espécies entre fauna e flora, sendo 8% delas particulares da região, e com potencial para grandes descobertas de tratamento e cura de doenças (FOLHA DE SÃO PAULO, 2020). O estado possui ainda maior jazida de ferro do mundo, é o maior produtor de ouro, possui 80% da reserva brasileira de bauxita, com 256 ocorrências de gemas, como o diamante, a ametista e o topázio (IBGM, 2005).

No que tange à cultura material, o estado tem tradição na joalheria tradicional, com a predominância dos metais preciosos e das gemas inorgânicas na sua composição. No entanto, a joalheria paraense tem se afirmado através de uma identidade que traz os aspectos do território a partir do uso de materiais alternativos naturais da região amazônica junto à estética da flora, da fauna e da cultura local, são reflexos do quanto o ambiente ao redor influencia na criatividade dos designers.

Dentre os diversos materiais alternativos naturais utilizados, as sementes estão entre os mais difundidos, pois possuem baixo custo e são de fácil montagem. É possível agrupá-las em dois grandes grupos: as oriundas de palmeiras e as oriundas de plantas leguminosas. Essa diferenciação tem impactos em aspectos como os de durabilidade, dureza e absorção de água. Nos adornos se apresentam na cor natural ou tingidas, aliadas a outros materiais naturais ou sintéticos.

Com tantas peculiaridades, a produção de adornos do Pará não consegue ser classificada dentro dos conceitos pré-estabelecidos de joia ou artesanato. Pois, no sentido mais tradicional, a definição de joia está atrelada ao valor implícito do material, que é produzido e trabalhado com metais preciosos, e entendida como um objeto precioso (MERCALDI; MOURA, 2017). Já o artesanato pode ser aquele produzido por grupos de artesãos que valorizam a forma predominante do fazer manual e do uso de recursos e matérias-primas locais (ANDRADE, 2015).

Por isso que, seja na forma de um produto que utiliza técnicas tradicionais e é comercializado em feiras de artesanato, seja em artefatos que associam os materiais de maior valor àqueles naturais, esta pesquisa cunha o termo *joia de território* para caracterizar um artefato que carrega técnicas tradicionais, matéria-prima local, além de conceitos e temáticas que retratam diversos aspectos culturais da região. Todavia, alguns

modos de fazer ficam restritos aos artesãos e ourives, ou mesmo atravessadores de matéria-prima, o que dificulta o compartilhamento do saber.

Dentro desse cenário, reconhecem-se aspectos que comprometem a sustentabilidade econômica, política, ambiental e social dessa produção. O primeiro diz respeito à sustentabilidade econômica, pois por se tratar de um material orgânico, a semente possui maior probabilidade de apresentar problemas quanto à sua durabilidade.

[...] a procedência do material impacta diretamente o resultado final da joia. Este ponto deve ser ressaltado pois sementes com secagem insuficiente, armazenagem inadequada e até mau uso pelo consumidor final podem acarretar na ação de fungos e insetos, ocasionando mudança de coloração, degradação rápida, surgimento de furos ou perda de partes da semente. (GONÇALVES, *et al.*, 2021).

O segundo problema está relacionado à sustentabilidade política, não apenas no contexto do estado do Pará mas da produção nacional. Benatti (2013) apontou em sua pesquisa sobre biojoias que há dificuldade em se conhecer sobre a legislação vigente para a coleta de sementes, e ressalta a importância de uma legislação específica de fácil compreensão pelo catador e artesão a fim de promover uma produção artesanal dentro das normas de qualidade.

Já a sustentabilidade ambiental está diretamente relacionada com o descarte de resíduos pois, a exemplo do que acontece com a semente do açaí, atualmente, o estado é o seu maior produtor, com 86% da produção nacional, enfrentando problemas com os resíduos para a retirada da polpa, pois apenas 17% do fruto é utilizado na extração. As fibras e sementes restantes terminam por ser descartadas, em sua maioria, de forma irregular (SATO, 2018).

Por fim, a sustentabilidade social está associada a uma demanda crescente por parte do consumidor em relação à origem dos materiais empregados nos produtos que consomem. Em entrevista concedida, a diretora executiva do Espaço São José Liberto - Polo joalheiro do Pará ressalta que os consumidores desses produtos, normalmente turistas, exigem saber das suas procedências, como é produzido, quem fez, se causaram poluição, desmatamento, ou mesmo, se é resultante de trabalho escravo (FURTADO, 2019).

A falta de legislação e formalização do trabalho na cadeia produtiva das joias de território com sementes impacta diretamente os aspectos sociais dos atores envolvidos. Segurança do trabalho e direitos trabalhistas são fatores de difícil mapeamento pela informalidade do setor.

A região amazônica sempre esteve isolada dos grandes centros urbanos do país, tendo que criar seu próprio caminho dentro do mercado, além de enfrentar os desafios impostos pelo próprio território. A escassez de conhecimento de como a produção da região está organizada dificulta as ações para a sua melhoria. Como ressalta Krucken (2007, p. 30) “a qualidade de um produto tem que ser considerada de forma ampla, envolvendo o território, os recursos utilizados e a comunidade que o produziu”.

Diante do exposto, a falta de discussão e acesso aos dados do processo de produção das joias de território no estado do Pará gera problemas de sustentabilidade do negócio. Esta

pesquisa parte do pressuposto que o mapeamento da cadeia produtiva das joias de território com sementes no estado do Pará é uma ação necessária para a sustentabilidade econômica, a política ambiental e social do segmento, e questiona: como está estruturada a cadeia produtiva das joias de território que utilizam sementes amazônicas no estado do Pará?

2. Cadeia produtiva das joias do Pará

A temática da cadeia produtiva das joias do Pará e das biojoias já foi tratada em outros trabalhos acadêmicos nacionais. A pesquisa realizada por Schreiner (2014), por exemplo, trouxe a perspectiva da área da administração e enfatiza que os estudos sobre as questões mercadológicas, organizacionais e tecnológicas da indústria de joias e da economia criativa na Amazônia são insuficientes.

O Instituto Brasileiro de Gemas e Metais preciosos (IBGM) conceitua a cadeia produtiva como um:

[...] conjunto de atividades que se articulam progressivamente desde os insumos e matérias-primas até o produto final, incluindo a extração e o processamento da matéria-prima e sua transformação, a distribuição e comercialização do produto, nos mercados nacional e internacional, constituindo os segmentos de uma corrente ou cadeia (IBGM, 2005, p. 20).

Este estudo apontou como necessário a análise da cadeia de valor da joalheria tradicional para identificar se as atividades desenvolvidas estão impulsionando a economia criativa da região. De forma esquemática, o cenário da produção de joias tradicionais do Pará foi proposto por Schreiner (2014), no qual é possível ver as fases do fluxo da cadeia do setor joalheiro (Figura 1).



Figura 1: Fluxograma do setor joalheiro. Fonte: Adaptado de Schreiner, 2014.

O fluxograma pode ser dividido em quatro fases: a primeira contempla as etapas 1 e 2 (Extração e Tratamento), no qual o material bruto é coletado e tratado; a segunda, Criação e Design, diz respeito ao projeto da peça em si, que geralmente é realizada por um

designer. A terceira corresponde à etapa de produzir a peça na bancada e, contemplando as etapas 4, 5 e 6 (Ourivesaria, Lapidação e Montagem) que podem ser realizadas por ourives e lapidários. A quarta e última fase direciona-se às ações de acesso ao mercado consumidor (Publicidade, Vendas e Serviço pós-venda). No entanto, uma das maiores problemáticas na cadeia da joia tradicional encontra-se na primeira fase, a de extração dos minerais, em função da dificuldade dos poderes locais em fiscalizar o garimpo ilegal nas regiões mais remotas do país.

O estudo mais próximo sobre cadeia produtiva envolvendo joias com uso de sementes foi publicado por Benatti (2013). Este trata sobre o acabamento ornamental em sementes com o objetivo de contribuir com a competitividade da biojoia brasileira provendo a possibilidade de catalogação dos acabamentos decorativos das sementes. A Figura 2, apresenta a proposta de organização da cadeia de valor das biojoias brasileiras.

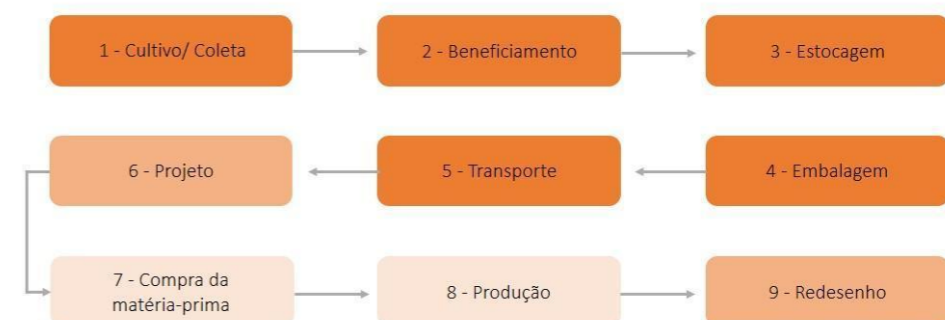


Figura 2: Fluxograma da cadeia de valor da biojoia. Fonte: Elaborado pelas autoras.

A etapa 1 deste fluxo, Cultivo e Coleta, se assemelha à cadeia da joalheria proposto por Schreiner (2014) quando, por exemplo, para a joia tradicional há a extração dos minérios enquanto que na biojoia se tem o cultivo e coleta dos materiais de origem vegetal ou animal.

3. Trajetória metodológica

O método proposto foi desenhado para expandir os conhecimentos a respeito das etapas que envolvem o processo de produção dos adornos com sementes apenas na cidade de Belém- PA. O “Modelo de Análise da Cadeia Produtiva do Artesanato” proposto pelo Laboratório o Imaginário/ UFPE foi selecionado como ferramenta metodológica para coleta dos dados.

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”, fomentado pelo Sistema de Incentivo à Cultura (SIC) do Estado de Pernambuco, foi implementado junto a seis grupos de artesãos no período de três anos. No ano de 2013, a pesquisa se direcionou à duas comunidades que trabalham com a matéria-prima no seu estado natural; no ano seguinte, os grupos estudados utilizavam os materiais de origem industrial; e em 2014, a pesquisa se direcionou aos artesãos que trabalhavam com matérias-primas recicláveis (TABOSA *et al.*, 2016).

Desde a sua concepção, este Modelo considera três protocolos: I. Identificação das matérias-primas; II. Identificação de processos produtivos; e III. Identificação de acesso a mercados, e já foi testado e validado com várias tipologias de artesanato (madeira, tecido, cana-brava e cerâmica). Barbosa e Silva (2022) ressaltam ainda que essas três fases são analisadas a partir dos fornecedores, produtores e consumidores, sob os vieses:

- a) 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. (BARBOSA; SILVA, 2022, p. 27).

No viés da sustentabilidade, as quatro dimensões estabelecidas foram propostas por Deheinzelin (2010) e relatam as relações sociais estabelecidas na cadeia de pré-produção, produção, distribuição, comunicação e consumo. Já na dinâmica dos fluxos e contra-fluxos, o modelo de análise do laboratório procura “visibilidade e a busca de oportunidades nas ineficiências ou gargalos identificados nos fluxos e contra-fluxos dos produtos, recursos, informações e conhecimento da cadeia produtiva, em toda a sua extensão” (Relatório da pesquisa: Modelo de análise da cadeia produtiva – Projeto cultural 1111/12).

Sobre o último viés, movimento do circuito da cultura, pode-se entender que é uma forma articulada de ver o artefato artesanal na análise do processo da produção, identidade, representação, consumo e regulação.

Este trabalho de pesquisa de abordagem qualitativa foi desenhado em três (03) fases: a **Fase 1**) tratou do levantamento de informações sobre o cenário da produção da joalheria no estado do Pará; a **Fase 2**) propôs o uso da ferramenta para a coleta dos dados do “Modelo de análise da cadeia produtiva do artesanato”, em uma amostra de produtores que poderiam advir dos ramos da ourivesaria, design e artesanato, com visita aos seus ateliês e/ou ponto de venda dos seus produtos para a observação, aplicação dos protocolos, e registro das suas produções; por fim, a **Fase 3**) que consistiu na transcrição e análise dos dados coletados, no intuito de encontrar os pontos convergentes e divergentes dos elos desta produção, e assim sintetizar como está organizada a cadeia produtiva da joia de território do Pará.

As técnicas de pesquisa aplicadas foram: a) **Pesquisa documental** indireta e direta (pesquisa de campo) através da busca de documentos, relatórios e/ou anotações referentes a joalheria de território do Pará em fontes físicas e digitais nas instituições locais públicas

que dão suporte ao setor joalheiro do estado; b) **Visitas técnicas** aos locais de comercialização das peças e de produção, como os ateliês e oficinas dos produtores voluntários da pesquisa; c) **Observação assistemática** não participante e individual com o auxílio de um smartphone para registro de imagens e áudios durante o contato com os vendedores, produtores e gestores das instituições de pesquisa e; d) **Entrevistas estruturadas** com o suporte dos protocolos impressos propostos pelo “Modelo de análise da cadeia produtiva” para a coleta de dados de cada voluntário da pesquisa.

4. Resultados Parciais

Fase 1

Os espaços públicos visitados foram selecionados pelo seu reconhecimento na comercialização de produtos regionais: o Espaço São José Liberto (ESJL), o Ver-o-Peso, a Estação das Docas, e a Praça da República (Figura 3). Como resultado das primeiras visitas técnicas, foi desenhado um mapa dos mais representativos produtores de artesanato/acessório de moda e joias paraenses.



Figura 3: A - Espaço São José Liberto; B - Mercado Ver-o-Peso; C - Estação das Docas e D - Praça da República. Fonte: Elaborado pelos autores (A, C e D); Luciano Gemaque (B).

O ESJL foi o local de maior representatividade de artefatos classificados como joia de território com sementes amazônicas, sendo possível identificar doze (12) produtoras que tinham peças com sementes expostas para comercialização (Figura 4). Deste total, foi possível entrar em contato com sete (07) produtoras, mas apenas três (03) se dispuseram a participar como voluntárias da pesquisa.

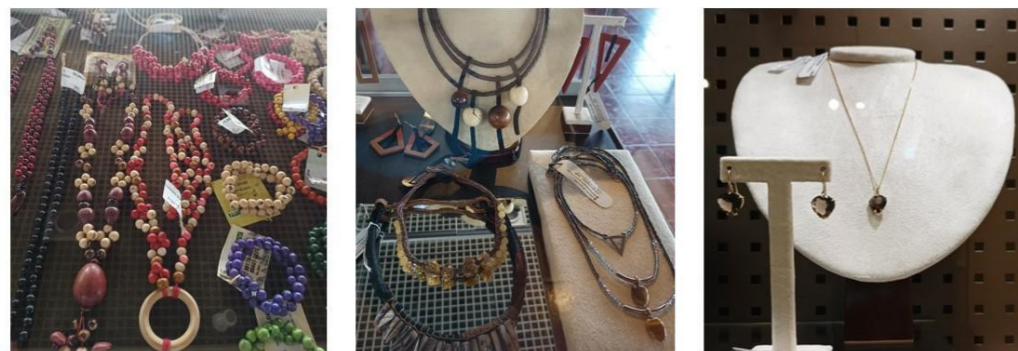


Figura 4: Adornos vendidos no ESJL. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Atualmente, o Instituto de Gemas e Joias da Amazônia (IGAMA) é o responsável por administrar o ESJL. O espaço comporta o Programa Polo Joalheiro do Pará e o Arranjo Produtivo Local de Moda, Design e Indústria do Vestuário, ambos implementados pelo Governo do Estado do Pará, por meio da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Mineração e Energia. De acordo com a gestora do IGAMA, das marcas que estão expostas no Espaço, o maior exemplo de rastreabilidade do produto com uso de sementes, é o da Amazônia Kamã, da designer Rita Reis. Acredita-se que muitos produtores ainda não têm a maturidade de compreender a importância do registro do começo, meio e fim das suas produções.

Segundo uma vendedora do ESJL, as sementes de maior preferência pelos clientes são as de açaí e jarina. Os modelos mais extravagantes e diferentes que trazem as sementes na sua coloração natural são os preferidos pelos turistas, todavia, o consumidor local não valoriza a produção dos adornos com sementes. A voluntária declara ainda que as peças da designer Rita Reis são as únicas que não apresentam problemas quanto a fungos, pois recebem o tratamento de superfície proposto pela EMBRAPA.

A EMBRAPA, instituição de pesquisa referência no estado para o tratamento de sementes amazônicas, desenvolveu em 2009, um protocolo (Figura 6) focado na etapa de secagem da matéria-prima para o uso em adornos. Isso ocorre porque, segundo a pesquisadora da instituição, é necessário rebaixar o teor de umidade ao nível de 2% a 3% para que não haja mais atividade microbiana.



Figura 6: Fluxograma de tratamento da EMBRAPA. Fonte: Adaptado de Embrapa, 2009.

Segundo a voluntária, as sementes são postas em uma estufa em temperatura de 103 \pm 5° C por 24 horas. Ao fim desse período, é feita uma segunda pesagem para avaliação de eficácia do processo de secagem. A depender do resultado, elas podem ser colocadas em uma estufa de circulação de ar forçado. Na sequência, é realizado o tratamento fitossanitário em câmara de luz ultravioleta para irradiação e esterilização, das sementes ou das peças já montadas, por cerca de 2 a 4 horas. Como medidas de conservação do produto é sugerido que as peças sejam mantidas em embalagens com sachê de sílica gel para evitar a absorção de umidade.

No entanto, atualmente, poucos são os produtores que se apropriaram dessa tecnologia para realizar o tratamento das suas sementes, e a falta de políticas públicas para o setor dificulta o financiamento de pesquisas para testar o protocolo em outras espécies de sementes e promover a disseminação do conhecimento para um número maior de produtores locais.

Fase 2

Como resultado da aplicação do Modelo de análise foi possível identificar as principais características da produção de adornos com sementes no estado do Pará sobre os aspectos: I. Identificação das matérias-primas (Quadro 1); II. Identificação de processos produtivos (Quadro 2) e III. Identificação de acesso a mercados (Quadro 3). Eles estão relacionados, principalmente, com as experiências das produtoras voluntárias.

Quadro 1: Principais pontos identificados no Protocolo de Identificação da matéria-prima

Identificação da matéria-prima	
Aspecto ambiental	As fontes das sementes são sítios particulares; comércio local e fornecedor individual.
Aspecto econômico	A pandemia é um fator que dificultou a aquisição da matéria-prima.
	O beneficiamento compreende as etapas de secagem (natural ou em estufas), furo, lixamento, tingimento e em alguns casos aplicação de resina sintética na superfície.
	As sementes são usadas em conjunto com diversos materiais, sejam eles naturais ou sintéticos.
Regulação - Legislação e Normas	A principal medida ambiental é a proibição da sua coleta em área de preservação.

	A semente com maior risco de extinção é a jarina.
--	---

Fonte: Autores.

Quadro 2: Principais pontos identificados no Protocolo de Identificação de processos produtivos

Identificação de processos produtivos	
Fluxo de conhecimento da pré-produção	A produção das peças pode ocorrer de duas formas: (1) o produtor dispõe o material sobre a mesa e cria a partir do que está disponível ou (2) é feito o projeto da peça para depois adquirir o material.
Fluxo de conhecimento dos modos de fazer e acabamento	Os acabamentos podem ser realizados com o tingimento natural ou sintético, resina e polimento.
Fluxo de conhecimento sobre o estoque e a expedição	As sementes costumam ser acondicionadas em potes de vidro ou sacos plásticos. As sementes que recebem tratamento de superfície com resina ficam livres de restrições.
Regulação - Organização da produção	A produção ocorre de forma individual nas casas (ateliers) das produtoras.
Práticas culturais e organizacionais	As etapas de montagem das peças costumam ser individuais, com exceção de quando há a necessidade de um trabalho de ourivesaria ou de um artesão específico.
Desenvolvimento de produtos	As peças procuram ser produzidas em acordo com as tendências, mas carregam muitas referências do território e do gosto pessoal do produtor.

Fonte: Autores.

Quadro 3: Principais pontos identificados no Protocolo de Identificação de acesso a mercados

Identificação de acesso a mercados	
Aspecto Social - Recorte de gênero, idade, etnia e parentesco	O trabalho é realizado por mulheres em sua maioria, de jovens à senhoras. Não foi identificado grau de parentesco.
Aspecto econômico - Fixação de preços	A fixação dos preços leva em consideração a mão de obra de todos os atores envolvidos, além do material empregado e o consumo de energia.

Fluxo de informação - Alavancar/Divulgação (material)	A divulgação é realizada pela imprensa no caso de algumas exposições; pelas designers em suas redes sociais e pela equipe do ESJL nas mídias do Espaço.
Regulação - Princípios	As designers buscam pela qualidade das produções, objetivam a sustentabilidade e a realização pessoal.

Fonte: Autores.

Os dados apresentados são parte das informações coletadas a partir dos 14 protocolos que compõem o “Modelo de análise da cadeia produtiva do artesanato”, mas para esse artigo foram sintetizadas.

5. Considerações Finais

A partir do cruzamento dos dados coletados (*Fase 3*) foi possível identificar e relatar algumas das fragilidades da cadeia produtiva dos adornos com sementes levantadas na cidade de Belém:

- Poucas são as produções acadêmicas encontradas sobre essa temática, e as dificuldades em reunir informações sobre como funciona os elos dessa cadeia produtiva impedem ações acadêmicas que poderiam auxiliar em uma produção mais sustentável;
- Há uma resistência dos produtores em fornecer informações. Segundo uma das gestoras entrevistadas, já houveram registros de evidências das irregularidades ambientais e trabalhistas no setor e isso pode ser uma das questões que geram insegurança em compartilhar os dados. Esse dado traz à tona a necessidade de ações governamentais para fiscalizar e auxiliar as práticas no processo de extração/coleta das matérias-primas;
- A etapa de beneficiamento ocorre através da informalidade e sem o cuidado adequado por parte de alguns produtores;
- Alguns produtores abrem mão de seus direitos trabalhistas, e a falta de transparência dessa produção pode levar à desvalorização das peças do setor de joias de território, uma vez que a rastreabilidade do produto é uma demanda urgente;
- É urgente o investimento em tecnologias e pesquisas para tratar da coleta e tratamento das sementes, bem como a capacitação dos produtores visando disseminar o conhecimento sobre os materiais e técnicas sustentáveis de fabricação.

Por fim, é iminente a proposição de leis visando a regulação da coleta e tratamento das sementes a fim de valorizar o trabalho do catador, inclusive para redução da figura do atravessador, pois estes obtêm grande parte do lucro da venda. O incentivo às pesquisas é fundamental para o desenvolvimento dessa produção, a exemplo da Embrapa que consegue entregar à comunidade local serviços de apoio e conscientização sobre como tratar a



matéria-prima e, por consequência, consegue entregar ao consumidor final um produto com qualidade e certificação garantida. Ratificamos com isso que a experimentação do Modelo de análise para o setor de joias foi exitosa e que o mesmo tem potencial de expansão para além do ambiente artesanal e suas especificidades.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pelo incentivo e apoio à essa pesquisa.

Referências

ANDRADE, Ana Maria Q. **A gestão de Design e o Modelo de Intervenção de Design para Ambientes Artesanais: um estudo de caso sobre a atuação do laboratório de Design O Imaginário/UFPE nas comunidades produtoras artesanato Cana-brava – Goiana e Centro de artesanato Wilson de Queiroz Campos Júnior – Cabo de Santo Agostinho, Pernambuco.** 395 p. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Design. Universidade Federal de Pernambuco, 2015.

ANDRADE, Ana Maria Q.; CAVALCANTI, Virgínia P (coord). **Laboratório O Imaginário: uma trajetória entre design e artesanato.** Recife: Zoludesign, 2020.

BARBOSA, Ana Carolina de Moraes A.; SILVA, Germannya D Garcia A. (coord). **Relatório parcial de pesquisa: Flores do barro – mapeamento e ideação da cadeia produtiva do artesanato.** Universidade Federal de Pernambuco, 2022.

BENATTI, Lia Paletta. **Inovação nas técnicas de acabamento decorativo em sementes ornamentais brasileiras: Design aplicado a produtos com perfil sustentável.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Design. Universidade do Estado de Minas Gerais, 2013.

EMBRAPA. **Bijuterias, adornos e artesanatos: uso de sementes de espécies florestais como gemas orgânicas.** Embrapa Amazônia Oriental; LEÃO, Noemi V. M. (coords.). Belém, 2009.

FOLHA DE SÃO PAULO. **A maior diversidade do planeta está aqui.** Folha de São Paulo. Estúdio Folha. Disponível em: <https://estudio.folha.uol.com.br/amazonia-importa/2020/08/1988816-a-maior-biodiversidade-do-planeta-esta-aqui.shtml>, 2020. Acesso em: 29 out. 2021.

FURTADO, Victor. Indústria sustentável: Sementes e cascas ganham status de joias da Amazônia. O liberal, Belém, 17 Nov. 2019. **Folha cidades e atualidades**, p. 8 e 9. Disponível em: <https://www.oliberal.com/cascas-e-sementes-ganham-status-de-joias-na-amazonia-1.213193>. Acesso em: 27 mar 2021.

GONÇALVES, Vivianne F.; SILVA, Germannya D Garcia A.; BENATTI, Lia P.; MARTINS, Laura. A usabilidade do efêmero: os desafios tecnológicos da joalheria contemporânea na adoção de materiais alternativos. In: **II Simpósio Internacional de Ourivesaria, Joalheria e Design**, 2021, vol. 9, n. 3.

IBGM. **Políticas e Ações para a cadeia produtiva de Gemas e Jóias.** HENRIQUES, Hécliton S.; SOARES, Marcelo M. (coords.). Brasília: Brisa, 2005. Disponível em: https://cursosextensao.usp.br/pluginfile.php/180964/mod_resource/96deposito/1/cadeia%20produtiva%20brasileira.pdf. Acesso em: 15 Abr. 2022.

KRUCKEN, Lia. **Design e território: valorização de identidades e produtos locais.** São Paulo: Studio Nobel, 2009.

MERCALDI, Marlon Aparecido; MOURA, Mônica. Definições da joia contemporânea. **Moda palavra E-periódico**, Santa Catarina, n. 19, p. 54-67, 2017.

Modelo de análise da cadeia produtiva do artesanato. Relatório da pesquisa. Sistema de incentivo à cultura: Projeto cultural 1111/12. Recife, 2013.

SATO, Michel Keisuke. **Biocarvão de resíduos de açaí como condicionante de solos.** Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, 2018. Disponível em: <http://repositorio.ufra.edu.br:8080/jspui/handle/123456789/468>. Acesso em: 15 mar 2021.

SCHREINER, Lílian Cristina. **Análise da cadeia de valor do Polo de Joias do Pará.** Dissertação de mestrado. Programa de Pós-Graduação em Administração. Universidade de São Paulo, 2014. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/002462667>. Acesso em: Set 2022.

TABOSA, Tibério *et al.* Processos culturais e cadeia produtiva do artesanato: Uma análise sobre a cerâmica do Cabo de Santo Agostinho/PE, Brasil. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 12, 2016, Belo Horizonte: Blucher, 2016, v. 9, n. 2, p. 3858-3868.



Aspectos entre o Design para Adaptabilidade (DfAD) e a Natureza: a bioinspiração em artefatos efêmeros

Aspects between Design for Adaptability and Nature: bioinspiration in ephemeral artifacts

PLÁCIDO FERNANDES CALUETE NETO

placidofernandes@gmail.com

JOSÉ EVANDRO HENRIQUES

eevandromoura@gmail.com

AMILTON JOSÉ VIEIRA DE ARRUDA

amilton.arruda@ufpe.br

Resumo

O desafio ambiental contemporâneo, marcado principalmente pelas emissões de gás carbônico na atmosfera que intensificam as mudanças climáticas, têm culminado em consequências planetárias já consideradas irreversíveis. Nesse sentido, este artigo busca enfatizar o Design para Adaptabilidade (DfAD) como prática projetual Biomimética, através da consideração ao ciclo de vida e acomodação às mudanças. Para isso, realizou-se uma investigação do Pavilhão de Pesquisa do ICD-ITKE 2013-14 destacando as vantagens quanto à lógica projetual, estrutural e material para artefatos efêmeros bioinspirados. Ressaltou-se, por fim, que o olhar à Natureza, como fonte de soluções e referências, mostra-se como uma alternativa para balancear os impactos advindos com as ações humanas desmedidas.

Palavras-chave: design para adaptabilidade; biomimética; arquitetura efêmera

Abstract

The contemporary environmental challenge, marked mainly by carbon dioxide emissions into the atmosphere that intensify climate change, has culminated in planetary consequences already considered irreversible. In this sense, this article seeks to emphasize Design for Adaptability (DfAD) as a Biomimicry design practice, through consideration of the life cycle and accommodation to changes. For this, an investigation of the ICD-ITKE 2013-14 Research Pavilion was carried out,

highlighting the advantages in terms of design, structural and material logic for ephemeral bioinspired artifacts. Finally, it was emphasized that the look to Nature, as a source of solutions and references, shows itself as an alternative to balance the impacts arising from excessive human actions.

Keywords: design for adaptability; biomimicry; ephemeral architecture

1. Introdução

A emissão desmedida de gás carbônico na atmosfera, principalmente pós industrialização, foi a principal responsável pelo aumento de aproximadamente um grau Celsius (1°C) na temperatura global, número que tende a crescer nas próximas décadas (IPCC, 2018). Diante dessa problemática, as ações humanas são fundamentais no combate às consequências advindas com as mudanças climáticas e que definem o desafio ambiental contemporâneo na Era do Antropoceno (KOLBERT, 2021):

as ações humanas ainda têm o potencial de determinar o curso futuro do clima. A evidência é clara de que o dióxido de carbono (CO²) é o principal impulsionador das mudanças climáticas, mesmo que outros gases de efeito estufa e poluentes atmosféricos também afetem o clima. [...] Reduções fortes e sustentadas nas emissões de dióxido de carbono (CO²) e outros gases de efeito estufa limitariam as mudanças climáticas (IPCC, 2021, p.1-3, grifo nosso, tradução nossa).

A busca pela Natureza como referência projetual não é recente (DIAS, 2014). Entretanto, ela tem se tornado cada vez mais evidente em campos de estudo como o Design, a Arquitetura e a Engenharia, por meio do papel transformador da alfabetização ecológica (WAHL, 2020; PAPANNEK, 1995). Através da Revolução Biomimética evidencia-se a Natureza como modelo, medida e mentora (BENYUS, 1998), objetivando um aumento na relação do homem com o ambiente natural e ampliando os sentimentos de participação e pertencimento (SOARES, ARRUDA, 2018).

Há um consenso, contudo, de que o conhecimento desenvolvido em disciplinas de cunho projetual e criativo de Biomimética [...] inclinam-se para o efetivo relacionamento de distintos conhecimentos e, cada vez mais, na necessária cooperação profissional. Vale destacar a existência de saudável compartilhamento das dificuldades/facilidades dos momentos de projeção (ARRUDA et al., 2019, p. 11).

A “implementação de um bom design baseado na Natureza” (VICENT, 2012, p.28), deve, segundo Pawlyn (2016), ser equilibrada: sem romantismo desenfreado ou ceticismo que desconsidere os avanços humanos. Mas, percebendo os valores naturais em sua relevância nos contextos atuais fonte de soluções e referências, principalmente nas etapas iniciais de projeto (MACKENZIE, 1991). Percebe-se, nessa perspectiva, um aumento da relação das áreas projetuais com a Biologia, através da criação de artefatos bioinspirados (MEYERS, 2012). Mazzoleni (2013) enfatiza a noção de interconectividade, ou seja, do entendimento de que elementos exercem influências entre si e estão vinculados.

Portanto, este artigo reúne discussões acerca da bioinspiração com base no estudo de artefatos efêmeros. Tem-se como objetivo geral enfatizar o Design para Adaptabilidade (DfAD) como prática projetual Biomimética. Os objetivos específicos são:

1. Desenvolver um debate teórico entre o DfAD e artefatos efêmeros;



2. Analisar um pavilhão como exemplo de artefato efêmero bioinspirado;
3. Destacar as vantagens do *DfAD* enquanto prática projetual Biomimética a ser aplicada em artefatos efêmeros.

2. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa, de caráter exploratório e qualitativo, dividiu-se em três etapas seguindo os objetivos específicos mencionados anteriormente. Primeiramente, foi realizada uma revisão da literatura de modo a construir o embasamento teórico entre três tópicos principais: o *DfAD* e a noção de efemeridade na Arquitetura, além da Biomimética.

Em seguida, investigou-se um estudo de caso, o Pavilhão de Pesquisa do ICD-ITKE 2013-14 / ICD-ITKE University of Stuttgart, concluído em 2014. Sua escolha foi feita por se tratar de um projeto que utilizou os conceitos da Biomimética desde sua concepção, a partir de processos multidisciplinares e alta sofisticação tecnológica - o que permitiu estabelecer um paralelo entre as primeiras produções com abordagem Biomimética e as mais recentes, uma espécie de levantamento do estado da arte dessa área de conhecimento. No geral, estudos de caso permitem a exploração de um fenômeno em seu contexto e diante de variáveis (GIL, 2008). Assim, essa exploração deu-se com base em fontes secundárias de fácil acesso na internet, além de fotos e desenhos técnicos.

Por fim, fez-se um destaque das estratégias adaptáveis bioinspiradas presentes no estudo de caso, destacando as vantagens do *DfAD* enquanto prática projetual Biomimética na produção de artefatos efêmeros bioinspirados.

3. Resultados

3.1 Entre o *DfAD* e a efemeridade

O Design para Adaptabilidade (*DfAD*) é definido como “o processo de extensão de vida do ambiente construído” (SCHMIDT III, AUSTIN, 2016). No contexto do ciclo de vida, o *DfAD* constitui-se como uma alternativa projetual para modificar, renovar, reconfigurar, expandir ou reutilizar edificações (ROCKOW et al., 2018), considerando principalmente os impactos econômicos, sociais e ambientais (SANCHEZ, HAAS, 2018). Sua aplicação pode gerar menores gastos e maior impacto principalmente nas etapas iniciais de projeto (SCUDERI, 2019).

Primeiramente, é preciso destacar dois fatores chave para o conceito de Adaptabilidade: mudança e tempo. Edificações mudam pois possuem diferentes tipos de dinâmica (BRAND, 1994), sendo importantes as formas de acomodação (BURING, 2017). Já a aceitação do tempo é importante, pois reflete o contexto. O tempo pode ser linear (longos e curtos prazos) ou cíclico (dia, noite/ dia de semana, fim de semana, etc) (SCHMIDT III, AUSTIN, 2016). Para Brand (1994), arquitetos devem ser “artistas do tempo”, e reflete que o entendimento do “cronológico” na Arquitetura enquanto permanência é uma ilusão:

Entre o mundo e a nossa ideia do mundo há uma distorção fascinante. A arquitetura, imaginamos, é permanente. E assim nossos prédios nos frustram. Porque eles descontam o tempo, eles fazem mau uso do tempo. **Quase nenhum edifício se adapta bem. Eles são projetados para não se adaptar.** [...] Mas todos os edifícios (exceto monumentos) se adaptam de qualquer maneira, ainda que mal, porque os usos dentro e ao redor deles estão mudando constantemente (BRAND, 1994, p. 2, grifo nosso, tradução nossa).

De forma mais específica, o *DfAD* é investigado, neste artigo, enquanto prática projetual Biomimética a ser aplicada na Arquitetura para aumentar a performance futura de uma edificação (HENRIQUES, 2022). Para isso, buscou-se um aprofundamento da temática na arquitetura efêmera, justificada pelo cruzamento dos fatores mudança e tempo - essenciais na costura de entendimento do *DfAD*.

Do grego ἐφήμερος (ephēmeros), a palavra efêmero se refere a algo passageiro, transitório ou de curta duração. Na Arquitetura, essa transitoriedade é marcada pelo curto tempo: entre o nascer, o permanecer e o morrer. Uma criação que, assim como a vida, é finita (LIMA, 2020, p.71). Dessa forma, o arquiteto é o próprio “criador”, que assume para si a versão do conceito de efemeridade e determina a temporalidade de cada etapa da “vida” da edificação. Historicamente, a arquitetura efêmera tem se manifestado de várias formas, como, por exemplo, as tendas temporárias construídas com palha e peles de animais habitadas pelos nômades.

Kronenburg (1998) discorre sobre artefatos efêmeros ao explicar que o que diferencia uma estrutura temporária de uma permanente é apenas o tempo; já entre a estrutura e o significado, o que se torna mais duradouro é o significado. A característica móvel das estruturas efêmeras também permite que estas sejam montadas, desmontadas e remontadas diversas vezes, e em diferentes locais, durante o tempo que for preciso para cumprir seu papel em cada implantação. Normalmente o objeto pode ser dividido em peças menores para facilitar o transporte, se tornando compacto, porém sem comprometer a rigidez (PAZ, 2008).

A questão da efemeridade liga-se intimamente à questão da técnica, que ao introduzir novos sistemas estruturais, ou demonstra as crescentes possibilidades de montagem e desmontagem de imensas estruturas pré-moldadas em curtos espaços de tempo ou possibilita a realização do artifício, dando a uma estrutura frágil e provisória, uma aparência de imortalidade (LEVY, 1998).

Trata-se portanto de projetar não somente como espaço arquitetônico concebido para um determinado fim, mas também perceber o equipamento como uma instalação temporária – e não uma construção – que deve potencializar o ciclo de vida dos materiais escolhidos. Nessa perspectiva, processos de fabricação, montagem e desmontagem devem estar presentes desde as etapas iniciais de projeto, visando baixo impacto construtivo e consequentemente melhor adaptabilidade.

3.2 Artefatos efêmeros: A Biomimética nos Pavilhões Expositivos

Como anteriormente abordado, neste artigo o conceito efêmero está associado com o caráter temporal de uma edificação. O foco aqui é dado ao Pavilhão Expositivo, uma construção como uma edificação versátil, com flexibilidade de uso, pensada para receber exposições temporárias. Segundo Comas (2010), pavilhões são “monumentos efêmeros”,



acentuando ambas as dimensões simbólicas e visuais da Arquitetura. Para alguns autores, como Bohrer (2019) e Zein e Amaral (2016), tais artefatos representam construções manifesto, marcadas pela liberdade criativa e representação de valores que transmitem significados, provocando o *status quo* e gerando quebra de paradigmas.

Os Pavilhões Expositivos surgiram com a finalidade de abrigar eventos, experimentações construtivas e exposições – ou serem a própria exposição. Representam ainda um espaço de mutação e experimentação, tanto em questões construtivas quanto teórico/conceituais (LIMA, 2020), tornando possível reflexões acerca da ocupação de espaços públicos e sobre concepção formal na arquitetura (QUINTELLA, FERREIRA, FLORÊNCIO, 2016).

A mais lenta e paciente de todas as artes, que muitas vezes exige anos, décadas e, inclusive, séculos para a sua concretização, apressa-se para aproveitar o caráter imediato e a transcendência das construções efêmeras, utilizando-as como experiências para arquitetos posteriores. A rapidez com a qual as vanguardas atuavam em outros âmbitos artísticos não era aplicável às obras arquitetônicas; no pavilhão isso foi possível. A comprovação da experiência é quase imediata (PUENTE, 2000).

A crescente busca por soluções preocupadas com as mudanças climáticas pode ser facilmente visualizada no projeto de pavilhões, sobretudo nas últimas décadas, ascendendo a importância de visões sistêmicas e holísticas do projeto. Dentro desse contexto, uma das correntes de pesquisa em crescimento no Design, Arquitetura e Engenharia, denomina-se Biomimética. O conceito trata do estudo das lógicas da natureza, modelos e performance visando aplicá-los aos artefatos e atividades do homem (NOME, 2015).

De acordo com Benyus (2006), a Biomimética é uma disciplina que estuda soluções existentes na natureza com o intuito de inspirar soluções de problemas humanos seguindo os preceitos de sustentabilidade e eficiência de recursos. “Dessa forma, apresenta-se como uma área de estudo promissora, em constante desenvolvimento, já que a natureza é um universo de pesquisa com escala imensurável” (LIMA, 2020, p.1). Através da Biomimética, é possível abordar cada elemento natural a partir de uma ótica diferente, seja pela metodologia de projeto, como também por meio de analogias morfológicas e funcionais que podem nortear o pensamento projetual permitindo fazer associações de elementos naturais com possíveis resultados aspirado (SOARES, ARRUDA, 2017).

Concomitantemente às discussões de sustentabilidade, a produção de projetos de arquitetura vem passando por mudanças de paradigma, algo semelhante ao período de popularização do acesso a computação gráfica com os softwares CAD. Na última década, tem ocorrido uma difusão de técnicas de modelagens que utilizam processos algorítmicos e paramétricos, além da fabricação digital. Ambos colaboram com a eficiência de processos e possibilitam realizar links com simulação e bases de dados que oportunizam a criação de soluções eficientes e até inovadoras. A fabricação digital facilita processos de prototipagem, estudo de novos sistemas e até produção de elementos arquitetônicos (NOME, 2015, p.1).

Já no processo de manufatura, tem-se buscado estudar materiais apropriados para a arquitetura efêmera levando em consideração a possibilidade de reaproveitamento do material, encaixes e rapidez na montagem (QUINTELLA, FERREIRA, FLORÊNCIO, 2016). Esse desenvolvimento tecnológico tem direcionado, na contemporaneidade, para soluções morfologicamente mais orgânicas e complexas. Tais ferramentas e processos trazem consigo

uma lógica projetual de concepção por meio de códigos computacionais inovadores desde as fases iniciais, passando pelo *workflow* de projeto, até a instalação final do artefato.

Outro fator observado ultimamente no tocante à busca pela redução dos impactos ambientais construtivos, consiste na escolha dos recursos em si, já que cada vez mais tem-se adotado materiais alternativos e/ ou biodegradáveis como soluções para a concepção desses artefatos. Por meio de processos de prototipagem rápida e fabricação digital, é possível experimentá-las em laboratórios, já estando inseridas no contexto do projeto, e, assim, validar a resistência, plasticidade, morfologia e encaixes, por exemplo, seja em tamanho reduzido, como também em protótipos na escala real.

A fim de trazer essa discussão para um ambiente de investigação exploratória do *DfAD* enquanto prática projetual Biomimética, escolheu-se como estudo de caso o Pavilhão de Pesquisa do ICD-ITKE 2013-14 / ICD-ITKE University of Stuttgart.

3.2.1 Estudo de Caso: O Pavilhão de Pesquisa do ICD-ITKE 2013-14 / ICD-ITKE University of Stuttgart

O Instituto de Projeto Computacional (ICD) e o Instituto de Estruturas de Construção e Projeto Estrutural (ITKE), da Universidade de Stuttgart, projetaram no ano de 2013, um pavilhão de pesquisa biônico. O artefato é um dos exemplares de uma série de pavilhões de pesquisas que apontam para o potencial de novos processos de projeto na Arquitetura e Design, tendo sido planejado e executado dentro de um ano e meio, por estudantes e pesquisadores, compondo uma equipe multidisciplinar de arquitetos, engenheiros, biólogos e paleontólogos (ICD/ITKE, s.d; ARCHDAILY, s.d).

A intenção do projeto foi fundamentada em uma estratégia de investigação Biomimética de cascas compostas de fibras naturais e o desenvolvimento de novos métodos de fabricação robóticos para estruturas de polímeros reforçados com fibras. Nesse sentido, teve como objetivo o desenvolvimento de uma técnica de bobinagem para modular as estruturas compostas em camadas duplas de fibra, o que reduz os moldes necessários para o mínimo, enquanto mantém um elevado grau de liberdade geométrica (ICD/ITKE, s.d; ARCHDAILY, s.d).

O *Elytron*, uma “capa” protetora para as asas e abdômen dos besouros, mostrou-se um modelo adequado para a construção com material de grande eficiência. A performance destas estruturas leves utiliza-se da forma geométrica de um sistema de dupla camada composto de fibra natural. O caráter anisotrópico do material, gera propriedades que variam em função do local em que são instaladas (Figura 1) (ICD/ITKE, s.d; ARCHDAILY, s.d).



Figura 1: Perspectiva e Vista Aérea. Fonte: ICD-ITKE.

De forma colaborativa junto ao Instituto de Ciência de Fótons e Radiação Sincrotrônica do Instituto Karlsruhe de Tecnologia (KIT) e ao laboratório ANKA de Radiação Sincrotrônica, modelos tridimensionais de vários *besouros Elytra* foram gerados pelo processo da microtomografia computadorizada de alta resolução (Figura 2a). Conjuntamente com escaneamento de microscopia eletrônica da Universidade de Tübingen, foi possível realizar uma investigação das estruturas internas emaranhadas da casca do inseto. A morfologia *Elytra* apoia-se numa estrutura de camada dupla que está ligada pelas trabéculas, elementos de apoio duplamente curvos semelhantes a colunas. Baseado na morfologia diferenciada da espécie *trabeculae* e os seus arranjos de fibra individuais, foi gerado um sistema modular de dupla camada para a implementação de um protótipo. Através do desenvolvimento do projeto e simulação de ferramentas computacionais (Figura 2b), tanto as características de fabricação robotizadas como os princípios biomiméticos abstraídos puderam ser simultaneamente integrados no processo de projeto (ICD/ITKE, s.d; ARCHDAILY, s.d).

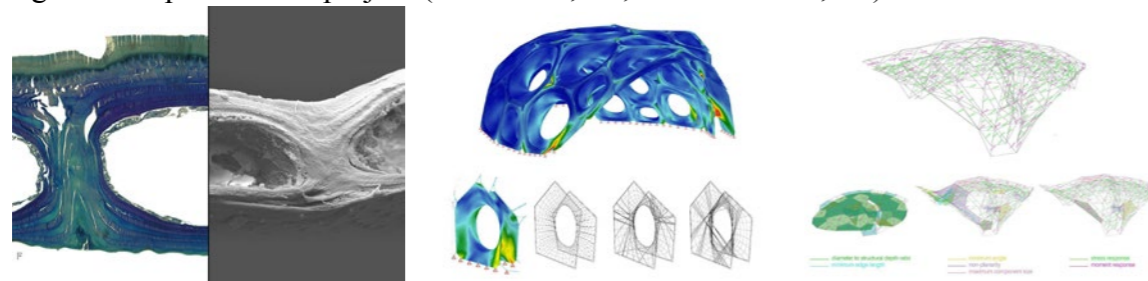


Figura 2: (a) Microtomografia computadorizada e (b) simulações computacionais. Fonte: ICD-ITKED.

Para a materialização dos módulos geometricamente únicos, foi desenvolvido um sistema robótico sem núcleo de bobinagem, que utiliza robôs industriais de eixos colaborativos para enrolar fibras entre duas estruturas controladoras de aço, executadas pelos próprios robôs (Figura 3a). À medida que os controladores determinam as extremidades de cada componente, a geometria final surge por meio da interação das fibras estabelecidas posteriormente (ICD/ITKE, s.d; ARCHDAILY, s.d).

Inicialmente, as fibras são tensionadas de forma linear entre as duas armações controladoras. Enroladas na sequência, estas repousam e tensionam entre si, o que resulta numa deformação bilateral, em uma relação fibra-fibra, através da qual são criadas superfícies curvadas em duplicidade, a partir de conexões das fibras depositadas. Essa inter correspondência entre estrutura, forma, material, e fabricação é determinada pela sintaxe de enrolamento que, por seu lado, constitui-se uma parte integrante da ferramenta computacional de concepção projetual (ICD/ITKE, s.d; ARCHDAILY, s.d).

Quanto à parte construtiva, foram utilizados polímeros reforçados com fibras de vidro e de carbono, devido ao seu elevado grau de desempenho, assim como pela capacidade de potencializar as propriedades dos materiais distintos, através da variabilidade da disposição das fibras. No total, foram confeccionadas 36 peças únicas, cujas geometrias fazem analogia aos princípios estruturais abstraídos do *Elytra*. Cada um desses módulos possui um arranjo único das fibras, que resulta em um sistema de suporte de carga de material eficiente. O pavilhão ocupa uma área de aproximadamente 50 metros quadrados, e possui um volume de 122 metros cúbicos, pesando 593 kg no total (Figura 3b) (ICD/ITKE, s.d; ARCHDAILY, s.d).



Figura 3: (a) Processo de bobinagem robótica, (b) Protótipo biomimético e Montagem. Fonte: ICD-ITKED

4. Discussões

A aplicação de estratégias do *DfAD* inspiradas por princípios biológicos podem gerar soluções inovadoras (HENRIQUES, 2022). De forma específica no estudo de caso em análise, as possibilidades de construção foram bem sucedidas graças ao uso de ferramentas projetuais como a simulação computacional, para otimização de formas e parâmetros; e a prototipagem, para realização de testes e validação. Dentre as diversas vantagens do *DfAD* enquanto prática projetual Biomimética para maximizar a performance futura de pavilhões, e como uma alternativa à problemática das mudanças climáticas, destacam-se três: quanto à lógica projetual; quanto à lógica estrutural; e quanto à lógica material (Tabela 1).

Tabela 1: Vantagens do *DfAD* enquanto prática projetual Biomimética.

Pavilhão de Pesquisa do ICD-ITKE 2013-14 / ICD-ITKE University of Stuttgart	
DfAD enquanto prática projetual Biomimética	Vantagens
Maximização da performance futura tendo a Natureza como modelo, medida e mentora	
<i>Modulação (lógica projetual)</i> Módulos de geometrias diferentes de caráter autoportante	Possibilidade de diferentes combinações, podendo proporcionar a personalização e a extensão espacial
<i>Leveza (lógica estrutural)</i> Estruturas compostas em camadas duplas de fibra natural	Economia de recursos e de materiais, permitindo um menor gasto energético e financeiro
<i>Material (lógica material)</i> Polímeros reforçados com fibras de vidro e de carbono	Resistência que aumenta a durabilidade, podendo reduzir a quantidade de construções para gerações futuras

Fonte: elaborado pelos autores.

Quanto à *lógica projetual*, tomou-se como base a estratégia da modularidade, ou seja, através da racionalização das partes físicas do edifício em entidades funcionais definidas (módulos). No geral, essa ideia centra-se na forma como entidades são funcionalmente montadas e a subsequente capacidade de os separar tardiamente (SCHMIDT III, AUSTIN, 2016). Essa estratégia possibilitou a construção de módulos autoportantes, e pensando-se em acomodações à mudanças futuras, pode facilitar na personalização em distintas conformações e extensão do pavilhão, por exemplo.

Quanto à *lógica estrutural*, cita-se a criação da leve estrutura, que teve como inspiração a morfologia geométrica do inseto - o auxílio de ferramentas de robotização foram essenciais nesse sentido. Essa lógica garantiu economia de recursos e materiais, e possibilitou um aumento da eficiência performativa.

Quanto à *lógica material*, a utilização de polímeros reforçados com fibras de vidro e de carbono garante um aumento da resistência e durabilidade, além de permitir a criação dos módulos geométricos complexos - apesar de não ser um material de fácil disponibilidade e reposição, o que aumentaria ainda mais a capacidade adaptativa do pavilhão.

As estratégias destacadas não encerram as vantagens do *DfAD* enquanto prática projetual Biomimética e foram escolhidas aqui para fins de exemplificação. É importante destacar que as limitações de investigação deste estudo de caso - que teve base exclusivamente em fontes secundárias de pesquisa disponíveis na internet, - se refletem na inicial introdução de possíveis relações entre as temáticas em discussão. Uma exploração mais aprofundada, principalmente considerando os profissionais que se envolveram no processo de construção do pavilhão se fazem necessários.

5. Considerações Finais

A busca pela Natureza enquanto modelo, medida e mentora (BENYUS, 1997) tem sido considerada essencial frente ao desafio ambiental contemporâneo, principalmente ligado à emissão de gás carbônico na atmosfera (IPCC, 2021). Nessa perspectiva, a Biomimética se consolida como campo de estudo em ascensão (PAWLYN, 2016; VICENT, 2012) e definindo-se através do aumento da relação do homem com o meio natural (SOARES, ARRUDA, 2018).

Neste artigo, explora-se o Design para Adaptabilidade (*DfAD*) como prática projetual Biomimética (HENRIQUES, 2022). Define-se o *DfAD* como “o processo de extensão de vida do ambiente construído” (SCHMIDT III, AUSTIN, 2016) e traz-se aqui o foco em artefatos efêmeros segundo o fator da temporalidade.

Para isso, fez-se a investigação de um estudo de caso, o Pavilhão de Pesquisa do ICD-ITKE 2013-14 / ICD-ITKE University of Stuttgart. Dentre as estratégias utilizadas, destacaram-se a modulação (lógica projetual), por meio de módulos de geometrias diferentes de caráter autoportante; a leveza (lógica estrutural), pelas estruturas compostas em camadas duplas de fibra; e a material (lógica material), com uso de polímeros reforçados com fibras de vidro e de carbono.

Por fim, destacaram-se as vantagens do *DfAD* enquanto prática projetual Biomimética, como a possibilidade de diferentes combinações, a economia de recursos e a resistência/durabilidade. Tais vantagens demonstram que o *DfAD* representa uma alternativa projetual potencial para combater processos que não consideram os desafios advindos com ações humanas des preocupadas com o meio natural.

Referências

ArchDaily Brasil. **Pavilhão de Pesquisa do ICD-ITKE 2013-14 / ICD-ITKE University of Stuttgart**. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/627209/pavilhao-de-pesquisa-do-icd-itke-2013-14-icd-itke-university-of-stuttgart>>. Acesso em 18 Mar 2023.



ARRUDA, A. et al (org.). **Tópicos em Design: Biomimética, Sustentabilidade e Novos Materiais**. Curitiba: Insight, 2019

BENYUS, J. M. **Biomimicry: Innovation inspired by Nature**. HarperCollins, 1997

BOHRER, M. L.. **Le Corbusier: Pavilhões Expositivos**. Porto Alegre, 2019.

BRAND, S. **How buildings learn: what happens after they're built**. Penguin Books, 1994

BURING, N. **Housing the unknown future: Towards adaptability in vacant office transformation**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://resolver.tudelft.nl/uuid:69ae1e69-5d8b-4ff3-9177-d6328af049b0>>

COMAS, Carlos Eduardo Dias. A feira mundial de Nova York de 1939: o pavilhão brasileiro. In: **Arqtexto** n. 16, p. 6-15. Porto Alegre, 2010.

DIAS, E. **A natureza no processo de Design e no desenvolvimento do projeto**. São Paulo: SENAI-SP, 2014

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6.ed. São Paulo: Ed. Atlas S.A., 2008

HENRIQUES, J.E.M.R. **O Design para Adaptabilidade no Brasil: um debate entre a Biomimética e a produção acadêmica atual**. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-graduação em Design Universidade Federal de Pernambuco, 2022

ICD/ITKE University Stuttgart. ICD/ITKE Research Pavilion 2013-14. Disponível em: <<https://www.icd.uni-stuttgart.de/projects/icditke-research-pavilion-2013-14/>>

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above preindustrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate. In Press, 2018

IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change. IPCC Press Release: **Climate change widespread, rapid, and intensifying**. 2021

KOLBERT, E. **Sob um céu branco: a Natureza no futuro**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2021

KRONENBURG, R; KLASSEN, F. **Transportable environments 3**. Abingdon: Taylor & Francis, 2006. 241p

LEVY, R. **Entre palácios e pavilhões: a arquitetura efêmera da exposição nacional de 1908**. Dissertação de mestrado em História da Arte – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Belas Artes. Rio de Janeiro, RJ, 1998.

LIMA, E.C.S. **BIO-LÓGICA: biomimética e design paramétrico aplicados ao desenvolvimento de pavilhão efêmero na Serpentine Gallery - Londres/Reino Unido**. Recife, 2020.

MACKENZIE, D. **Green Design: design for the environment**. Laurence Kind Ltd, 1991

MAZZOLENI, I. **Architecture Follows Nature: Biomimetic Principles for Innovative Design**. CRC Press, 2013

MYERS, W. **Biodesign: nature, science, creativity**. London: Thames & Hudson Ltd., 2012

NOME, N.Q. **Artefatos geradores de microclima: biomimética, parametrização e prototipagem rápida na busca por soluções bioclimáticas para clima quente e úmido**. Recife, 2015.

PAPANEK, V. **Arquitetura e Design: Ecologia e Ética**. Thames & Hudson, 1995

PAWLYN, M. **Biomimicry in Architecture**. RIBA Publishing, 2016

PAZ, D. **Arquitetura efêmera ou transitória: esboços de uma caracterização**. Vitruvius, 2008. Disponível em: <<https://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/09.102/97>>. Acesso em 10 dez. 2019

PUNTE, M. **Pavilhões de exposição – 100 anos**. Barcelona: Gustavo Gili, 2000

QUINTELLA, I. P. C. P.; FERREIRA, Í. C.; FLORÊNCIO, E. Q. Making pavilions: Os pavilhões temporários no contexto das faculdades de arquitetura e urbanismo. **20th SIGraDi Proceedings**, Buenos Aires, Argentina, 2016, pp. 318-325.

ROCKOW, Z. R.; ROSS, B.; BLACK, A. K. Review of methods for evaluating adaptability of buildings. **International Journal of Building Pathology and Adaptation**, v. 37, n. 3, p. 273–287, 2018

SANCHEZ, B.; HAAS, C. A novel selective disassembly sequence planning method for adaptive reuse of buildings. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, 2018, pp. 998– 1010

SCHMIDT III, R.; AUSTIN, S. **Adaptable Architecture: Theory and Practice**. Abigdon: Routledge, 2016

SCUDERI, G. Designing Flexibility and Adaptability: The Answer to Integrated Residential Building Retrofit. **Designs**, v. 3, n. 1, p. 11, 2019

SOARES, T. L. DE F.; ARRUDA, A. J. V. DE; Fundamentos da Biônica e da Biomimética e Exemplos Aplicados no Laboratório de Biodesign na UFPE. **Métodos e Processos em Biônica e Biomimética: a Revolução Tecnológica pela Natureza**. São Paulo: Blucher, p. 7-34. 2018

SOARES, T.; ARRUDA, A. Ecomateriais biomiméticos, um caminho eficiente para a sustentabilidade. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 3, n. 4, 2017, pp. 29-45

VICENT, J. **Interview Julient Vicent**. In: EGGERMONT, MCKEAG, HOELLER (ed.). Zygote Quartely ZQ01, 2012

WAHL, D. C. **Design de Culturas Regenerativas**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Bambual Editora, 2020

ZEIN, Ruth Verde e AMARAL, Izabel. A feira mundial de Osaka de 1970: O Pavilhão brasileiro. In: **Arqtexto**, n. 16, p. 108-127. Porto Alegre, 2010.



Marcas brasileiras e Biomimética: inovação e estética como estratégia

Brazilian brands and Biomimicry: innovation and aesthetics as strategy

Fernanda Lucia Regueira Moreira, doutoranda, UFPE.

fernandalregueira@gmail.com

Hilma de Oliveira Santos Ferreira, UFPE.

hilma.santos@ufpe.br

Amilton José Vieira de Arruda, UFPE.

amilton.arruda@ufpe.br

Resumo

A discussão sobre as transformações ambientais e as consequências do consumo desenfreado geraram mudanças no comportamento de compra, fomentando o surgimento de uma nova categoria de consumidores, os consumidores verdes, que buscam reduzir o consumo, causar baixo impacto ambiental e diminuir as consequências na natureza. Em resposta a essa demanda, o mercado de produtos ecológicos, verdes, sustentáveis, ecologicamente orientados e/ou ecoeficientes tem mostrado uma variedade cada vez maior e uma competitividade em larga escala. Diante desse novo consumidor, as marcas têm utilizado a natureza como uma tática de neuromarketing. Assim, o biodesign, através da biomimética, passou a ser ferramenta estratégica, agregando valor econômico e estético. Através da metodologia biomimética empresas brasileiras de higiene e perfumaria, em consonância com a sustentabilidade, têm conquistado uma fatia de mercado, criando produtos que reforçam os valores da marca e gerando uma identidade e essência tipicamente brasileiras. Desse modo, o trabalho objetivou apresentar as únicas duas marcas brasileiras biomiméticas no ranking de marcas mais valiosas do Brasil em 2022, O Boticário e Natura, que unem inovação, inspiração na natureza e sustentabilidade.

Palavras-chave: Biomimética; Marcas brasileiras; Sustentabilidade; Consumidor verde

Abstract

The discussion about environmental transformations and the consequences of unbridled consumption have generated changes in purchasing behavior, fostering the emergence of a new category of consumers, the green consumers, who seek to reduce consumption, cause low environmental impact and reduce the consequences on nature. In response to this demand, the market for ecological, green, sustainable, ecologically oriented and/or eco-efficient products has shown an increasing variety and competitiveness on a large scale. Facing this new consumer, brands have used nature as a

neuromarketing tactic. Thus, biodesign, through biomimetics, has become a strategic tool, adding economic and aesthetic value. Through the biomimetic methodology, Brazilian toiletries and perfumery companies, in line with sustainability, have conquered a slice of the market, creating products that reinforce the brand's values and generating a typically Brazilian identity and essence. Thus, the work aimed to present the only two biomimicry Brazilian brands in the ranking of most valuable brands in Brazil in 2022, O Boticário and Natura, which unite innovation, inspiration in nature and sustainability.

Keywords: Biomimetics; Brazilian brands; Sustainability; Green consumer

1. Introdução

Em todos os pontos do globo tem sido recorrente a regularidade de enchentes e terremotos, uma situação que cada vez mais atinge diferentes países, independentemente de sua situação econômica ou localização geográfica. Para alterar esse quadro é preciso uma mudança prática, política e individual. De acordo com Fabrizio Ceschin, e Ídil Gaziulusoy (2020) tudo indica que em 2030 a humanidade precisará de 2 terras para dar conta do atual estilo de vida da humanidade e por volta de 2050 haverá mais plástico no oceano do que peixes e as projeções continuam, como aumento da temperatura global, terras agrícolas devastadas e problemas hídricos (RAWORTH, 2019, p.14). T tamanha degradação ocorre devido ao consumo desenfreado, responsável pelo acúmulo de resíduos não recicláveis e consequentemente pelos desastres ambientais. Por isso, a maneira de consumir tem passado por uma transformação significativa e que já mostra resultados no mercado internacional e nacional.

É nesse cenário que surgem os produtos ambientalmente sustentáveis ou também conhecidos como ecologicamente orientados, “produtos sustentáveis”, “produtos ecoeficientes”, “produtos verdes”, se mostrando uma alternativa para conter o uso descontrolado de matéria prima e energia, que “se afastam das práticas insustentáveis convencionais e se comprometem com a questão ambiental. (...) fornecendo benefícios ambientais maiores ou impondo custos ambientais menores do que os produtos semelhantes.” (ORSATO, 2002, p.14). Para Lages e Neto (2002), produtos verdes ou ecológicos são pensados para ser ambientalmente corretos, não agredindo o meio ambiente e a saúde humana.

Ottman (1999) faz uma classificação de produtos verdes, que resumidamente precisam ser duráveis, não tóxicos, feitos de materiais reciclados e com o mínimo de embalagem. Conforme Dias (2007), para um produto ser considerado verde é necessário ser certificado, produzido com bens reciclados; ser reutilizável; econômico no uso de água e energia; possuir embalagens ambientalmente responsáveis, entre outros. Ou seja, para o autor, tais produtos além de cumprir suas funções não devem causar prejuízos ao meio ambiente em seu ciclo de vida. Ainda segundo o pesquisador um produto ecológico/verde

(...) deve apresentar as seguintes características: a) ser fabricado com a mínima quantidade de matérias-primas e com matérias-primas renováveis ou recicláveis, que conservem recursos naturais no processo de extração; b) ser fabricado com a máxima eficiência energética e com a

mínima utilização de água; c) ser acondicionado em embalagens mais leves; d) apresentar maior durabilidade e atender a múltiplos propósitos; e) ser reutilizável; f) ser biodegradável. (OTTOMAN, 1999)

Segundo Manzini (2008), o design precisa criar soluções sustentáveis e que comuniquem com mais assertividade, facilitando a vida do consumidor na hora de reconhecer um produto mais ecológico. Assim, a biomimética e seus pares: biônica, biodesign e design bio inspirado, tem sido uma ferramenta de trabalho notável para designers em todo o mundo, pois têm em sua metodologia a inspiração na natureza. De maneira concisa, a área busca conhecimento, princípios, lógica, funcionalidade e estrutura baseados na biologia para inspirar a criação de produtos e serviços mais sustentáveis, eficientes, adaptáveis e atraentes (LANGELLA et al, 2022).

O design de produtos sustentáveis precisar ir além de selos e certificados e ser pensado como percepção e visualidade para evidenciar seu potencial, como comenta Bonsiepe (2011), pois é uma alternativa perfeita para a criação de produtos dessa qualidade. Uma das aplicações mais interessantes das últimas décadas tem sido na criação ou reformulação de marcas que inspiradas na natureza pretendem atender a uma necessidade de mercado, de um consumidor ativista e responsável, como também aos 17 objetivos sustentáveis da ONU, difundidos de maneira mais ampla recentemente.

O mercado brasileiro amadureceu bastante nos últimos anos aumentando o número de empresas ecologicamente sustentáveis ou ao menos iniciadas nesse processo. De antemão a criação de produtos verdes e necessariamente biomiméticos ficou quase restrito ao universo da higiene pessoal, perfumaria e cosméticos, mas hoje se estende a moda, limpeza, mobiliário e outros cenários. Algumas dessas marcas nacionais se tornaram referência internacional de uma produção ecologicamente orientada e de biodesign, como será analisado no presente artigo.

2. O incipiente consumidor brasileiro

Para entender a utilização do biodesign em marcas brasileiras, primeiro é preciso entender o consumidor, uma parte significativa dessa equação. Desse modo, a partir da década de 80 o consumidor moderno global começou a aderir um novo estilo de vida, onde a preservação ambiental começou a ser considerada como uma condição de compra, nesse período surgiu o consumo verde (ou consumo ecológico), uma consciência de compra ambiental e econômica.

Na década de 90 surgiram os consumidores preocupados eticamente com as marcas que se relacionavam, preferindo as que optavam por valores morais e sociais. Assim, o termo “consumidor verde” surgiu para distinguir esse usuário ecologicamente situado. Ottman (1994), Layrargues (2000), Portilho (2004) e Dias (2007) concordam que o consumidor verde é aquele que busca consumir causando baixo impacto no meio ambiente, que investiga se o fabricante é ecológico, que adiciona a variável meio ambiente na hora da escolha e que se preocupa com o seu comportamento e as consequências para a natureza. No Brasil, o mercado não acompanhou essa tendência na mesma velocidade, por isso ainda se vê nos dias de hoje o déficit de produtos “verdes” brasileiros (MOTA; ROSSI, 2001) e (MORAIS et al., 2006).

Contudo, para Serpa e Ávila (2006), nos últimos anos os brasileiros têm pedido das empresas uma maior responsabilidade ecológica, dados confirmados pelo Instituto Akatu (2018), que segundo o Panorama do Consumo Consciente no Brasil, em comparativo ao ano de 2012, os que preferem comprar produtos reciclados e orgânicos, aumentou de 29% para 48% e de 23% para 48%, respectivamente. A consulta também mostra o ranking de preferências do consumidor, sendo a busca por um estilo de vida saudável a campeã dentre elas. A partir dos dados coletados pelo instituto é possível ranquear o nível de consciência do consumidor brasileiro em 4 diferentes categorias: conscientes, engajados, iniciantes e indiferentes. Durante os 4 anos de pesquisa (Figura 1) o número de consumidores iniciantes tem aumentado.

Conforme os dados divulgados pelo Akatu, 68% dos entrevistados dizem já ter ouvido falar em sustentabilidade e 61% não sabem dizer o que é um produto sustentável, apesar de entenderem que se trata de um conceito relacionado ao meio-ambiente. Entre os 39% que tem algum repertório sobre produto sustentável, a principal barreira para aquisição é o preço, já que tendem a ser mais caros. Já 60% dos entrevistados têm convicção que aderir a uma prática sustentável requer maior esforço, ou seja, demanda maior informação, exige uma mudança de hábito, são difíceis de encontrar e mais trabalhosos.

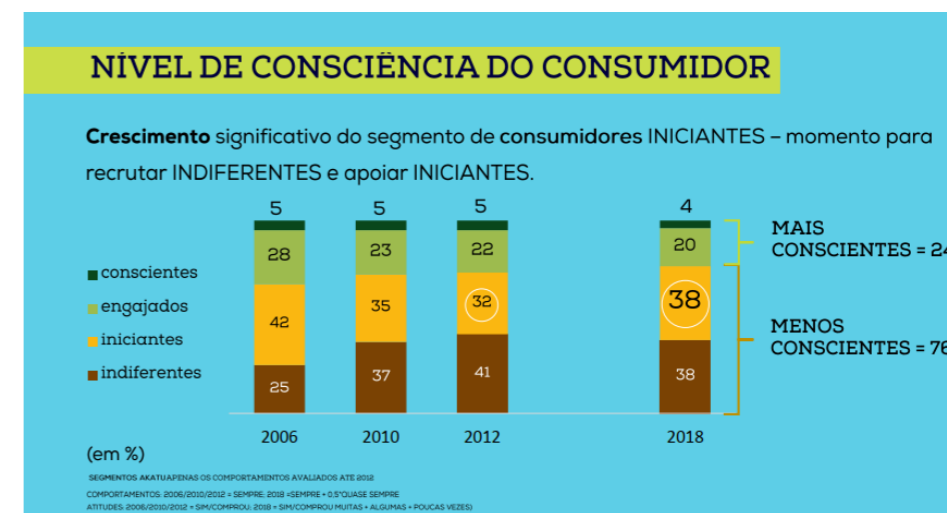


Figura 1: Nível do consumidor. Fonte: AKATU, 2018.

Dentre os gatilhos que ajudam o consumidor a aderir a produtos mais sustentáveis estão os benefícios para si próprio (saúde) e para o próximo. A principal revelação da pesquisa foi saber que o cuidado com o meio ambiente é o 3º colocado na lista de atributos da empresa que influenciam o consumidor ao ponto de fazê-lo mudar sua intenção de compra. Os insights finais da investigação revelam que para ativar o comportamento de consumo consciente é preciso trabalhar uma tríade: as empresas precisam cuidar das pessoas para dentro e para fora, isto é, de todos os stakeholders da cadeia. Os produtos precisam viabilizar um estilo de vida saudável e a confiança precisa ser a base do relacionamento empresa-cliente.

Em suma, o consumidor brasileiro está aberto a conhecer iniciativas que valorizem o meio ambiente e a aderir produtos e serviços de empresas conscientes do seu papel com a sociedade.



e com estilos de vida mais saudáveis. Isso significa que marcas que trazem em seu DNA a biomimética, biônica e o biodesign saem na frente na conquista dessa fatia de mercado, pois são em todas as etapas de produção, até o consumidor final, fortes aliadas do compromisso ambiental.

Portanto, o mercado brasileiro vem se mostrando sensível à sustentabilidade ambiental em processos e produtos. Como argumenta Langella “as empresas e organizações comerciais estão cientes do grande potencial competitivo da biomimética em termos de percepção de valor sustentável e *bioempreendedorismo*” (et al, 2022, p.102, tradução nossa), o que é confirmado por Elkington e Hailes (1989), pois os consumidores verdes desejam produtos e serviços que atendam às suas necessidades. Estratégias de marketing têm usado cada vez mais a natureza, no discurso ou no processo de formação do produto para chamar atenção desse consumidor, seja ele indiferente, iniciante, engajado ou consciente. Nesse interim, a biomimética (*biomimetic* e *biomimicry*) preenche o gap necessário para conectar consumidores verdes e empresas sustentáveis e ecologicamente responsáveis.

3. O potencial da biomimética na construção de marcas

Marcas inspiradas na biomimética são relativamente novas no mercado nacional e vem aumentando progressivamente nos últimos anos, especialmente no ramo da limpeza e cosmética. Duas das mais bem sucedidas fazem parte do âmbito de higiene e perfumaria, são elas Natura e O Boticário que estão entre as 30 mais valiosas do Brasil segundo o “Ranking Brand Dx das Marcas mais Valiosas em 2022”, mostrando que o mercado está aquecido para as questões ecológicas como nunca visto.

A criação de produtos inspirados na natureza, seja através da biônica ou biomimética pode dar ao projeto, além da inovação e preservação do meio ambiente, a estética necessária para que o consumidor possa reconhecer seu atributo sustentável já na embalagem. Para Vezzoli (2010) um produto que é ecologicamente sustentável e que não é percebido como tal não é suficiente, pois a estética tem um papel vital na criação de produtos sustentáveis.

As duas empresas citadas acima apresentam um compromisso ambiental e sustentável forte, materializados através de seus produtos. Sendo assim, pode-se dizer que parte do sucesso delas também se deve ao fato de cumprirem o que prometem, diferentemente de alguns produtos biomiméticos feitos de materiais com alto impacto ambiental. Alcalde (2008) alerta, muitos consumidores ainda apresentam dificuldade em distinguir produtos ecológicos dos que pretendem ser, mas não são e se mostram como se fossem. É preciso estar atento, pois um produto inspirado na natureza não precisa ser necessariamente sustentável. Quando marcas assim o fazem manipulam os consumidores através da prática do greenwashing:

(...) um termo pejorativo popularizado no início dos anos 90 pelo Greenpeace para descrever uma situação em que se promove uma imagem ambiental positiva que não corresponde à realidade ou, literalmente, o “ato de enganar consumidores em relação às práticas ambientais de uma companhia ou em relação aos benefícios ambientais de um determinado produto ou serviço (PAGOTTO, 2013, p.44).

Para Langella (et al, 2022) a natureza é hoje a melhor fonte de inspiração para criar marcas, produtos sustentáveis e ecologicamente corretos. Nos padrões encontrados no meio ambiente é possível criar produtos originais e inovadores, em termos de eficiência energética, adaptabilidade, flexibilidade, resiliência e mutualidade. E como a indústria farmacêutica e de cosméticos tem buscado por produtos inovadores, mas que não renunciem à sustentabilidade, como enunciou Katsikis (2009), o biodesign se mostra a metodologia perfeita. Através dela é factível associar formas, funções e informações presentes nos seres vivos em seu ambiente natural e encontrar princípios que podem se reaplicados mimeticamente em desenhos de produtos (LANGELLA, 2019, p.11). Ou seja, marcas biomiméticas são grandes fomentadoras na evolução do design sustentável.

O valor da sustentabilidade e da biomimética como conceitos basilares para marcas pode ser explicado por um termo concebido por Edward O. Wilson em 1984, a biofilia, uma “tendência inata do ser humano de sentir uma conexão emocional com outros sistemas naturais”. (LANGELLA et al, 2022, p.102, tradução nossa). De acordo com Wilson:

(...) o cérebro se desenvolveu de forma biocêntrica, ele está particularmente sintonizado com as características e formas da natureza, que tiveram uma grande influência na preservação da espécie. O cérebro procura preservar o ser humano e evitar experiências nocivas, como fez com nossos ancestrais, a fim de garantir a sobrevivência da espécie. Por esta razão, as pessoas tendem a buscar bem-estar e gratificação na contemplação das formas naturais (Wilson, 1984, tradução nossa)

Logo, ao se fazer uma comparação entre os dados trazidos pelo Instituto Akatu (2018), as percepções de Wilson (1984) e a metodologia explanada por Langella (2019), fica provado que marcas que utilizam a biomimética para criar produtos e serviços, quando em consonância com os valores de sustentabilidade e consciência ambiental, se tornam a escolha do consumidor (iniciante, engajado ou consciente).

Adicionalmente, a competência de produtos biomiméticos é resultado de valores tangíveis (como logo e embalagens) e intangíveis (valores da organização). E o que faz uma marca ser valiosa não é apenas a publicidade, mas a organização em si, o relacionamento com todos os seus públicos e principalmente uma proposta de valor forte. Segundo Tomiya “a marca não se resume à sua representação visual, mas também à imagem e a reputação que ela carrega” (2014, p.3). Para o autor marcas fortes prometem o que cumprem, representam a cultura de todos que estão em contato com ela e entregam uma experiência que vai além do processo de venda, pois os consumidores reconhecem as marcas em um nível emocional. Para D’Souza et al. (2006) uma empresa investidora em sustentabilidade recolhe uma imagem positiva, um elemento importante para o sucesso empresarial. Por serem detentoras de uma essência e identidade, quando essas são baseadas na natureza e na sustentabilidade, o ganho é ainda maior.

4. Natura e O Boticário, marcas brasileiras biomiméticas

Pioneiras no discurso sustentável, a Natura e O Boticário são exemplos de marcas biomiméticas, com uma identidade baseada na natureza e em uma relação sustentável em toda a cadeia produtiva. Por possuírem a inovação biomimética no DNA, tanto das fórmulas como estética, acabam se diferenciando das tendências globais, se tornando originais e únicas. Para



a Natura, por exemplo, os valores da marca são tão importantes que ganham destaque no site, como se pode ver na Figura 2 a seguir.



Figura 2: Ícones Natura. Fonte: Natura, 2023.

Cada um dos ícones direciona para ações mantidas pela empresa a fim de confirmar seu impacto ambiental. Para a Natura é importante unir estética e funcionalidade, gerando o menor impacto ambiental possível. Também há um esforço em desenvolver soluções que facilitem a reciclagem e por isso contam com um núcleo de Design (Nude) que ao desenhar embalagens seguem 4 princípios: a) Usar menos materiais. b) Utilizar mais materiais reciclados pós-consumo. c) Priorizar materiais de fontes renováveis. d) Garantir a máxima reciclabilidade.

A Natura foi a primeira empresa brasileira a oferecer refis dos produtos. Segundo o site, em 2017 essa prática evitou 4.480 toneladas de gases de efeito estufa e 1,6 milhão de toneladas de lixo não orgânico. A empresa prioriza o uso de plástico renovável, feito a partir da cana-de-açúcar e as embalagens são projetadas para facilitar a desmontagem e a reciclagem.

O perfume Alma é a exemplificação da utilização da biomimética junto aos 4 princípios mencionados acima, como pode ser observado na Figura 3.



Figura 3: Natura Alma. Fonte: Natura, 2023.

O estúdio de design Tátil, que tem a biomimética como modelo, foi o responsável pela criação junto a Natura de todo o projeto do perfume Alma, desde embalagem, fragrância e

tipografia até a comunicação nos pontos de contato com o cliente. A proposta que teve como conceito a energia invisível da floresta, conseguiu transferir informações e formas da natureza tanto para a fragrância, quanto para a embalagem, resultando em um produto inovador e original. O Natura Ekos Alma é uma leitura profunda da Amazônia, um exemplo perfeito do que a metodologia biomimética pode proporcionar. A empresa coleciona em seu catálogo diversos outros produtos criados em parceria com a Tátil, tipografia, jóia, embalagens, frascos e comunicação, todos seguem o mesmo padrão de qualidade e inspiração, como se pode conferir na Figura 4 a seguir.



Figura 4: Trabalhos Tátil-Natura. Fonte: Tátil Design, 2023.

Campanhas sazonais de educação ecológica, seja na embalagem dos produtos, nas revistas de venda ou em banners do site são comuns, para Leite e Santos (2007) essa orientação educacional ajuda o consumidor a comprar melhor e de maneira mais satisfatória. A Natura ainda possui selos internacionais, como o Cruelty Free (comprova que não são feitos testes em animais), Certified Corporation (empresas que lucram com benefícios socioambientais) e UEBT Certified (ingrediente sustentável e relação ética com comunidades).

Já O Boticário iniciou sua pegada verde em 1990 com a criação da fundação que leva o mesmo nome. Só a partir daí a empresa começou seu envolvimento com questões de incentivo e conservação da natureza. A adesão da causa rendeu em 2022 a 6ª colocação no ranking de empresa mais sustentável do mundo na categoria produtos pessoais, segundo o Dow Jones Sustainability Index. Dentre os projetos se destacam o Boti Recicla, que desde 2006 é o maior programa de reciclagem em pontos de coleta no segmento de beleza (dados da empresa). As iniciativas perpassam as lojas físicas, existem 3 feitas com plástico reciclável, transformado em blocos e utilizados nas paredes, piso e tetos das lojas, um clube de pontos acumulativos a cada embalagem devolvida e incentiva o uso de refil. O Boticário conta com certificados internacionais, como o cruelty free e 500 produtos veganos. O plástico utilizado nas embalagens, assim como a Natura, é feito de polietileno, produzido a partir da cana-de-açúcar, matéria-prima renovável. Todos os ingredientes passam por uma revisão completa, realizada por uma equipe multidisciplinar composta por pesquisadores, farmacêuticos, biólogos, químicos, toxicologistas e microbiologistas, além de terem banido substâncias nocivas

Os produtos biomiméticos da marca priorizam natureza e sofisticação, como o perfume Liz, projeto feito em parceria com a Sweet and Co. O desafio era criar uma forma que reforçasse a história de fundo de cada mulher, fazendo forte referência oceânica e concebendo um ambiente luxuoso e sofisticado para o objeto. A solução foi encontrada na concha que encerra uma pérola, feita de camadas que, com o passar do tempo, se transforma em uma joia sofisticada e desejada (figura 5).

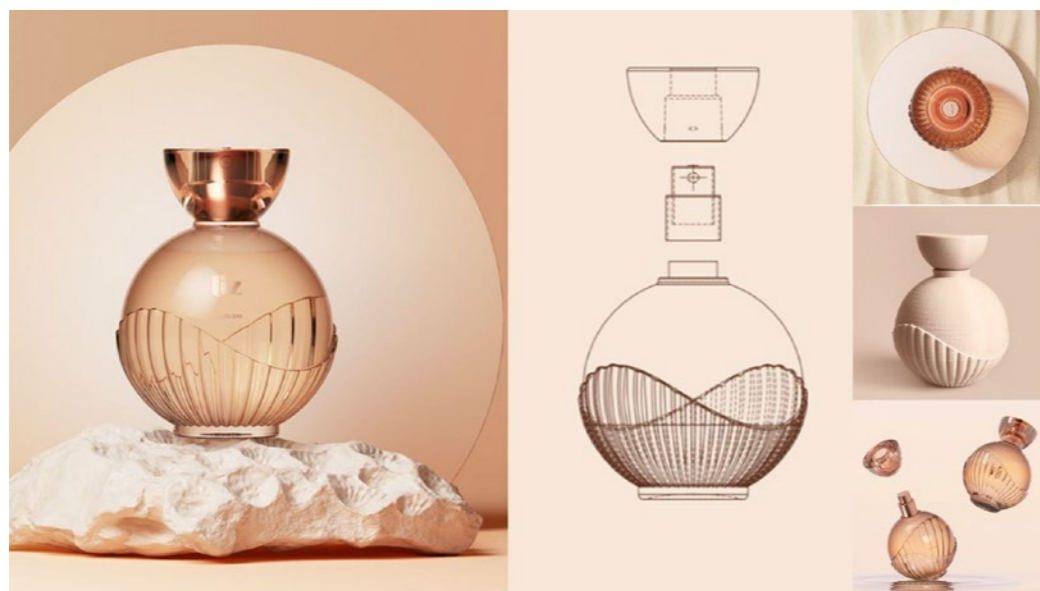


Figura 5: Liz O Boticário. Fonte: Sweet and Co., 2023.

A parceria entre o estúdio e a empresa já desenvolveu outros produtos que seguem a linha da biomimética e inovação. É o caso do Nativa Spa, linha que foi desenvolvida para diferenciar as fragrâncias. A solução foi um design tipográfico minimalista e extravagante para que a cor fosse a protagonista no layout, a ideia era ressaltar a variedade de ingredientes exóticos e sensações únicas do Nativa SPA. As formas são ergonômicas, elevando a qualidade da experiência do usuário. Também se relacionam com elementos naturais por seu aspecto arredondado, criando uma ligação entre os produtos e o frescor da composição, como se pode ver na figura 6.

Portanto, Natura e O Boticário conseguem soluções de design sustentável sem renunciar à originalidade dos produtos, quebrando as padronizações internacionais quando adicionam aos artefatos uma identidade brasileira, inspirada no bioma nacional. Por terem uma equipe multidisciplinar, com ajuda de biólogos e químicos, a visão de design não é comprometida e os produtos conseguem transmitir os valores das empresas.



Figura 6: Nativa Spa. Fonte: Sweet and Co., 2023.

5. Considerações Finais

A partir do exposto, pode-se concluir que marcas brasileiras inspiradas na biomimética podem ser não apenas cases de sucesso, mas a representação fiel da sustentabilidade, tão procurada pelos consumidores verdes. A Natura e O Boticário são modelos de empresas inspiradas na natureza, usuárias da biomimética, e que se esforçam para ser ecológicas em todas as etapas de produção do produto e no relacionamento com os stakeholders. Por trazerem em suas identidades e valores os conceitos da sustentabilidade e inovação, conseguem comunicar junto ao público o poder da transformação de um consumidor consciente.

Assim, a biomimética se mostra como uma metodologia que vai além da estética, pois se relaciona com os princípios da geometria natural e a uma filosofia ecológica. Como afirma Silva, a biomimética “usa a analogia como princípio básico no desenvolvimento de produtos, processos e sistemas a partir de soluções naturais, sejam elas funcionais, formais ou comportamentais, que durante milhões de anos, passaram pelos processos de seleção e adaptação.” (SILVA et al. 2019, p.20).

Com o design sustentável é possível criar produtos e serviços originais, como os mencionados nesse artigo, que oferecem um design cheio de identidade brasileira, fugindo a padronização estética internacional e capazes de atrair os consumidores. Portanto, como reforça Langella, Arruda e Di Bartolo, a biomimética é mais do que uma simples disciplina, é uma atitude que vem sendo difundida “em um universo onde a inovação em tecnologias e materiais atingiu níveis extremamente avançados, pode parecer que tudo já foi alcançado e que a natureza não pode mais oferecer soluções” (2022, p.104). Mas, é um equívoco pensar que já se chegou ao esgotamento das soluções inspiradas na natureza, para Pazmino (2015), o método em si não cessa a criatividade, na verdade auxilia na construção de propostas inovadoras, como os exemplos de Natura e O Boticário.

A biomimética impacta o consumidor tão positivamente que tem sido tema de investigação em neuromarketing, confirmando a teoria de Wilson (1984). Segundo Kazazián (2005, p.55),



ela vem ganhando cada vez mais espaço devido à forte sensibilização da sociedade, que a cada dia tem buscado se inteirar a cerca da relação meio ambiente e produto.

Os produtos biomiméticos vão além de embalagens Eco-labes (rótulos ecológicos), que já se sabe serem atrativos aos consumidores por informarem os impactos daquela decisão e compra. Para Manzini e Vezzoli, (2016, p.23) o design para sustentabilidade é capaz de viabilizar soluções que trazem bem-estar e que usam pouquíssimos recursos. Ainda segundo os autores, o design para sustentabilidade é também estratégico, ou seja, ajuda empresas interessadas em sustentabilidade ambiental (2008, p.23). É a natureza sendo como modelo para produtos, serviços, marcas e negócios.

Referências

ALCALDE, M. T. Cosmética natural y ecológica. **OFFARM**, v. 27, n. 9, oct. 2008.

BONSIEPE, Gui. Design e democracia. In: **Conferência realizada por ocasião da outorga do título Doctor Honoris Causa, por parte da Universidade Metropolitana, Santiago do Chile**. 2011.

CLEMENTINO, Thamyres Oliveira; ARRUDA, Amilton José Vieira de. Por uma estética voltada à sustentabilidade. Estudos para configuração de novos artefatos ecologicamente orientados. **Design, artefatos e sistema sustentável** / organização de Amilton J V Arruda, Paulo Cesar Machado Ferroli, Lisiane Ilha Librelotto, São Paulo: Blucher, 2018.

DA SILVA, Helenita Rodrigues. **Comportamento do Consumidor de Produtos Verdes ou Ecológicos**. Paco e Littera. Edição do Kindle.

DIAS, R. **Marketing ambiental: ética, responsabilidade social e competitividade nos negócios**. São Paulo: Atlas, 2007.

D'SOUZA, C.; et al. Green products and corporate strategy: an empirical investigation. **Society and Business Review**, v. 1, n. 2, p. 144-157, 2006.

ELKINGTON, J.; HAILES, J. **The green consumer guide: from shampoo to champagne – high-street shopping for a better environment**. London: Victor Gollancz Ltda., 1989.

INSTITUTO AKATU. **Descobrimos o consumidor consciente**. 2005. Disponível em: <<https://goo.gl/oomuFz>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. São Paulo: Senac, v. 200, 2005.

KATSIKIS, I. N. Market demand and new industry formation: eco-products and entrepreneurship in the “Natural Cosmetics Sector” in Greece. **Environmental Innovation, Industrial Dynamics and Entrepreneurship**, Netherlands, 10-12 may 2009.

LANGELLA, Carla. **Design & scienza**. Itália: List, 2019.

LANGELLA, Carla; ARRUDA, Amilton J. V.; BARTOLO, Carmelo Di. Revising Biomimetics: Opportunities and Ambiguities in the Bioinspired Design Approach. in **Diid Disegno Industriale Industrial Design**, n78, 2022.

LAGES, N.; NETO, A. V. Mensurando a consciência ecológica do consumidor: um estudo realizado na cidade de Porto Alegre. In: 26º ENANPAD. **Anais**. Salvador, 2002. CD-ROM.

LAYRARGUES, P. P. Sistemas de gerenciamento ambiental, tecnologia limpa e consumidor verde: a delicada relação empresa-meio ambiente no ecocapitalismo. **RAE – Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 80-88, abr./jun. 2000.

LEITE, A. P. R.; SANTOS, T. C. dos. Consumo consciente: uma análise na visão dos consumidores natalenses. In: VI CONFERENCIA REGIONAL PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE. **Anais**. Salvador, 8 a 11 nov. 2007.

MANZINI, Ezio. **Design para inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008.

MANZINI, Ezio, VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: Edusp, 2016.

MOTTA, S. L. S.; ROSSI, G. B. A influência do fator ecológico na decisão de compra de bens de conveniência. **Revista de Administração Mackenzie**, ano 2, n. 2, p. 109-130, São Paulo, dez. 2001.

MORAIS, T. L. de. **Formatos de varejo de alimentos: um estudo sobre as preferências do consumidor**. 2005. 213 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

ORSATO, Renato J. Competitive environmental strategies: when does it pay to be green?. **California management review**, v. 48, n. 2, p. 127-143, 2006.

ORSATO, Renato J. Posicionamento ambiental estratégico. Identificando quando vale a pena investir no verde. **Revista Eletrônica de Administração**, v. 8, n. 6, 2002.

OTTMAN, J. A. **Marketing verde: desafios e oportunidades para a nova era do marketing**. Tradução de Marina Nascimento Paro. São Paulo: Makron Books, 1994.

OTTMAN, J. A. Green marketing: will the consumer pay a premium for green? In **Business**, v. 21, n. 4, p. 36, jul./aug. 1999.

PAGOTTO, Erico Luciano. **Greenwashing: os conflitos éticos da propaganda ambiental**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.



PAZMINO, Ana Veronica. **Como se cria: 40 métodos para design de produtos**. Editora Blucher, 2015.

PORTILHO, F. Consumo verde, consumo sustentável e a ambientalização dos consumidores. In: 2º ENCONTRO DA ANPPAS. **Anais**. Indaiatuba, 26 a 29 maio 2004.

SERPA, D. A. F.; AVILA, M. G. Efeitos da responsabilidade social corporativa na percepção do consumidor sobre preço e valor: um estudo experimental. In: 30º Enanpad. **Anais**. Salvador, 23 a 27 set. 2006.

SILVA, Itamar Ferreira da; NASCIMENTO, Diego Lima do; SOUSA, Geysla Bezerra de; MENDES, Lucas Barros da Silva; ALVES, Daniel Ferreira. Biomimética como método criativo para concepção de artefatos nos cursos de design de produtos. Está em **Tópicos de design: biomimética, sustentabilidade e novos materiais**/ organização de Amilton Arruda et al. Curitiba: Insight, 2019.

VEZZOLI, Carlo. **Design de sistemas para a sustentabilidade**. Salvador: Edufba, 2010. 342p. ISBN 978-85-232-07722-9.

WILSON, E. O. (1984). Biophilia. In **Biophilia**. Harvard University Press

Compósitos biodegradáveis de amido de mandioca e subprodutos agroindustriais: uma revisão

Biodegradable composites of cassava starch and agro-industrial by-products: a review

Fernanda Bet, FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU.

fbet@furb.br

Joel Dias da Silva, Dr., FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU.

joels@furb.br

Resumo

A preocupação ambiental com o uso de polímeros sintéticos, sobretudo, empregados em embalagens de uso único como o poliestireno expandido (EPS), está relacionada à utilização de recursos não renováveis e, se acentua, com o prolongado tempo de decomposição deste material no meio ambiente. O amido de mandioca, um polímero natural e biodegradável, apresenta-se como uma solução parcial para a problemática. Portanto, o objetivo deste trabalho foi reunir publicações da área de polímeros naturais e dissertar acerca das similaridades e diferenças entre estes estudos. Utilizou-se o método de revisão bibliográfica sistemática proposto por Conforto, Amaral e da Silva (2011) e a base de dados utilizada foi o Portal de Periódicos da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior). Evidenciou-se pesquisas recentes que relatam a formação de compósitos de amido de mandioca com a adição de subprodutos agroindustriais como agentes de reforço. E, constatou-se quais foram os subprodutos avaliados, as principais variáveis estudadas e os aditivos mais utilizados.

Palavras-chave: Poliestireno expandido; Compósito de amido de mandioca; Agroindústria; Subproduto; Bandejas biodegradáveis.

Abstract

The environmental concern with the use of synthetic polymers, above all, used in single-use packaging such as expanded polystyrene (EPS), is related to the use of non-renewable resources and, it is accentuated, with the prolonged decomposition time of this material in the environment. Cassava starch, a renewable and biodegradable polymer, offer a partial solution to the problem. Therefore, the objective of this work was to gather publications in natural polymers and to discuss the similarities and differences between these studies. The method of systematic literature review proposed by Conforto, Amaral and da Silva (2011) was used. The database used was the CAPES Journal Portal (Coordination for the Improvement of Higher Education Personnel). Recent studies have shown the formation of cassava starch composites with the addition of agro-industrial by-products as reinforcing



agents. And it was verified which were the evaluated by-products, the main variables studied and the most used additives.

Keywords: Expanded polystyrene; Cassava starch composite; Agro-industrial; By-product; Biodegradable trays.

1. Introdução

Atualmente, diferentes materiais compõem embalagens complexas e diversificadas. Plástico, metal, vidro, materiais compostos e celulósicos são os mais correntes (CARVALHO; OLIVEIRA; JOSÉ, 2021). Porém, o plástico, adjetivo frequentemente utilizado para designar o material polimérico sintético, devido às suas características como leveza, versatilidade, maleabilidade e baixo custo de produção, é o mais amplamente utilizado no mercado de embalagens (GEYER; JAMBECK; LAW, 2017).

Apesar de proporcionar uma variedade de produtos e benefícios econômicos para a sociedade, muitas vezes, o polímero sintético é empregado em embalagens de uso único, descartadas após a utilização, como as embalagens de poliestireno expandido (EPS), popularmente conhecido como Isopor, nome de uma marca registrada. A preocupação ambiental relacionada ao EPS fundamenta-se pelo uso de recursos não renováveis, pela velocidade de descarte e pelo elevado tempo de decomposição no meio ambiente. Como consequência, acarreta-se a acumulação de milhões de toneladas de polímeros sintéticos em oceanos e em aterros sanitários (SANGRONIZ *et al.*, 2019).

Contudo, buscando minimizar tais impactos, polímeros naturais têm sido alvo de pesquisas, a fim suprir a demanda por embalagens que atendam às especificações técnicas para a sua aplicação e possuam a característica de biodegradabilidade (CHENG, *et al.*, 2021). O amido é um polímero natural e, no Brasil, entre as fontes de amido disponíveis, destaca-se a mandioca, devido a larga produção e disponibilidade (FAOSTAT, 2021).

Em virtude da aplicação de amido na formação de embalagens, algumas características como o caráter hidrofílico e as baixas propriedades mecânicas precisam ser aprimoradas, sendo necessários estudos de incorporação de aditivos e materiais de reforço (BERGEL; LUZ; SANTANA, 2017; PORNSUKSOMBOON, 2016).

Subprodutos agroindustriais são uma fonte emergente de pesquisas que visam o aprimoramento de características técnicas de materiais poliméricos de origem natural (ESPINA; CRUZ-TIRADO; SICHE, 2016). Fibras lignocelulósicas compostas predominantemente de celulose, lignina e hemicelulose, apresentam o potencial de atuarem como reforço na matriz polimérica de amido (SALGADO *et al.*, 2008), além de permitirem a valorização de um material que, anteriormente, seria descartado.

Neste contexto, propôs-se realizar uma abordagem teórica de pesquisas que contemplassem as temáticas de bandejas biodegradáveis, compósitos de amido de mandioca e subprodutos da agroindústria.

2. Procedimentos Metodológicos

Os procedimentos metodológicos basearam-se no método de revisão bibliográfica sistemática proposto por Conforto, Amaral e da Silva (2011), também citados por Mesacasa e Deminski (2022). O método é dividido em três fases, no que consiste a estrutura de busca,

sendo: entrada, processamento e saída. A Figura 1 apresenta o conjunto de etapas que envolvem cada fase dos procedimentos.

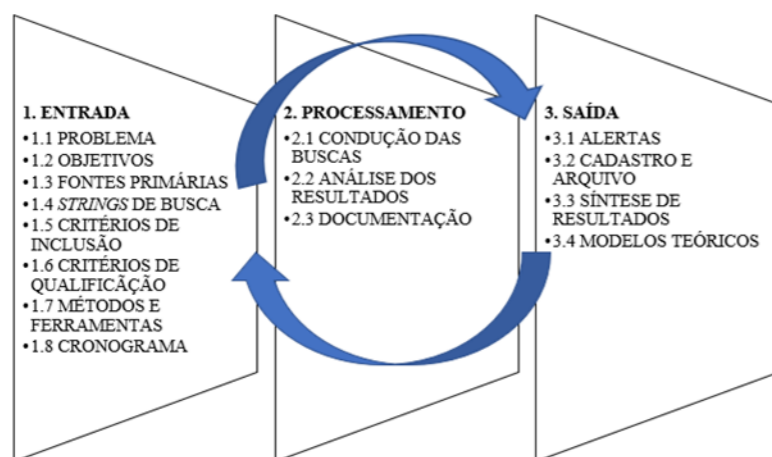


Figura 1: Modelo para estruturação da revisão bibliográfica sistemática. Fonte: Adaptado de Conforto, Amaral e da Silva (2011).

Na fase de entrada define-se o problema ou pergunta de pesquisa. Deste modo, tem-se: quais estudos contemplam a produção de bandejas biodegradáveis a partir de materiais compósitos à base de amido de mandioca e subprodutos da agroindústria?

Com relação ao objetivo, propôs-se a analisar artigos publicados em periódicos que contemplassem as temáticas de bandejas biodegradáveis, compósitos de amido de mandioca e subprodutos da agroindústria.

Na etapa seguinte, buscou-se por fontes primárias de busca. O Portal de Periódicos da Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) foi a base de dados escolhida. E em seguida, realizou-se a construção das *strings* de busca que, como afirmam Conforto, Amaral e Silva (2011), parte do processo de identificação de termos e palavras relacionadas ao tema de pesquisa. Foram utilizados operadores Booleanos para a combinação dos termos compósitos de amido de mandioca, poliestireno, bandejas biodegradáveis, agroindústria, subprodutos, reciclagem e termocompressão. O Quadro 1 apresenta as *strings* de busca pesquisadas.

Quadro 1: *Strings* de busca.

Strings de busca	
1	<i>Cassava starch composite + expanded polystyrene</i>
2	<i>Cassava starch composite + biodegradable trays</i>
3	<i>Cassava starch composite + agroindustrial</i>
4	<i>Cassava starch composite + by-product</i>
5	<i>Cassava starch composite + recycling</i>
6	<i>Cassava starch composite + thermocompression</i>

Fonte: Autores.

Previamente às buscas, foram definidos os critérios de inclusão de artigos: artigos publicados nos últimos cinco anos, revisados por pares, em língua inglesa e que apresentassem as *strings* de busca no título e/ou palavras-chave. Todas as buscas foram realizadas no mês de março de 2023.

Em seguida, passou-se para a etapa de processamento, com a organização dos artigos e leitura dos resumos, seguida de introdução e conclusão e, leitura completa, identificando quais artigos estavam realmente relacionados aos temas. Deste modo, fez-se uma filtragem, reduzindo-se a quantidade de resultados encontrados. O Quadro 2 demonstra os dados referentes ao processo de filtragem de artigos após a realização das buscas.

Quadro 2: Resultados da etapa de processamento.

Busca	Strings	Artigos	Leitura do título/palavras-chave	Leitura do resumo	Leitura da introdução e conclusão	Leitura completa
1	<i>Cassava starch composite + expanded polystyrene</i>	5	3	2	1	1
2	<i>Cassava starch composite + biodegradable trays</i>	5	4	2	2	2
3	<i>Cassava starch composite + agroindustrial</i>	9	9	3	2	2
4	<i>Cassava starch composite + by-product</i>	16	8	4	1	1
5	<i>Cassava starch composite + recycling</i>	5	3	2	1	1
6	<i>Cassava starch composite + thermocompression</i>	3	2	0	0	0

Fonte: Autores.

Ao final do processo de filtragem, sete artigos foram selecionados para a leitura completa. No Quadro 3 são apresentados os autores, ano de publicação, título original e em tradução livre e, por fim, os periódicos, como forma de síntese das publicações recentes que contemplam o tema estudado.

Quadro 3: Síntese das publicações selecionadas.

Autores	Ano	Título	Tradução	Periódico
Juliana Both Engel, Cláudia Leites Luchese, Isabel Cristina Tessaro -	2022	<i>Making the reuse of agro-industrial wastes a reality for starch-based packaging sector: A storage case study of carrot cake and cherry tomatoes</i>	Tornando o aproveitamento de resíduos agroindustriais uma realidade para o setor de embalagens de amido: estudo de caso do armazenamento de bolo de cenoura e tomate cereja	<i>International Journal of Biological Macromolecules</i>
Nicolý Donati, Jordana Corralo Spada, Isabel Cristina Tessaro	2022	<i>Recycling rice husk ash as a filler on biodegradable cassava starch-based foams</i>	Reciclagem de cinza de casca de arroz como carga em espumas biodegradáveis de amido de mandioca	<i>Polymer Bulletin</i>
Florencia Versino, Olivia V. López, María Alejandra García	2021	<i>Sunflower Oil Industry By-product as Natural Filler of Biocomposite Foams for Packaging Applications</i>	Subproduto do processamento de óleo de girassol como carga natural em espumas biocompostas para aplicação em embalagens	<i>Journal of Polymers and the Environment</i>
Juliana Both Engel, Marina Mac Ginity, Cláudia Leites Luchese, Isabel Cristina Tessaro, Jordana Corralo Spada	2020	<i>Reuse of Different Agroindustrial Wastes: Pinhão and Pecan Nutshells Incorporated into Biocomposites Using Thermocompression</i>	Aproveitamento de resíduos agroindustriais distintos: casca de pinhão e casca de noz-pecã incorporados em biocompósitos empregando a termocompressão	<i>Journal of Polymers and the Environment</i>
Danielle C.M. Ferreira, Gustavo Molina, Franciele M. Pelissari	2020	<i>Biodegradable trays based on cassava starch blended with agroindustrial residues</i>	Bandejas biodegradáveis compostas de amido de mandioca e de resíduos agroindustriais	<i>Composites Part B: Engineering</i>
Juliana Both Engel, Alan Ambrosi, Isabel Cristina Tessaro	2019	<i>Development of a Cassava Starch-Based Foam Incorporated with Grape Stalks Using an Experimental Design</i>	Desenvolvimento de espumas de amido de mandioca incorporadas com engaço de uva empregando um design experimental	<i>Journal of Polymers and the Environment</i>
Arnold Cabanillas, Julio Nunez, JP. Cruz-Tirado, R. Vejarano, Delia R. Tapia-Blacido and Hubert Arteaga	2019	<i>Pineapple shell fiber as reinforcement in cassava starch foam trays</i>	Fibra de casca de abacaxi como reforço em espumas de amido de mandioca	<i>Polymers and Polymer Composites</i>

Fonte: Autores.

Assim, atesta-se a utilização dos critérios apontados, anteriormente, para o momento de busca e de seleção de trabalhos. É importante relatar também, que alguns artigos apareceram repetidas vezes em mais de uma *string* de busca, mas, as repetições foram excluídas ao longo da etapa de processamento.

3. Resultados

Verificou-se que os termos utilizados limitaram bastante o número de pesquisas encontradas. O que pode demonstrar o aspecto de novidade dos temas ou o baixo investimento nestes estudos. Outro aspecto que ficou evidente é que a maioria dos estudos foram realizados por brasileiros, tendo-se, após a filtragem, apenas dois artigos publicados por pesquisadores de outra nacionalidade.

No trabalho de Cabanillas *et al.*, (2019) verificou-se a viabilidade de utilização de casca de abacaxi, subproduto de indústrias processadoras de frutas, como reforço em espumas de amido de mandioca para a produção de embalagens biodegradáveis. Avaliando assim, os efeitos da incorporação de diferentes concentrações desta fibra nas propriedades microestruturais, físico-químicas e mecânicas do produto formado. A manufatura das bandejas biodegradáveis ocorreu pelo processo de termocompressão, que consiste na fusão de um material (que fica inserido em um molde fechado) por meio da elevação da pressão e temperatura. O trabalho demonstrou que é viável a utilização desta matéria-prima e sua aplicação para embalagens de alimentos com baixo teor de umidade.

Engel, Ambrosi e Tessaro (2019) investigaram a utilização do engaço da uva Cabernet Sauvignon, um dos subprodutos da indústria de vinhos, como reforço em espumas de amido de mandioca para a produção de embalagens biodegradáveis. A adição do subproduto e a variação de sua granulometria, assim como o efeito da adição do plastificante glicerol, foram avaliados com relação as propriedades das espumas. Utilizou-se um design experimental a fim de otimizar o desenvolvimento do produto e para a sua manufatura, aplicou-se o processo de termocompressão. A aplicação do design experimental atendeu aos objetivos propostos e a adição de engaço de uva melhorou as propriedades das espumas.

Ferreira, Molina e Pelissari (2020) avaliaram a adição de quatro diferentes subprodutos agroindustriais (o bagaço de laranja, o bagaço de cana-de-açúcar, o bagaço de malte e a palha de milho), em espumas de amido de mandioca para a produção de bandejas biodegradáveis. Desse modo, avaliaram o efeito de diferentes concentrações destes subprodutos nas propriedades da bandeja desenvolvida e compararam suas características com as de uma bandeja comercial de poliestireno expandido. Para o desenvolvimento do material foi feita a moldagem manual em molde e posterior secagem em estufa. Os resultados obtidos foram promissores quanto a aplicação do material como embalagem para produtos secos.

Engel *et al.*, (2020) pesquisaram a influência da adição de dois subprodutos agroindustriais (casca de pinhão e casca de noz pecã) em espumas de amido de mandioca e avaliaram as propriedades do compósito formado. O compósito foi desenvolvido pelo processo de termocompressão e, ao final dos testes, obteve-se resultados promissores para a utilização do material formado. Os autores sugeriram diferentes aplicações como embalagens de uso único, embalagens para produtos alimentícios com baixo teor de umidade e como placas utilizadas para evitar impactos durante o transporte de mercadorias.

Versino, López e García (2021) utilizaram um subproduto do processamento de óleo de girassol e verificaram os efeitos de sua adição, em diferentes concentrações, em espumas de amido de mandioca. Além disso, analisaram os efeitos da utilização de ureia como aditivo e realizaram comparações entre as propriedades do compósito formado com as de um material de poliestireno expandido. Os compósitos foram formados pelo processo de termocompressão

e posteriormente, foram caracterizados. Os resultados apontaram que a adição de ureia e de torta de óleo de girassol possibilitaram a obtenção de compósitos mais flexíveis, com características promissoras para aplicação como embalagens de alimentos.

Donati, Spada e Tessaro (2022) avaliaram os efeitos nas propriedades mecânicas, físicas e morfológicas de espumas de amido de mandioca com a adição de diferentes teores do subproduto agroindustrial de cinza de casca de arroz. Os compósitos foram obtidos por termocompressão e analisados posteriormente. Os resultados demonstraram o potencial de aplicação de cinza de casca de arroz como carga em espumas de amido. E, de acordo com as características do compósito desenvolvido, os autores sugeriram aplicações destinadas à produção de embalagens para alimentos, como bandejas e recipientes, estoques de tubos de plantas e porta-copos.

Engel, Luchese e Tessaro (2022) desenvolveram compósitos de amido de mandioca com a adição de dois subprodutos agroindustriais, a entrecasca de mandioca e o engaço de uva. Os compósitos que apresentaram propriedades desejáveis na avaliação físico-química e mecânica, foram selecionados para novos testes quanto ao armazenamento de bolo de cenoura e de tomate-cereja. Os compósitos foram formados pelo processo de termocompressão e posteriormente, caracterizados e selecionados. Os autores evidenciaram o potencial de aplicação dos referidos subprodutos agroindustriais e comprovaram que não houveram diferenças significativas nas propriedades das amostras de bolo acondicionadas em embalagem biodegradável quando comparadas à embalagem tradicional. Além disso, constataram que a embalagem biodegradável desenvolvida é mais adequada para o armazenamento de tomate cereja do que as embalagens de EPS convencionais.

A Tabela 1 apresenta em maiores detalhes as características de cada estudo, no que consiste o desenvolvimento de material biodegradável feito de amido de mandioca com adição de subprodutos da agroindústria.

Tabela 1: Semelhanças e diferenças na formulação dos compósitos.

Subproduto	Concentração (%)	Aditivos (%)	Água	Citação
Casca de abacaxi	0; 5; 10; 15 e 20	Glicerol 7,5 e estearato de magnésio 3	Variável	Cabanillas <i>et al.</i> (2019)
Engaço de uva	1; 6,9; 15,5; 24,1 e 30	Glicerol 2,5; 6,0; 11,25; 16,5; 20	3,19%	Engel, Ambrosi e Tessaro (2019)
Bagaço de laranja, Bagaço de cana-de-açúcar, Bagaço de malte, Palha de milho	10; 20 e 30	Glicerol 22,5	94%	Ferreira, Molina e Pelissari (2020)
Casca de pinhão e Casca de noz-pecã	0 e 30	Glicerol 5	Variável	Engel <i>et al.</i> (2020)
Torta de óleo de girassol	0; 20 e 40	Glicerol 5, goma guar 1, estearato de magnésio 1, ureia 5	50%	Versino, López e García (2021)
Cinza de casca de arroz	0; 20; 40; 50 e 60	Glicerol 5	Variável	Donati, Spada e Tessaro (2022)
Entrecasca da mandioca e engaço de uva	14,3 e 7,2	Goma guar 0,4; estearato de magnésio 1,1; sorbitol 5,2	Variável	Engel, Luchese e Tessaro (2022)

Fonte: Autores (2023).

A partir da Tabela 1 visualiza-se quais foram os subprodutos utilizados em cada estudo e os respectivos aditivos aplicados em cada formulação, a fim de observar possíveis semelhanças e diferenças nos trabalhos.

4. Discussões

Dos sete artigos, todos abordaram diretamente a produção de materiais que possam substituir embalagens comerciais de poliestireno expandido e que apresentem a característica de biodegradabilidade. Outro ponto em comum entre os trabalhos, é a utilização de amido de mandioca como fonte de matéria-prima e de subprodutos agroindustriais como material de reforço. Porém, a pesquisa de Donati, Spada e Tessaro (2022) aborda a utilização de cinza de



casca de arroz, um coproduto, que é obtido após a queima da casca de arroz (subproduto agroindustrial), para a geração de energia elétrica.

O trabalho de Versino, López e García (2021) utilizou um material de referência para comparar os resultados dos testes aplicados ao compósito. Os demais trabalhos citam essa comparação, mas não especificam qual embalagem comercial foi utilizada como material de referência em suas análises.

Uma característica presente em todos os trabalhos é a busca pelo conhecimento das propriedades de diferentes subprodutos que são gerados por distintas atividades industriais e a verificação de sua viabilidade como material de reforço em estruturas expandidas ou espumas de amido. No trabalho de Engel, Luchese e Tessaro (2022), entretanto, há a utilização de um subproduto já conhecido (o engaço de uva), mas, tem-se uma combinação deste subproduto com outro, ainda não estudado, o que confere uma nova abordagem para a pesquisa.

Com relação à concentração dos subprodutos, presentes em cada formulação do material, observou-se que esta é uma variável intrínseca em todos os trabalhos. Evidenciando a importância da realização destas pesquisas, com diferentes subprodutos e diferentes concentrações destes, a fim de verificar o efeito que o teor de determinado subproduto terá sobre a matriz de amido.

Além disso, verifica-se a incorporação de aditivos nas formulações. De forma geral, os trabalhos fixaram o teor de aditivos com base em estudos preliminares. Com exceção do trabalho de Engel, Ambrosi e Tessaro (2019) que variou o teor de glicerol, pois, propôs um delineamento experimental composto central, com uma formulação otimizada.

5. Considerações Finais

Conclui-se que há uma crescente linha de pesquisa na área de polímeros biodegradáveis em virtude da busca por fontes renováveis de matérias-primas e redução de impactos ambientais ocasionados pelo descarte de resíduos de uso único, como bandejas e demais embalagens de poliestireno expandido.

Os trabalhos abordados na presente pesquisa contemplaram o objetivo proposto e dão enfoque para o desenvolvimento de materiais naturais e tecnologias para redução do impacto ambiental. Assim, os respectivos trabalhos abordaram uma solução viável para a valorização de subprodutos gerados em determinados setores da agroindústria.

Por fim, a análise dos trabalhos deu ênfase para as ideias centrais presentes nos artigos e sua relação com os temas norteadores. Avalia-se como uma proposta para futuros trabalhos, a apresentação de uma síntese dos resultados encontrados para as propriedades dos materiais compósitos desenvolvidos.

Referências

- BERGEL, B. F.; LUZ, L. M.; SANTANA, R. M. C. Comparative study of the influence of chitosan as coating of thermoplastic starch foam from potato, cassava and corn starch. **Progress In Organic Coatings**, [S.L.], v. 106, p. 27-32, maio 2017. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.porgcoat.2017.02.010>.
- CABANILLAS, A. *et al.* Pineapple shell fiber as reinforcement in cassava starch foam trays. **Polymers And Polymer Composites**, [S.L.], v. 27, n. 8, p. 496-506, 22 maio 2019. SAGE Publications. <http://dx.doi.org/10.1177/0967391119848187>.
- CARVALHO, J. S.; OLIVEIRA, J. S. C.; JOSÉ, J. F. B. S. Reflexões sobre embalagens de alimentos e sustentabilidade. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [S.L.], v. 12, n. 3, p. 586-597, 14 jan. 2021. Companhia Brasileira de Produção Científica. <http://dx.doi.org/10.6008/cbpc2179-6858.2021.003.0047>.
- CHENG, Hao *et al.* Starch-based biodegradable packaging materials: a review of their preparation, characterization and diverse applications in the food industry. **Trends In Food Science & Technology**, [S.L.], v. 114, p. 70-82, ago. 2021. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tifs.2021.05.017>.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; DA SILVA, S. L. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto – CBGDP. Anais...: Porto Alegre, 2011, p. 01-12.
- DONATI, N.; SPADA, J. C.; TESSARO, I. C. Recycling rice husk ash as a filler on biodegradable cassava starch-based foams. **Polymer Bulletin**, [S.L.], [S.V.], [S.N.], [S.P.], 10 nov. 2022. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00289-022-04557-9>.
- ENGEL, J. B.; AMBROSI, A.; TESSARO, I. C. Development of a Cassava Starch-Based Foam Incorporated with Grape Stalks Using an Experimental Design. **Journal Of Polymers And The Environment**, [S.L.], v. 27, n. 12, p. 2853-2866, 23 set. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10924-019-01566-0>.
- ENGEL, J. B. *et al.* Reuse of Different Agroindustrial Wastes: pinhão and pecan nutshells incorporated into biocomposites using thermocompression. **Journal Of Polymers And The Environment**, [S.L.], v. 28, n. 5, p. 1431-1440, 10 mar. 2020. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10924-020-01696-w>.
- ENGEL, J. B.; LUCHESE, C. L.; TESSARO, I. C. Making the reuse of agro-industrial wastes a reality for starch-based packaging sector: a storage case study of carrot cake and cherry tomatoes. **International Journal Of Biological Macromolecules**, [S.L.], v. 206, p. 740-749, maio 2022. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.03.074>.
- ESPINA, M.; CRUZ-TIRADO, J.P.; SICHE, R. Mechanical properties of trays based on starch of native plant species and fiber of agroindustrial wastes. **Scientia Agropecuaria**, [S.L.], v. 07, n. 02, p. 133-143, 30 jun. 2016. Universidad Nacional de Trujillo. <http://dx.doi.org/10.17268/sci.agropecu.2016.02.06>.



FAOSTAT. **The Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database.**

Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: mar. 2023.

FERREIRA, D. C. M.; MOLINA, G.; PELISSARI, F. M. Biodegradable trays based on cassava starch blended with agroindustrial residues. **Composites Part B: Engineering**, [S.L.], v. 183, p. 107682, fev. 2020. Elsevier BV.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2019.107682>.

GEYER, R.; JAMBECK, J. R.; LAW, K. L. Production, use, and fate of all plastics ever made. **Science Advances**, [S.L.], v. 3, n. 7, [S.P.], 19 jul. 2017. American Association for the Advancement of Science (AAAS). <http://dx.doi.org/10.1126/sciadv.1700782>.

MESACASA, A.; DEMINSKI, C. C. D. Fibras têxteis sintéticas e a liberação de microplásticos: uma revisão. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 80-90, 1 dez. 2022. <http://dx.doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2022.v9.n1.%p>.

PORNSUKSOMBOON, K. *et al.* Properties of baked foams from citric acid modified cassava starch and native cassava starch blends. **Carbohydrate Polymers**, [S.L.], v. 136, p. 107-112, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.09.019>.

SALGADO, P. R. *et al.* Biodegradable foams based on cassava starch, sunflower proteins and cellulose fibers obtained by a baking process. **Journal Of Food Engineering**, [S.L.], v. 85, n. 3, p. 435-443, abr. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.08.005>.

SANGRONIZ, A. *et al.* Packaging materials with desired mechanical and barrier properties and full chemical recyclability. **Nature Communications**, [S.L.], v. 10, n. 1, [S.P.], 8 ago. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1038/s41467-019-11525-x>.

VERSINO, F.; LÓPEZ, O. V.; GARCÍA, M. A. Sunflower Oil Industry By-product as Natural Filler of Biocomposite Foams for Packaging Applications. **Journal Of Polymers And The Environment**, [S.L.], v. 29, n. 6, p. 1869-1879, 2 jan. 2021. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10924-020-01981-8>.

Avaliação da sustentabilidade pelo Modelo ESA-B: o edifício integrado ao contexto urbano

Sustainability assessment by ESA-B Model: the building integrated in the urban context

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng, UFSC – CTC – PósARQ/ Brasil - ORCID - 0000-0002-3250-7813.

lisiane.librelotto@ufsc.br

Eduarda Cardoso Da Luz , estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo / UFSC

eduardaluz10r@gmail.com

Verônica Bandini, estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo / UFSC

veban06@gmail.com

Kamylla Emily Braga , estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo / UFSC

kamyllaemily@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa traz como tema a avaliação da sustentabilidade considerando uma visão integrada entre edifício e cidade, sendo parte de uma pesquisa maior que objetiva o desenvolvimento de um aplicativo para gestão da sustentabilidade em um bairro. Mais especificamente, partindo-se do princípio de que é necessário avaliar para tomar uma decisão sobre quais tecnologias devem ser incorporadas ao ambiente construído, propõe-se um modelo para gestão da sustentabilidade no edifício, alcançando as cidades. Para exemplificar a aplicação do Modelo ESA – *Building*, efetuada segundo uma inter-relação tridimensional, frente às três dimensões da sustentabilidade utilizou-se uma edificação em contexto urbano hipotético, e indicadores fictícios para três cenários. Como resultado obteve-se a aplicação simulada de um método para avaliação da sustentabilidade de edificações, considerando a estrutura urbana onde está/será inserido o edifício, as estratégias/conduas utilizadas ao longo do ciclo de vida e do desempenho obtido frente às dimensões econômica, social e ambiental.

Palavras-chave: Edificação; Ferramenta; Sustentabilidade; Avaliação; Urbano.

Abstract

This research has as its theme the assessment of sustainability considering an integrated vision between building and city, being part of a larger research that aims to develop an application for



sustainability management in a neighborhood. More specifically, based on the principle that it is necessary to evaluate in order to make a decision about which technologies should be incorporated into the built environment, a model for sustainability management in the building is proposed, reaching the cities. To exemplify the application of the ESA - Building Model, carried out according to a three-dimensional interrelationship, in view of the three dimensions of sustainability, building was used in a hypothetical urban context, and fictitious indicators for three scenarios. As a result, a simulated application of a method for evaluating the sustainability of buildings was obtained, considering the urban structure where the building is/will be inserted, the strategies/ conducts used throughout the life cycle and the performance obtained in relation to the economic, social and environmental.

Keywords: Buildings; Tools; Sustainability; Assessment; Urban.

1. Introdução

O mundo sofre com as mudanças climáticas. São incêndios, inundações, aumento da temperatura do Planeta, efeito estufa, entre outros tantos problemas. Na raiz disto encontra-se a ação humana. A academia envida esforços para propor soluções e tecnologias capazes de superar ou minimizar estes fenômenos. Tal solução não é simples e envolve profissionais de diversas áreas e campos do conhecimento. A sustentabilidade se consolida como uma área do conhecimento, de caráter inter e multidisciplinar, como uma ciência complexa. De acordo com o relatório da Comissão Brundtland, o Nosso Futuro Comum (1987), o desenvolvimento sustentável é aquele que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades. Quando analisado da ótica do pesquisador crítico, por si só, tal conceito já apresenta um problema, pois o encontro das necessidades atuais já não é satisfatório. Não está sendo possível sequer satisfazer as necessidades desta geração com equidade e justiça, quiçá de uma forma sustentável. O que se pode dizer das necessidades e comprometimento dos recursos para as gerações futuras?

Ainda, no que se refere a edificação, o desafio da sustentabilidade está fortemente relacionado ao cenário urbano caótico, onde os recursos são necessários ao mesmo tempo que se precisa de tecnologia para resolver problemas de infraestrutura, de espaços de vivência comunitária, de produção de alimentos com desenvolvimento social e impactos ambientais reduzidos. A contradição é mandatória e as soluções, sempre interdependentes, requerem o emprego de estratégias e de monitoramento.

Para assegurar a sustentabilidade do ambiente urbano, não interessa apenas a tipologia do edifício, seu sistema construtivo e tecnologias incorporadas. Interessa também a relação dos mesmos com os espaços públicos e de uso coletivo, da composição do cenário da vida coletiva, dos espaços de circulação e de vivência, da riqueza e pluralidade dos espaços urbanos, que deve ser também, um espaço para confronto de interesses que conduz a evolução, no paradoxo dos direitos do indivíduo e da coletividade.

Então, percebe-se que selos e certificações de reconhecimento ambiental ou de sustentabilidade podem destacar alguns aspectos do todo, mas é necessário um instrumento que ajude a gerir a qualidade dos espaços públicos em conjunto com as estratégias adotadas

no edifício e o desempenho por elas obtido. Mais do que coleções de tecnologias limpas, o edifício sustentável deve pensar na estratégia tecnológica certa para suprir, priorizar e sustentar as necessidades daquele contexto, pois os recursos são escassos e finitos.

Pensando desta forma percebe-se que o edifício isolado não pode ser sustentável. Assim também não será a cidade sem o edifício certo. Esta é a hipótese que orienta essa pesquisa. Mais do que tudo, não há receita. Não se pode pensar que colocar um kit em uma edificação para que colete água da chuva, gere energia, entre outras estratégias que normalmente compõem o rol de tecnologias limpas, por si só, vá tornar a edificação sustentável, pois há de se pensar no equilíbrio econômico e no benefício social ao coletivo. Apenas existe a melhor solução para aquele contexto, que deve ser sempre fruto de planejamento. Deve ser gerido ao longo dos anos, pois o contexto onde está inserido é dinâmico e não pode ser tratado de forma estática.

Nesta pesquisa apresenta-se o modelo ESA-B (Building / Edifício) para avaliar a sustentabilidade das edificações, nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA) considerando sua inserção no ambiente urbano, tendo como base o MODELO ESA (LIBRELOTTO, 2005) e sua adaptação para o MODELO ESA-B. Para tanto, a partir da adaptação do Modelo, proposta em Librelotto e outros, 2017, realizou-se uma simulação de aplicação do modelo ESA - B em três cenários urbanos, com o intuito de verificar sua efetividade na detecção de pontos de potenciais melhorias ou fragilidades no espaço urbano e as possibilidades de gestão destes cenários.

2. Fundamentação Teórica

2.1 O conceito de sustentabilidade no ambiente construído

O que é uma cidade sustentável? Aponta-se como fatores relevantes para a sustentabilidade urbana a compacidade das cidades, o uso de sistemas de transportes multimodais e dos espaços abertos, praticam a conservação de energia, presença de cinturões verdes como elementos de contenção dos grandes centros, uso integrado do solo nos planos diretores permitindo o desenvolvimento de um mix de atividades, aumento da densidade urbana, duplicação e melhoria dos espaços abertos, revitalização de espaços industriais, melhor resposta a equação trabalho/casa, estabelecimento de códigos que assegurem a construção de habitações dentro de padrões mínimos e estratégias projetuais que utilizem-se de componentes naturais e construídos que respondam às questões bioclimáticas regionais. (BIRCH; WACHTER, 2008; LIBRELOTTO, 2005)

O que é um edifício sustentável? Pode-se dizer que várias tentativas de definição já foram realizadas, mas sobretudo a premissa mínima é o equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental (a tríade ESA). O iiSBE Portugal e a Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento do CIB (Conselho Internacional da Construção) definem como objetivos da construção sustentável a economia de energia e água; a garantia da salubridade dos edifícios; a maximização da durabilidade dos edifícios; o planejamento da conservação e a manutenção dos edifícios; o uso de materiais eco-eficientes; o emprego de baixa massa de construção; uma menor produção de resíduos; custos de ciclo de vida menos elevados do que a construção convencional e condições dignas de higiene e segurança nos trabalhos de construção.



Seguindo este conceito, selos e certificações estabelecem indicadores para avaliar o edifício sustentável. Alguns de forma mais abrangente, contemplando muitos aspectos da sustentabilidade e outros menos. De uma forma resumida, agrupando-se os principais selos, certificados e métodos de avaliação (LEED, SUSTENTAX, ASUS, STAR, MASP-HIS, GB Tool, Selo Casa Azul, Selo Casa Saudável), estabelece-se o que se espera da edificação sustentável num consenso entre as diferentes visões que deram origem a construção das propostas de avaliação. (SILVA, 2007; CARVALHO, 2009, ASUS, 2016). Estas propostas serviram de base para a proposição dos grupos de indicadores das condutas/estratégias para sustentabilidade do edifício.

No contexto urbano Birch and Wachter (2008) identificam algumas formas de medir a sustentabilidade que são: *National Geographic Green Guide*, *Earth Day Network e SustainLane Surveys*. Como indicadores, para avaliar o verde do ambiente urbano (denominam *greener cities*), consideram a preservação do ambiente natural, consumo de produtos regionais, energia elétrica de fontes eólicas e hidrelétricas, incentivo a produção de produtos orgânicos locais, manutenção de instituição de ensino e pesquisa ambiental, incentivo ao uso de embalagens reutilizáveis nos restaurantes e *fast foods*, fornecimento de refeições sem carne nos estabelecimentos da região, parques, atividades (trilhas) que permitem um maior contato com a natureza, solução dos problemas de trânsito nos centros urbanos por meio de transportes alternativos e descentralização das atividades. (BIRCH; WACHTER, 2008). Soma-se a estes indicadores como o IDH (*The Global Economy*, 2023; PNUD, 2015), a pegada ecológica (*Global Footprint Network*, 2015) e no Brasil, particularmente os indicadores calculados pelo IBGE (2015) e a proposição do IQVU – Índice de Qualidade de Vida Urbana (NAHAS, 2016). Tais indicadores serviram de base para a proposição dos grupos de indicadores para a estrutura urbana e análise das pressões dos choques.

Destaca-se que as ferramentas para avaliação da sustentabilidade na edificação (BSATs- *Buildings Sustainability Assessment Tools*), desconsideram o contexto urbano, ou apenas o consideram como uma categoria de avaliação com pouca interação com a sustentabilidade do edifício. Da mesma forma, as ferramentas de avaliação da sustentabilidade nas comunidades (USATs - *Urban Sustainability Assessment Tools*) pouco consideram a implementação das edificações na sustentabilidade local (USAT, 2023).

2.2 O Modelo ESA Building (ESA-B)

Com o intuito de avaliar a sustentabilidade em empresas da construção civil, em 2005, foi criado o MODELO ESA (LIBRELOTTO, 2005 e LIBRELOTTO, 2008), com base na proposição inicial do Modelo ECP-T (ABREU, 2001). Librelotto et. al. (2017) propuseram a adaptação do modelo para avaliar a sustentabilidade do edifício inserido no ambiente urbano, por convenção, o MODELO ESA- B (Building / Edifício).

Dessa forma, o Modelo ESA-B propõe a avaliação da estrutura urbana (que deve ser realizada sempre que mudem as condições estruturais do local de implementação do edifício através da incidência dos Choques), condutas (as estratégias implementadas na edificação representadas basicamente pelos indicadores identificados nos selos, certificações e modelos de avaliação da sustentabilidade no edifício) e o desempenho (representado pelo resultado obtido com a implementação da estratégia).

Considerou-se o Modelo ESA-B com uma estrutura aberta, onde os indicadores utilizados podem ser adaptados conforme a facilidade de obtenção de dados e prioridades estabelecidas para cada contexto. Uma pesquisa maior, associada a essa, está realizando a revisão dos indicadores tanto para compor a avaliação da estrutura urbana, quanto para o edifício, a partir de uma sugestão de 600 Modelos de Avaliação da Sustentabilidade apontados por López et al. (2019). O estado da arte da avaliação da sustentabilidade urbana e das edificações está sendo disponibilizado na página do projeto - Aplicativo USAT (*Urban Sustainability Assessment Tool*) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building (USAT, 2023).

É importante ressaltar que o MODELO ESA-B é dinâmico, e foi desenvolvido de forma a permitir a gestão da sustentabilidade em uma determinada localidade. Por exemplo, a avaliação do nível de sustentabilidade da edificação poderá ser realizada em diversos estágios. Em um primeiro momento, para análise da viabilidade do empreendimento, ou já no projeto e mesmo com a edificação já implementada. Por isso, a avaliação possui dinamicidade e permite gerir o desenvolvimento do bairro, acompanhar a implementação de estratégias na edificação ou comparar o desempenho real versus planejado em projeto. Importante ressaltar que a unidade de avaliação parte do micro para o macro, portanto exige a disponibilidade de dados para as unidades administrativas focos da avaliação.

O quadro 1, esquematiza a proposição do Modelo ESA-B. Assumindo alguns indicadores previamente estabelecidos para a estrutura urbana como existência de áreas de lazer, condições da iluminação pública e passeios, mobilidade no bairro, disponibilidade de energia elétrica e água, pode-se na análise da viabilidade do empreendimento, verificar a capacidade existente da estrutura local em atender mais unidades consumidoras, mais veículos circulando no bairro, as condições de comércio para atender a novos moradores. Estes dados servirão de norte para implementação de melhorias no bairro ou mesmo na definição das estratégias (condutas) a empregar no edifício. Um local onde há falta de água constante, é um indicativo para maximizar a rede pública, caso ocorra um acordo com o poder público, ou do contrário, a edificação deverá tentar de todas as formas utilizar estratégias para gestão da água. Desta maneira pode-se priorizar as estratégias mais necessárias que supram deficiências locais ou que gerem maior impacto na comunidade, evitando-se as coleções tecnológicas ou os kits sustentabilidade (equivocadamente, quando existe menção há uma edificação sustentável, automaticamente pensa-se em introduzir o mesmo conjunto de tecnologias – telhado jardim, reaproveitamento da água da chuva, painéis fotovoltaicos).

Uma vez avaliada a estrutura urbana do local de implementação do edifício, novas avaliações só serão realizadas quando incidirem choques (mudanças que podem alterar as condições do bairro). Pode-se interpretar a construção da edificação como um agente causador de mudanças tendo em vista que deve melhorar as condições do bairro, com oferta de serviços para a comunidade, área de lazer de uso coletivo, hortas comunitárias ou mesmo fornecendo energia limpa excedente autogerada.

Uma das grandes questões que as pesquisas ainda devem responder trata da eficácia das tecnologias implementadas. Nesse caso, interfere no desempenho das estratégias implementadas na estrutura urbana e na edificação. Muitas tecnologias eficientes, quando empregadas nos edifícios, acabam sendo ineficazes, o que tem sido definido pelos pesquisadores como um *gap* (lacuna). Isto prejudica tanto a assimilação e difusão da

tecnologia, quanto os consumidores que fizeram o investimento sem o retorno esperado e ferem a imagem de projetistas e consultores que as recomendaram. Muitos são os casos de empreendimentos certificados (ou seja, que empregaram um conjunto de estratégias para obterem uma pontuação e receberam os créditos) mas que acabam por não obter o desempenho esperado, como retrata a pesquisa de Shi et. al (2019). Alguns destes casos geraram processos judiciais difundidos na mídia.

Com a edificação já implementada, pode-se monitorar o desempenho. Assim, estratégias/conduas empregadas para eficiência energética devem reverter a economia do consumo de energia. Neste caso, pode-se comparar os *benchmarks* ou resultados das simulações planejadas com o efetivamente conquistado. A mesma relação pode-se estabelecer entre emprego de materiais isolantes térmicos com a temperatura interna dos ambientes. A ventilação natural com a salubridade e temperatura internas e assim por diante.

Quadro 1 - Indicadores Modelo ESA-B.

Choques	Mudanças na estrutura urbana; Mudanças na legislação; Mudanças no perfil do cidadão; Inovações tecnológicas; Outros: Governança.		
Estrutura Urbana	(Proposição inicial): Segurança; Saúde; Salubridade; Lazer; Educação; Estrutura básica: Energia; Abastecimento de água; Saneamento; Drenagem; Coleta de lixo; Áreas reservadas. (Proposição posterior): utilizar indicadores do IQVU (NAHAS, 2016)		
Condução/Estratégia para Edificação	(Modelo MASP-HIS - Carvalho, 2009)		
	Ambiental Uso do Solo; Gestão da Energia; Gestão da Água; Consumo de Materiais; Resíduos; Saúde, Higiene e Qualidade de Vida; Conforto Eletromagnético; Conforto tátil; Conforto Antropodinâmico; Ventilação; Conforto Acústico; Conforto Lumínico; Conforto Higrotérmico; Durabilidade.	Social Conforto e Saúde; Estanqueidade; Habitabilidade, funcionalidade e flexibilidade; Construtibilidade; Infraestrutura; Segurança (fogo, estrutural, uso e operação); Qualidade da edificação; Relacionamento com a comunidade; Participação; Herança cultural; Políticas públicas; Educação ambiental; Empresas construtoras.	Econômica Empresas de projeto; Fornecedores para empresas de projetos; Usuários; Segurança; Fortalecimento da economia local; Viabilidade Econômica; Custo de construção, operação e manutenção; Critérios Econômicos para empresas de projeto;
Desempenho	Consumo de água; Consumo de energia; Emissões de CO2. Resíduos. Outros.		

Para melhor compreensão, é importante salientar, que o Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte (IQVU-BH, Nahas, 2016) tem por objetivo analisar a disponibilidade de bens e serviços públicos e privados de cada bairro pertencente à cidade.

Enquanto o MASP-HIS (Carvalho, 2009) é uma metodologia que analisa a sustentabilidade nos projetos de habitação de interesse social. Além disso, ambos os modelos de avaliação são bastante abrangentes e serão de grande importância para a discussão do tema proposto.

Enquanto um modelo aberto, o Modelo ESA Edifício aceita adaptações sempre que necessário. O quadro 2 apresenta os indicadores sugeridos para o Modelo em relação aos indicadores que são considerados no cálculo do IQVU (NAHAS, 2016). Por facilidade de construção dos cenários, na avaliação da Estrutura Urbana, utilizou-se os indicadores do IQVU pela facilidade de obtenção dos dados, visto que estão sendo calculados pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH, 2020). Ambos os modelos foram adaptados para essa aplicação.

Quadro 2: Indicadores propostos para avaliação da estrutura urbana.

	Indicadores Propostos ESA Building Original	Indicadores utilizados no IQVU (NAHAS, 2016 e NAHAS e outros. 2002); PBH (2020)
Lazer	Centro de convivência (locais que promovam atividades culturais), Quadra poliesportiva, Parque.	CULTURA – a) Meios de Comunicação; 1 - Abrangência: tiragem de publicações locais; 2- Patrimônio Cultural; .2.1 - Bens tombados (número de bens tombados); 3- Equipamentos Culturais; .3.1 - Distribuição/equipamentos; 3.2 - Livrarias e papelarias
Educação	Escola, Creche, Universidade.	EDUCAÇÃO - a) Ensino Fundamental; 1 - Matrícula de Ensino Fundamental; 2 - Tamanho de turmas no Ensino Fundamental; b) - Ensino Médio- 1- Matrícula de Ensino Médio; 2 – Tamanho de turmas no Ensino Médio; 3 - Índice de aproveitamento no Ensino Médio
Comércio	Supermercado (mercado obrigatório), Feira Livre (obrigatório), Padaria, Bar/restaurante, Agência bancária, Hotéis, Posto de correios.	ABASTECIMENTO – a) Equipamentos de Abastecimento; 1 - Hiper e supermercados; 2 - Mercadorias e similares; .3 - Restaurantes e similares SERVIÇOS URBANOS – a) Serviços Pessoais; 1 - Agências bancária; b) Serviços de Comunicação – 1 - Bancas de revistas; 2 - Número de telefones públicos
Saúde	Posto de saúde, Hospital, Farmácia.	SAÚDE – a) Atenção à Saúde; 1- Disponibilidade/Leitos; 2- Postos de saúde; 3- Outros equipamentos de assistência médica; 4- Equipamentos odontológicos
Segurança	Nº crimes, Assaltos, Policiamento, Iluminação (Pública), IDH (Renda).	SEGURANÇA URBANA – a) Segurança Pessoal; 1 - Ausência de criminalidade (ocorrências de homicídios na cidade); 2 - Ausência de tentativas de homicídio b)- Segurança Patrimonial; 1 - Ausência de roubo e furto; .2 - Ausência de furto de veículos; 3-Segurança no Trânsito - Ausência de acidentes no trânsito
Mobilidade	Pavimentação, Calçadas, Ciclovia/alternativas, Sistema viário, Corredor de ônibus (uma linha de transporte público regular, com pelo menos uma parada acessível por rota de pedestres de, no máximo, um quilômetro de extensão), Transporte público.	INFRAESTRUTURA URBANA a) Transporte Coletivo; 1 - Possibilidade de acesso a vias pavimentadas; 2 - Número de veículos 3 – Conforto (idade média da frota dos veículos)

Estrutura Básica	Energia (Oferta), Saneamento, Rede de esgoto (com tratamento no próprio empreendimento ou em ETE da região), Água (rede de abastecimento de água potável), Drenagem, Coleta de lixo, Áreas reservadas.	INFRAESTRUTURA URBANA a)- Saneamento; 1 – Disponibilidade de água tratada; 2 – Disponibilidade da rede de esgoto; b) Energia Elétrica; 1 – Fornecimento de energia;
População	Renda, Densidade, Associações, Locais de trabalho, Educação Ambiental, Políticas Públicas, Acessibilidade (à habitação), Edifícios residenciais uni/multi-familiares.	HABITAÇÃO a)- Qualidade da Habitação; 1 - Área residencial adequada; 2 - Padrão de acabamento (em relação à classificação do IPTU)
Outro indicador		MEIO AMBIENTE a) Conforto Acústico.1 - Tranquilidade sonora

3. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa teve caráter quantitativo e qualitativo. Após o delineamento da pesquisa, realizou-se uma revisão bibliográfica (de forma exploratória e sistemática que são objeto de outras publicações), no sentido de compreender os métodos de avaliação ou de reconhecimento da sustentabilidade. O Modelo ESA-B (LIBRELOTTO et. al., 2017) foi aplicado, de forma simplificada, em 3 cenários hipotéticos.

A construção dos cenários teve como norte a tentativa de responder a pergunta, sobre como as edificações podem contribuir na sustentabilidade do entorno ou mesmo se podem apresentar contribuição de forma isolada de seu contexto. Logo, a hipótese a comprovar é que uma edificação isolada não pode ser sustentável e que os métodos de avaliação existentes, não consideram a relação dinâmica entre o edifício e seu entorno.

Para avaliação dos indicadores da estrutura do Modelo ESA-B, utilizou-se dados de cálculo do IQVU – Índice de Qualidade de Vida Urbana apresentado por Nahas (2016). Este Indicador é calculado a partir de duas séries distintas de indicadores, a Série Histórica (HS) e a Nova Série (NS), que se assemelha à proposta do Modelo ESA-B. O quadro 1 apresenta a correspondência entre estes indicadores. Cabe ressaltar que a Série Histórica e a Nova Série são compostas por 33 e 36 indicadores respectivamente.

De acordo com o relatório do IQVU, disponibilizado no site da prefeitura de BH, analisando a Nova Série, o bairro com o menor índice, de 0,464, foi o Furquim Werneck, localizado na região norte de BH e o bairro com o maior índice, de 0,869, foi o Francisco Sales, localizado na região centro-sul. No entanto, ao analisar a Série Histórica este cenário muda e tem-se o bairro Jardim da Felicidade com o menor índice, de 0,382, e Barro Preto com o maior índice, de 0,884. Estes índices representam uma média ponderada entre todos os indicadores de cada série.

O Modelo ESA-B, apresentado com maior detalhe no item 3 deste artigo, possui 4 etapas de aplicação: i) avaliação da estrutura urbana onde está a edificação objeto de estudo; ii) identificação ou seleção das estratégias para a sustentabilidade incorporadas ao edifício, iii) identificação e avaliação dos choques incidentes sobre a estrutura urbana relativos a

legislação, normativas e posturas governamentais que podem incidir em pressões para mudanças ou estabilidade no meio urbano, e iv) desempenho alcançado pelo edifício e estrutura urbana como resultado das estratégias implementadas.

No que diz respeito aos cenários, no cenário 1 simulou-se a aplicação do modelo em um bairro com altos níveis de sustentabilidade. Entretanto, o edifício considerado é convencional e não utiliza tecnologias incorporadas para a sustentabilidade, considerando o Modelo ESA-B apenas como uma forma de avaliar a sustentabilidade resultante.

Para o cenário 2 considerou-se um bairro com baixos níveis de sustentabilidade e um edifício com a adoção de estratégias e bom desempenho frente à sustentabilidade. Neste caso, o Modelo ESA Edifício é utilizado como forma de gestão da sustentabilidade e até de definição das condutas incorporadas no edifício e acompanhamento dos resultados.

O cenário 3 considera uma situação onde o Modelo ESA Edifício não é adotado, e são definidas as estratégias de sustentabilidade segundo um selo ou certificado, pontuado pelo nível mais alto de sustentabilidade, inserido no mesmo contexto urbano do cenário 2.

4. Aplicações e/ou Resultados

4.1 Cenários Hipotéticos para Aplicação do ESA Edifício

Foram utilizados como base para a proposição dos indicadores, os cálculos do IQVU (Índice de Qualidade Urbana, NAHAS, 2016) aplicado no Estado de Minas Gerais, entre outros indicadores como o IDH de um bairro hipotético. O IDH mais alto do mundo, segundo dados do IDH 2014 (PNUD, 2015) é o da Noruega, com o IDH igual a 0,944. Considerando que o IDH considera principalmente questões sociais, adotou-se como o melhor *benchmarking* para definição do nível de sustentabilidade social. O menor IDH é o de Níger com índice de 0,348. Estes dados foram considerados como limites para extrapolação para definição do nível de sustentabilidade social (o PNUD considera acima de 0,8- muito alto, de 0,79 a 0,7 - alto, de 0,69 a 0,55 - médio, de 0,549 a 0 – baixo).

Como indicador ambiental considerou-se o balanço entre a biocapacidade *versus* pegada ecológica. O pior balanço deficitário para 2019 é de 9.950%, ou seja, a pegada ecológica é 9950 % maior que a biocapacidade em Singapura. Já o melhor balanço positivo é na Guiana Francesa, onde a biocapacidade supera 3.980% a pegada ecológica. Neste caso, índices maiores do que 150,1% indicam muito alta sustentabilidade ambiental, de 150% a 100,1% indicam alta sustentabilidade, de 100% a 50,1%, média sustentabilidade, de 50% a 0%, baixa sustentabilidade. Os mesmos percentuais negativos indicam a muito alta, alta, média e baixa insustentabilidade ambiental.

Como referência para a sustentabilidade econômica selecionou-se o PIB (Produto Interno Bruto) per capita como indicador geral. Segundo os dados de *Trading Economics* (2019) o PIB per capita mais alto do mundo é de Luxemburgo, com USD 107.243,20 e o menor é de USD 210,80, da Somália. Embora esse ranking sofra variações conforme o ano e órgão medidor (FMI - Fundo Monetário Internacional ou Banco Mundial) percebe-se uma enorme variação entre os primeiros e últimos lugares.

Quadro 4: Indicadores do local – Estrutura Urbana – Cenários considerados

Indicadores	Mínimas e máximas	Situação considerada (cenário 1)	Situação considerada (cenário 2)
IQVU	Máximo – 0,869 Mínimo – 0,464	IQVU = 0,85	IQVU = 0,5
IDH	Máximo – 0,944 Mínimo – 0,348	IDH = 0,8	IDH = 0,4
Balanço pegada ecológica	Máximo – biocapacidade superior que pegada ecológica Mínimo – biocapacidade inferior que pegada	Balanço positivo – biocapacidade superior que pegada ecológica	Balanço negativo – Biocapacidade inferior que a pegada ecológica
PIB per capita	Máximo – USD 107243,20 Mínimo – USD – 210,80	USD – 80.000,00	USD – 500,00
TOTAL estrutura urbana		Forte	Fraco

O Quadro 5 apresenta a descrição dos cenários e os indicadores resultantes para estrutura, conduta e desempenho.

Quadro 5: Indicadores do local – Estrutura Urbana – Descrição dos cenários e os indicadores resultantes para estrutura, conduta e desempenho.

	Estrutura	Conduta	Desempenho
Cenário 1	Forte aptidão para sustentabilidade	Fracas – edifício convencional	Fraco – alto consumo de energia, água, conforto térmico ruim.
Cenário 2	Fraca aptidão para sustentabilidade	Forte – edifício com boas estratégias para sustentabilidade	Forte
Cenário 3	Fraca aptidão para sustentabilidade	Forte – edifício com boas estratégias para a sustentabilidade	Fraco

A avaliação realizada para o Cenário 1 resultou em um nível E de sustentabilidade, de acordo com a figura 1. Neste caso percebe-se que o bairro sustentável pode induzir o edifício a implementar estratégias, como coleta seletiva, reaproveitamento da água da chuva, de forma a melhorar a sua conduta e seu desempenho.

No cenário 2 o bairro possui baixa qualidade urbana, constituindo uma condição fraca para a estrutura urbana. Entretanto, o edifício que adota estratégias e atinge um desempenho sustentável pode alcançar o nível C de sustentabilidade e servir como um indutor de sustentabilidade para o bairro. Desta forma evidencia-se que o edifício isolado não pode ser sustentável. Só o será, se a estrutura urbana passar para o nível intermediário (nível B) ou Alto (nível A).

Por fim, no cenário 3, o bairro com baixa qualidade urbana e um edifício certificado, não necessariamente implica em um bom desempenho da edificação. Desta forma o nível máximo que a edificação pode atingir é o nível E, muito próximo da insustentabilidade.

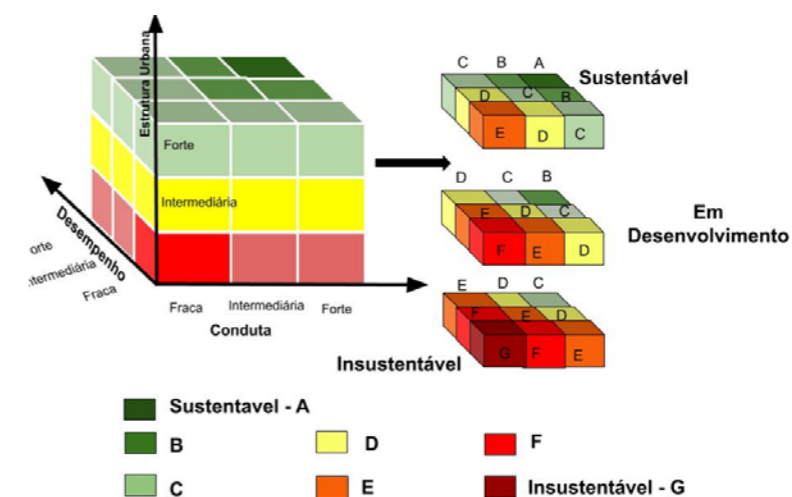


Figura 1 - Níveis de Sustentabilidade. Fonte: Librelotto et. al. (2017).

5. Considerações Finais

Para avaliar a sustentabilidade da edificação, através do Modelo ESA Edifício, deve-se analisar a estrutura do local onde o edifício será, ou está sendo construído. A avaliação do local será realizada sempre que houver um choque (mudança que afeta as condições do bairro). Avalia-se o projeto ou as estratégias implementadas no edifício. Posteriormente avalia-se o desempenho obtido. Somente desta forma, pode-se dizer se a edificação é sustentável, ou melhor, qual o nível de sustentabilidade atingido pela edificação e esse nível de sustentabilidade dependerá das condições do local onde foi edificada.

A classificação proposta na figura 1 não pode ser pragmática. Uma proposição interessante seria alterar a posição dos eixos avaliativos da estrutura, conduta e desempenho para o centro do cubo de inter-relação, identificando uma zona neutra e colocando pontos negativos à esquerda e positivos à direita. Entretanto o valor do posicionamento está na melhoria contínua, ou seja, é possível monitorar a melhoria do desempenho mediante a inserção de novas condutas no edifício, intervenções no bairro ou mesmo para identificar quais ações de manutenção são eficazes.

A aplicação do Modelo ESA Edifício, enquanto um modelo aberto, pode utilizar banco de dados já estabelecidos, o que pode simplificar muito a avaliação. O importante é que a avaliação não seja realizada de uma maneira estática e que o Modelo possa servir de base para a gestão da sustentabilidade.

O Cubo de correlação entre a estrutura do lugar, condutas adotadas na edificação e o desempenho alcançado, pode incorporar diversos cenários, onde é possível compreender a relação que a edificação pode ter como um indutor da sustentabilidade do lugar e que, a adoção de certificações nas edificações não assegura um ambiente sustentável para todos. É



necessário que a edificação considere o contexto onde está inserida, assim como que o lugar seja um produto ou soma, dos níveis de sustentabilidade induzidos para as edificações.

Referências

- ABREU, Mônica Cavalcanti Sá de. **Modelo de Avaliação da Estratégia Ambiental: Uma Ferramenta para a Tomada de Decisão**. Florianópolis: PPGE-UFSC, 2002. (Tese de doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).
- BIRCH, E. L.; WATCHER, S. M. **Growing Greener Cities: Urban Sustainability in the Twenty-First Century**. University of Pennsylvania Press. Philadelphia, Pennsylvania. 2008.
- BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Our common future—Call for action**. *Environmental conservation*, v. 14, n. 4, p. 291-294, 1987.
- BUZZELL, Robert D. e GALE, Bradley T. **The PIMS (Profit impact of market strategy) Principles**. USA: Free Press, 1987.
- CARVALHO, Michele Tereza Marques; SPOSTO, Rosa Maria. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto**. *Ambiente Construído*, v. 12, p. 207-225, 2012.
- CBIC. **Câmara brasileira da indústria da construção**. Déficit habitacional no Brasil. 2018. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>. Acesso em: 2019.
- ELKINGTON, John. **Cannibals With Forks - The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. New Society Publishers. Gabriola Islands BC: Canada, 1998.
- FERROLI, P. C. M. ; LIBRELOTTO, L. I. . **Ferramentas de Sustentabilidade ESA-MOD e FEM Aplicadas em Modelo Funcional**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2012, São Luiz. X P&D. São Luis - MA: UFMA, 2012.
- FPNQ. **Indicadores de desempenho**. Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade. São Paulo: FPNQ, 1995.
- GARVIN, David. **Gerenciando a Qualidade**. São Paulo: Qualitymark, 1988.
- HARRINGTON, H. J.; HARRINGTON J. S.. **Gerenciamento Total da Melhoria Contínua: A Nova Geração da Melhoria do Desempenho**. São Paulo, Makron Books, 1997.
- IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável 2015**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estatisticas-e-indicadores-ambientais/15838-indicadores-de-desenvolvimento-sustentavel.html>. Acesso: março, 2023.
- INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT – PORTUGAL – iiSBE Portugal. **Home**. 2011. Disponível em: <http://www.iisbeportugal.org/portugues/portugues.html>. Acesso em set. 2013

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo ESA para avaliação da sustentabilidade na construção civil**. Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, 2005.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo ESA para avaliação da sustentabilidade na construção civil**. Edgar Blucher. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2008..

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo Cesar Machado; MUTTI, Cristine do Nascimento; ARRIGONE, Giovanni Maria. **A Teoria do Equilíbrio: Alternativas para a Sustentabilidade na Construção Civil**. 1ª ed. Florianópolis: DIOESC, 2012.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, PAULO CESAR MACHADO; SANOM, S. ; MATANNA, L.. **Avaliação da Sustentabilidade do edifício na Escala Urbana**. In: ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2017, Florianópolis. Anais ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis: UFSC/Virtuhab, 2017. v. 1. p. 163-177.

LIN, David et al. **Ecological footprint accounting for countries: updates and results of the national footprint accounts, 2012–2018**. *Resources*, v. 7, n. 3, p. 58, 2018.

LÓPEZ, Carmen Díaz et al. **A comparative analysis of sustainable building assessment methods**. *Sustainable Cities and Society*, v. 49, p. 101611, 2019.

MONTGOMERY, C. A.; PORTER, M. E.. **Strategy**. Harvard Business Review, 1991.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa et al. **Bases teóricas, metodologia de elaboração e aplicabilidade de indicadores intra-urbanos na gestão municipal da qualidade de vida urbana em grandes cidades: o caso de Belo Horizonte**. 2002.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa et al. **Metodologia de construção do índice de qualidade de vida urbana dos municípios brasileiros (IQVU-BR)**. Anais, p. 1-20, 2016.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte/Minas Gerais/ Brasil. Disponível em: <http://https://prefeitura.pbh.gov.br/estatisticas-e-indicadores/indice-de-qualidade-de-vida-urbana>. Acesso: Fevereiro de 2020.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2015: o trabalho como motor do desenvolvimento humano**. 2015.

Global Footprint Network National Footprint Accounts, 2019 Edition Downloaded [2020] from <http://data.footprintnetwork.org>.

SCHERER, F. M.; ROSS, David. **Industrial Market Structure and Economic Performance**. 3.ed. Boston: Houghton Mifflin Company, 1990. 713 p.

The Global Economy. **Business and economic data for 200 countries**. Disponível em: [https://www.theglobaleconomy.com/Brazil/human_development/#:~:text=Human%20Development%20Index%20\(0%20%2D%201\)&text=The%20average%20value%20for%20Brazil,186%20countries%20is%200.721%20points.>](https://www.theglobaleconomy.com/Brazil/human_development/#:~:text=Human%20Development%20Index%20(0%20%2D%201)&text=The%20average%20value%20for%20Brazil,186%20countries%20is%200.721%20points.>). Acesso: março, 2023.

ASUS. **Ferramenta para avaliação da sustentabilidade**. Disponível em: <http://asus.lpp.ufes.br/instrucoes>. Acesso: 2016.



SILVA, V.G. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica**. São Paulo, USP, 2007. Projeto "Tecnologia para construção habitacional mais sustentável". Projeto Finep 2.386/04. Série Habitação mais sustentável.

SANON, S.; FIGUEIREDO, V.; LIBRELOTTO, L. **Adaptação do Modelo ESA para avaliação da sustentabilidade em edificações no contexto urbano**. Relatório final de Pesquisa. PIBIC 2014. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014.

Disponível em:

<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193532/%5bRelat%c3%b3rio%20Final%5d%20Sandra%20Sanon%2009-11-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: fevereiro de 2020.

Shi X, Si B, Zhao J, Tian Z, Wang C, Jin X, Zhou X. Magnitude, *Causes, and Solutions of the Performance Gap of Buildings: A Review*. *Sustainability*. 2019; 11(3):937.

<https://doi.org/10.3390/su11030937>

Trading economics. **PIB per capita**. Disponível em:

<https://pt.tradingeconomics.com/country-list/gdp-per-capita>. Acesso em: Fevereiro de 2020.

USAT. Aplicativo USAT (Urban Sustainability Assessment Tool) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building. Disponível em: <<https://usat.paginas.ufsc.br/>>. Acesso: março, 2023.

Agradecimentos

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.

O USO DOS PADRÕES BIOFÍLICOS NO AMBIENTE CONSTRUÍDO ESTRESSOR: MORADIA POPULAR DECORRENTE DO ISOLAMENTO SOCIAL.

THE USE OF BIOPHILIC PATTERNS IN THE STRESSFUL BUILT ENVIRONMENT: POPULAR HOUSING DUE TO SOCIAL ISOLATION.

Jullyene da Silva Costa, Design de Interiores, Mestranda em Design, UFPE.

Jullyene.costa@ufpe.br

José Amilton Vieira de Arruda, Dr. UFPE.

Arruda.amilton@gmail.com

Resumo

As relações entre a natureza, a biologia humana e o design do ambiente construído são articuladas a partir da categorização dos 14 padrões biofílicos, sendo estes aplicados em ambientes internos e externos. Eles podem reduzir o estresse, melhorar o bem-estar, aumentar a criatividade, direcionar a atenção e a clareza de pensamento do usuário. Fatores sociais, culturais e econômicos cooperam para a implantação de projetos biofílicos, utilizando-se de ferramentas voltadas para a formulação de pesquisas bibliográficas. Nesse sentido, o objetivo do estudo é revisar os conceitos do campo da biofilia, definindo os padrões que podem ser aplicados no ambiente construído, visando propor reflexões significativas referentes ao possível contato do usuário como os padrões biofílicos na moradia popular e no design, particularizando para o campo do Design de Interiores.

Palavras-chave: Biofilia; Ambiente Construído; Moradia Popular; Estressor; 14 Padrões Biofílicos.

Abstract

The relationships between nature, human biology, and the design of the built environment are articulated through the categorization of the 14 biophilic patterns, which are applied in indoor and outdoor environments. They can reduce stress, improve well-being, increase creativity, and direct the user's attention and clarify of thoughts. Social, culture and economic factors cooperate in the implementation of biophilic projects, using tools aimed at the formulating bibliographic research. In this sense, the objective of the study is to review the concepts of the field of biophilia, defining the patterns that can be applied in the built environment, aiming to propose significant reflections regarding the possible contact of the user with biophilic patterns in affordable housing and design, particularizing in the field of Interior Design.



Keywords: *Biophilia; Built Environment; Popular Housing; Stressor; 14 Biophilic Patterns.*

1. Introdução

De acordo com Browning (2014), o design biofílico, que nos reconecta com a natureza, é essencial para fornecer ao indivíduo oportunidades de viver e trabalhar em locais com espaços saudáveis, menos estresse e maior saúde e bem-estar. Ou seja, é por meio do design biofílico que o indivíduo se torna capaz de melhorar a função cognitiva e criativa, direcionar a atenção e cultivar o bem-estar, dado que a experiência da natureza provoca uma resposta restauradora de forma rápida.

Conforme Browning (2014), cientistas e diversos profissionais, especialmente da área de design e arquitetura, têm trabalhado há anos na busca pelos aspectos da natureza que mais impactam na satisfação do indivíduo em sua relação com o espaço, associando natureza, ciência e ambiente construído. O foco tem sido na identificação das vantagens da aplicação do design biofílico, uma vez que é necessário experiências repetitivas satisfatórias para gerar apego ao natural e obter esses benefícios.

Wilson (1986) e Kellert (2012) afirmam que o design biofílico representa uma tendência biológica que requer desenvolvimento e nutrição para se tornar funcional. Nesse sentido, levando em consideração as mudanças no estilo de vida do homem nos últimos anos, tanto em relação às concepções de tempo e espaço, observa-se que cada vez mais se busca a tradução de si mesmo nos detalhes do habitat, fundamentado em crenças e conceitos sobre o ambiente em que está inserido. Isso tem levado à elaboração de projetos de moradia que saíram da zona rural para a zona urbana, representando um reflexo da necessidade de progresso social, econômico e cultural.

Contudo, observa-se que não foi levada em conta a população de baixa renda, nem a quantidade de pessoas por família, quando se pensava em oferecer habitações populares.

O papel do estado na produção habitacional voltada para as populações de menor renda é indiscutível. Indiscutível também é a dificuldade de tal ação acompanhar a demanda sempre crescente, principalmente nas grandes e médias cidades brasileiras, por novas unidades, demanda está ainda proveniente do êxodo rural, em curso no país desde a primeira metade do século XX. (PALERMO et al, 2007, p. 1)

Diante da demanda desordenada da zona rural para a zona urbana, foi criada a política pública habitacional brasileira com o objetivo de reduzir o déficit de moradias, muitas vezes sem pensar na qualidade das unidades habitacionais, apenas na quantidade. Para reduzir custos, a estratégia é reduzir as dimensões, ignorando os aspectos sociais e culturais que trazem ao morador o sentimento de pertencimento ao espaço onde está inserida a casa e a comunidade.

Tendo em vista alguns problemas da moradia residencial popular, dentre eles o espaço físico interno que impossibilita a experiência positiva do usuário, Pereira (2007) atribui ao morador ser apto às necessidades naturais e passíveis de apropriação do lugar em que vive, e que lhe traga segurança e capacidade de ser agente do espaço.

Portanto, por meio dos estudos referentes à biofilia, foram extraídos os padrões biofílicos que têm uma gama de aplicações para os designers do ambiente construído, tanto internos como externos, e devem ser flexíveis e adaptáveis, permitindo a implementação adequada ao projeto. Dessa forma, o design biofílico pode ser considerado uma ferramenta importante para a construção de um ambiente restaurador.

Para a construção de um ambiente restaurador, os padrões do design biofílicos, definidos nas palavras de Edward Wilson (1984) como "separados e analisados individualmente", revelam afiliações emocionais, psicofisiológicas e cognitivas com o ambiente construído e requerem cuidado com sua aplicabilidade e uso.

Para compreender o design biofílico, é interessante saber que os padrões se organizam em três categorias e seus conceitos fundamentais para a aplicabilidade do ambiente:

- Natureza no Espaço - aborda a presença direta, física e efêmera da natureza em um espaço ou lugar. Isso inclui vida vegetal, água e animais, bem como brisas, sons, aromas e outros elementos naturais.
- Análogos Naturais – aborda a presença de elementos orgânicos, não vivos e implícitos da natureza em um espaço, com uma conexão indireta com a natureza. Isso inclui formas, materiais, cores e texturas encontradas na natureza em espaços construídos.
- Natureza do Espaço - aborda configurações espaciais que lembram ou imitam as formas, padrões e processos da natureza. Isso inclui nosso desejo inato e o aprendizado de poder ver além do nosso entorno imediato, nosso fascínio pelo ligeiramente perigoso ou desconhecido; visões obscurecidas e momentos reveladores; e às vezes até propriedades indutoras de fobia quando incluem um elemento confiável de segurança.

Este artigo está sendo desenvolvido como parte de uma pesquisa de mestrado em andamento, que tem como objetivo revisar os conceitos do campo da biofilia e definir os padrões que podem ser aplicados no ambiente construído. O objetivo é contribuir para o campo do Design de Interiores, oferecendo reflexões significativas sobre como é possível criar espaços que atendam às necessidades dos usuários, tornando-os seguros tanto fisicamente quanto emocionalmente, permitindo a realização de diferentes atividades e gerando respostas positivas a partir das experiências no ambiente.

2. Matérias e Métodos

O presente artigo é decorrente de uma pesquisa em dissertação de mestrado de cunho experimental, comportamental e qualitativo, em andamento. A etapa inicial consistiu na formulação de uma revisão bibliográfica, utilizando plataformas digitais, materiais publicados, sites eletrônicos, livros, artigos científicos, dissertações e teses. Essa revisão permitiu a compreensão dos conceitos e autores relevantes para o embasamento teórico do primeiro capítulo - Biofilia - e criou um guia para compreender o design biofílico e seus padrões, analisando sua aplicabilidade no ambiente construído de moradias populares. É importante ressaltar que os estudos que utilizam a categoria dos padrões biofílicos têm um número maior de estudos e aplicações em ambiente de trabalho.



3. Contextualização

Durante toda a existência humana, o homem teve contato com a natureza e recebeu dela todos os recursos que precisava para viver. Portanto, o homem e a natureza têm uma relação inata, com a capacidade de desenvolver respostas biologicamente adaptativas às forças naturais, artificiais ou criadas por ele mesmo.

O conceito de biofilia está vinculado à necessidade do homem com a natureza, mesmo com a modernidade do mundo, a uma busca por um ambiente que possibilite respostas restauradoras e bem-estar físico e emocional, segundo Wilson (1984).

Ao longo dos anos, diversas definições relacionadas à biofilia foram popularizadas em campos como psicologia e biologia, expandindo-se para áreas como neurociência, endocrinologia, arquitetura e design. Isso se deve ao entendimento de que a natureza tem efeitos curativos sobre o indivíduo quando este entra em contato com ela (KELLERT, 2018; KELLERT et al., 2008). Kellert e Wilson (1993) afirmam que existe uma preferência humana por características vinculadas à configuração natural, o que contribui decisivamente para a sobrevivência da humanidade e conduz à ideia de preservação do ambiente.

Com os efeitos extremamente úteis causados por ela no campo da medicina, a indústria da construção civil tem despertado para a promoção do uso da biofilia em ambientes construídos, considerando-a uma experiência fundamental para a qualidade de vida (REEVE et al., 2012). Quando utilizada em ambientes construídos, a biofilia promove sentimentos de emoções positivas, como apego ao lugar, identidade ambiental, percepção de restauração, comportamentos sustentáveis, ou, como hipótese, funciona como gatilho para efeitos positivos diretos ou indiretos, seja no plano emocional, cognitivo, estético ou espiritual.

O vínculo afetivo (conexão ou afinidade) que é gerado entre um indivíduo e um de cuidados ambientais e históricos (Kalvaitis & Monhardt, 2015; Nisbet et al.), desejos e objetivos em comparação com qualquer outro lugar onde possam ser meio ambiente, seja natural ou urbano, se positivo, promoverá o compromisso com a desenvolver comportamentos pró-ambientais, tendo um efeito benéfico tanto para o ambiente e para a pessoa, pois ela será capaz de perceber as qualidades restaurador que levaria a uma maior restauração psicológica. a apreciação ou conexão com a natureza local pode ser uma manifestação de biofilia e tal relação positiva tem um impacto benéfico na restauração psicológica. (BERTO et al., 2018; HARTIG et al., 2001)

Em teoria, há uma conexão genética e emocional entre o homem e a natureza, que leva a uma necessidade de escolher e permanecer em ambientes naturais ou que possuam elementos naturais.

4. Design Biofilico

De acordo com o estudo publicado pela Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, o design biofilico constitui uma teoria, ciência e prática que propõe a criação de ambientes inspirados na natureza, visando ampliar a conexão do usuário com a mesma dentro do espaço de moradia ou no local de trabalho (DETANICO, SCHWAB, PIZZATO, TEIXEIRA, JACQUES E OLIVEIRA, 2019).

O estudo referente ao design biofilico foi realizado para identificar elementos do design biofilico e para se aprofundar na base da afinidade do homem com a natureza, examinando os fundamentos da biofilia. Com isso, os resultados sobre a temática nos últimos anos em ambiente construído apontam para um fator que requer maior atenção por parte dos novos pesquisadores da área. O design biofilico não é uma escolha, mas uma necessidade biológica humana contundente perante o espaço.

O design biofilico busca soluções para as deficiências das edificações contemporâneas, estabelecendo novos meios que permitam a satisfação da experiência junto à natureza, no contexto da construção. O objetivo é a criação de “habitats” agradáveis ao ser humano, ambientes que qualifiquem a saúde e o bem estar (KELLERT; CALABRESE, 2017). Enquanto a população mundial continua a urbanizar de forma acelerada, a valoração do design biofilico é importante para a diminuição do stress, aumento da produtividade, criatividade e função cognitiva, e melhorar o bem-estar e saúde de forma geral. (BROWNING, RYAN & CLANCY, 2014)

O uso do design biofilico em ambientes construídos é uma forma de tornar os espaços internos mais agradáveis, saudáveis e sustentáveis. Trata-se de uma experiência positiva que se adequa a soluções que permitem a integração e o contato com a natureza, transmitindo conforto e aconchego.

Entretanto, é importante ressaltar um alerta quanto ao design biofilico: não basta aplicar qualquer elemento natural, pois isso pode não ser satisfatório ao usuário, sem antes analisar o processo para obter maior eficiência. Deve-se levar em consideração valores relevantes para o equilíbrio do homem, como as experiências vividas, valores culturais, origens e outros fatores particulares, que são classificados em oito categorias, cada uma com seus próprios benefícios: afeto, atração, aversão, controle, exploração, intelecto, simbolismo e espiritualidade (GONÇALVES e PAIVA, 2018; Kellert, 2018).

[...] enfatizam que o design biofilico nunca deve ocorrer de forma fragmentada ou desconectada, mas sim de uma maneira em que as diversas aplicações se reforcem e complementem mutuamente, resultando em um todo ecológico integrado geral. As categorias são: experiência direta da natureza – contato real com elementos naturais (água, luz, fogo, animais, plantas, etc.); experiência indireta da natureza – imagens, representações de padrões da natureza (uso simbólico por meio de quadros, pinturas, metal, madeira, etc.); experiência do espaço e do lugar – recursos característicos do ambiente natural (ecologia) Kellert e Calabrese. (2015, p. 9)

Apesar de o sentido visual ser dominante na percepção e resposta aos ambientes, o objetivo da aplicabilidade e estratégia do design biofilico é estimular a multissensorialidade.

[...] a satisfação, o prazer e o desempenho cognitivo; criar espaços inspiradores, restauradores, saudáveis, bem como integrados com a funcionalidade do local e do ecossistema (urbano) ao qual é aplicado. acima de tudo, o design biofilico deve nutrir o amor pelo lugar. (BROWNING et.al., 2014:13)



É importante ressaltar que o design biofílico não é um fenômeno recente, pois a presença de elementos naturais em estruturas e lugares históricos já existe há milênios. Como campo de ciência aplicada, o design biofílico é a compilação da história, do discernimento humano e da neurociência, mostrando que a conexão com a natureza é essencial para sustentar uma vivência saudável e vibrante como espécie afável.

A humanidade tem evoluído ao longo de 200.000 anos dos quais os últimos 6.000 correspondem ao mundo construído e apenas 200 anos à era da cultura tecnológica. A psicologia evolutiva afirma que muitas de nossas características psicológicas e sociais presentes foram moldadas durante a longa era pré-agrícola. Ainda hoje nosso cérebro e nossa mente são adaptados para uma vida de caça e coleta (HARARI, 2020:49), nosso corpo necessita de movimento e de contato com o meio natural. A crescente desconexão com a paisagem, vegetação, luz, vento e outros elementos naturais, decorrente da evolução tecnológica, traz como consequência o desequilíbrio. (BROWNING et.al., 2014, p. 14)

Por razões de desconexão do homem com a natureza devido ao avanço tecnológico, o design biofílico é utilizado como ferramenta projetual para incorporar e conectar a natureza no ambiente artificial (LIMA, 2020). Como meio de reabilitação cognitiva, melhora do estresse, ansiedade e improdutividade gerando bem-estar devido à conexão do usuário com o natural (BROWNING E COOPER, 2017). Browning et al. (2014) e Kellert et al. (2013) ressaltam que o design biofílico tem como desafio fundamental abordar tais deficiências, direcionando para possibilidades de experiências satisfatórias com o natural no ambiente construído. Portanto, ele apresenta um componente rotativo e complementar na sustentabilidade e resiliência do ambiente construído, instruindo-nos a refletir em termos de sistema, a detectar fatores variáveis, complexos e dinâmicos no espaço.

4.1 Padrões Biofílicos

De acordo com Browning (2014), os padrões da natureza são suportados por pesquisas empíricas interdisciplinares desenvolvidas por pesquisadores como Christopher Alexander, Judith Heerwagen, Rachel e Stephen Kaplan, Stephen Kellert, Roger Ulrich e muitos outros. A partir desses estudos sobre a biofilia, foram identificados 14 padrões biofílicos que têm uma variedade de aplicações no ambiente construído, interno ou externo, possibilitando a implementação de soluções ágeis, flexíveis e adaptáveis no espaço, com foco nos benefícios psicológicos, fisiológicos e cognitivos.

O termo "padrão" aparecerá com frequência ao longo do texto, mas suas razões serão definidas para uma melhor compreensão. O autor Browning (2014) propõe uma terminologia clara e padronizada para o design biofílico, evitando assim a confusão com a variação de termos como métrica, atributo, condição, característica, tipologia, entre outros. Isso maximiza a acessibilidade em todas as disciplinas, mantendo uma linguagem única.

4.2 14 Padrões de Projeto Biofílicos

Os 14 padrões de projeto do design biofílico são divididos em três categorias: natureza e espaço, analogia natural e natureza do espaço. Essas categorias serão definidas nos próximos tópicos e subtópicos. Entretanto, é importante ressaltar que esses padrões foram separados e

estudados por Edward Wilson (em "Biophilia", de 1984) para mostrar as relações emocionais, psicofisiológicas e cognitivas entre o ser humano e o ambiente construído. Por isso, é necessário ter cuidado com a aplicabilidade e uso desses padrões no ambiente construído. Os 14 padrões são:

- Natureza nos padrões do espaço

1. Conexão Visual com a Natureza, 2. Conexão Não Visual com a Natureza, 3. Estímulos Sensoriais Não Rítmicos, 4. Variabilidade Térmica e de Fluxo de Ar, 5. Presença de Água, 6. Luz Dinâmica e Difusa, 7. Conexão com Sistemas Naturais,

• Padrões de análogos naturais 8. Formas e padrões biomórficos, 9. Conexão material com a natureza, 10. Complexidade e Ordem,

• Natureza dos Padrões Espaciais 11. Prospeção, 12. Refúgio, 13. Mistério, 14. Risco/Perigo.

De modo geral, os padrões têm como finalidade abordar questões universais de saúde e bem-estar humano, evitando altos níveis de estresse e desequilíbrio emocional, criando assim um ambiente construído que direciona a atenção, transmite equilíbrio, harmonia, acuidade visual e criatividade. É por isso que a atenção está nos padrões de design da natureza, experimentados, indicados ou teorizados para aliviar ambientes estressantes ou aprimorar qualidades desejáveis, que podem ser aplicados em vários setores e escalas do espaço. De forma ilustrativa, na Figura 1, serão apresentados os elementos, critérios e padrões de design biofílico.

Elementos, critérios e padrões do Design Biofílico

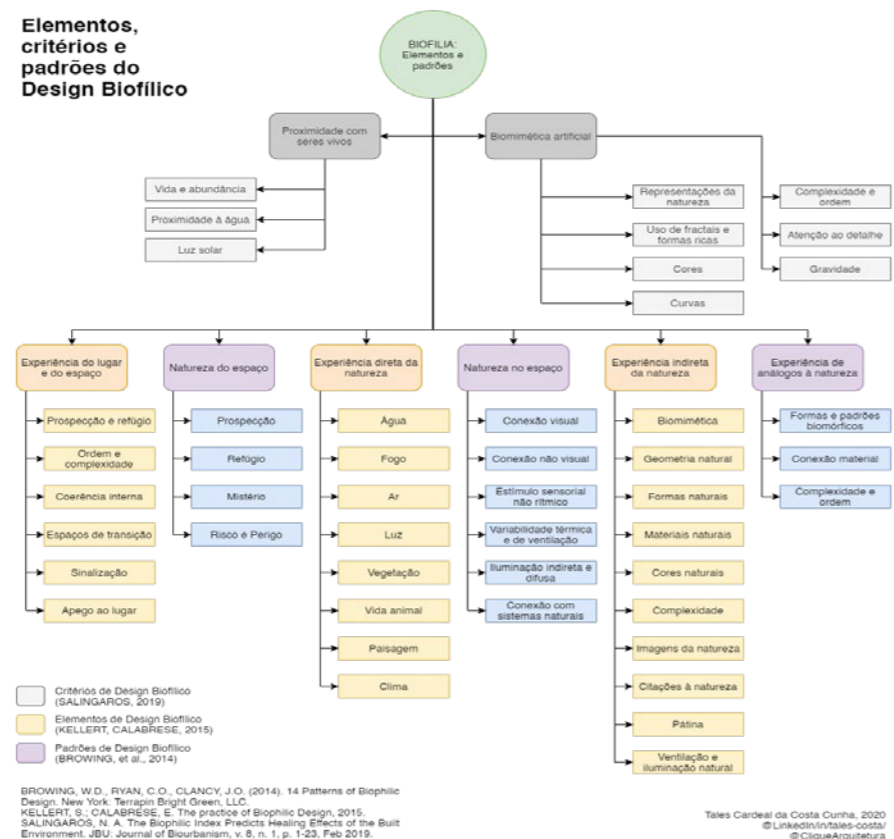


Figura 1. Esquema sobre as divisões de conceitos de cada uma das vertentes de abordagem ao Design Biofílico. Fonte: Tales Cardeal da Costa Cunha.





Diante dos elementos e critérios dos padrões de projeto, é importante compreender a definição do design biofílico em relação à sua escala de uso e aplicabilidade. Além disso, a organização das três categorias foi feita de maneira clara e ponderada, incorporando uma estrutura e diversidade de estratégias no ambiente construído. Os três eixos considerados primordiais que regem os princípios do design biofílico são descritos no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1: 14 padrões Biofílico

Descrição/ 14 padrões Biofílico
<p>Categoria Natureza no Espaço;</p> <p>[...] aborda a presença direta, física e efêmera da natureza em um espaço ou lugar. Isso inclui vida vegetal, água e animais, bem como brisas, sons, aromas e outros elementos naturais. Exemplo comuns dessa categoria incluir: são vaso de plantas, canteiros de flores, alimentadores de pássaros, jardins de borboletas, fontes, aquários, jardins de pátio e paredes verdes ou telhados com vegetação. As experiências mais fortes da Natureza no Espaço são alcançadas através da criação de conexões diretas e significativas com esses elementos naturais, particularmente através da diversidade, movimento e interações multissensoriais (BROWNING, 2014).</p>

<p>P. [1] Conexão visual com a natureza.- [...] a experiência direta da natureza para o ambiente construído. A presença de plantas pode reduzir o estresse, contribuir para a saúde física, melhorar o conforto e melhorar o desempenho e a produtividade. A vegetação em edifícios e paisagens construídas deve ser abundante, ecologicamente conectada e tendendo a se concentrar em espécies locais e não exóticas e invasivas. (KELLETT E CALABRESE).</p>	
<p>P. [2] Conexão não visual com a natureza- A percepção e o contato com o clima no ambiente construído podem ser satisfatórios e estimulantes. Isso pode ocorrer por meio da exposição direta a condições externas, bem como pela simulação de qualidades meteorológicas por meio da manipulação do fluxo de ar, temperatura, pressão barométrica e umidade. As estratégias de design incluem vistas para o exterior, janelas operáveis, varandas, decks, colonatas, pavilhões, jardins e muito mais. (KELLETT E CALABRESE).</p>	
<p>P. [3] Estímulos sensoriais não rítmicos- A natureza está sempre mudando e em fluxo, a vida refletindo especialmente as forças dinâmicas de crescimento e envelhecimento. As pessoas respondem positivamente a essas forças dinâmicas e à pátina associada do tempo, revelando a capacidade da natureza de responder de forma adaptativa às condições em constante mudança. Essas tendências dinâmicas costumam ser mais satisfatórias quando equilibradas pelas qualidades complementares de unidade e estabilidade. A mudança e a pátina de tempo podem ser alcançadas por meio de estratégias de projeto como materiais naturalmente envelhecidos, intemperismo, sensação da passagem do tempo e de outras maneiras. (KELLETT E CALABRESE).</p>	
<p>P. [4] Variabilidade térmica e de fluxo de ar- A experiência da ventilação natural no ambiente construído pode ser aprimorada por variações no fluxo de ar, temperatura, umidade e pressão barométrica. Essas condições podem ser alcançadas através do acesso ao exterior por meios simples como janelas operáveis, ou por estratégias tecnológicas e de engenharia mais complexas. (KELLETT E CALABRESE)</p>	
<p>P. [6] Luz Dinâmica e Difusa- A experiência da luz natural é fundamental para a saúde e bem-estar humanos, permitindo a orientação durante o dia, noite e estações em resposta à localização do sol e seus ciclos. A consciência da luz natural também pode facilitar o movimento e wayfinding e contribuir para o conforto e a satisfação. Além da simples exposição, a luz natural pode assumir formas e formatos esteticamente atraentes através da interação criativa de luz e sombra, luz difusa e variável e a integração da luz com propriedades espaciais. A luz natural pode ser trazida para todos os espaços interiores por meio de paredes de vidro e clerestórios, o uso de cores e materiais refletivos e outras estratégias de design. A experiência da luz em movimento pode ser alcançada através do contraste de áreas mais claras e mais escuras e mudanças de luz do dia ao longo do tempo. (KELLETT E CALABRESE)</p>	
<p>Descrição/ 14 padrões Biofílico</p>	

<p>P. [7] Conexão com Sistemas Naturais- A experiência de ecossistemas autossustentáveis pode ser especialmente satisfatória. Ecossistemas funcionais são tipicamente ricos em diversidade biológica e comportam uma série de serviços ecológicos, como regulação hidrológica, ciclagem de nutrientes, polinização, decomposição e muito mais. Ecossistemas autossustentáveis no ambiente construído podem ser alcançados por meio de estratégias de projeto como pântanos construídos, clareiras florestais e pastagens; telhados verdes; ambientes aquáticos simulados e outros meios. O contato com sistemas naturais pode ser fomentado por vistas, plataformas de observação, interação direta e até participação ativa. (KELLETT E CALABRESE)</p>	
<p>Categoria Análogos Naturais</p> <p>[...] aborda evocações orgânicas, não vivas e indiretas da natureza. Objetos, materiais, cores, formas, sequências e padrões encontrados na natureza, manifestam-se como obras de arte, ornamentação, móveis, decoração e têxteis no ambiente construído. Mimetismo de conchas e folhas, móveis com formas orgânicas e materiais naturais que foram processados ou amplamente alterados (p. itens em seu estado 'natural'. As experiências mais fortes dos análogos naturais são alcançadas fornecendo riqueza de informações de maneira organizada e às vezes evolutiva (Browning (2014).</p>	
<p>P. [8] Formas e padrões biomórficos- A experiência de formas e formatos característicos do mundo natural pode ser especialmente atraente. Essas formas naturalistas podem ser extraordinariamente diversas, desde os padrões semelhantes a folhas encontrados nas colunas, as formas das plantas nas fachadas dos edifícios, até as cópias de animais gravadas em tecidos e coberturas. A ocorrência de formas e formatos naturalistas pode transformar um espaço estático em um que possui as qualidades dinâmicas e ambientais de um sistema vivo. (KELLETT E CALABRESE).</p>	
<p>P. [9] Conexão material com a natureza.- Os materiais naturais podem ser especialmente estimulantes, refletindo as propriedades dinâmicas da matéria orgânica em resposta adaptativa aos estresses e desafios da sobrevivência ao longo do tempo. A transformação de materiais da natureza frequentemente provoca respostas visuais e táteis positivas, que poucos materiais artificiais podem duplicar. Materiais naturais de construção e decorativos proeminentes incluem madeira, pedra, lã, algodão e couro, usados em uma ampla variedade de produtos, móveis, tecidos e outros designs de interiores e exteriores. (KELLETT E CALABRESE).</p>	
<p>P. [10] Complexidade e Ordem- A diversidade e a variabilidade do mundo natural são tão pronunciadas que têm sido descritas como o ambiente mais rico em informações que as pessoas jamais encontrarão. Seja natural ou construído, as pessoas tendem a responder positivamente a ambientes diversos e ricos em informações que apresentam uma riqueza de opções e oportunidades, desde que a complexidade seja vivenciada de forma coerente e legível. (KELLETT E CALABRESE).</p>	
<p>Categoria Natureza do Espaço-</p> <p>[...]aborda configurações espaciais na natureza. Isso inclui nosso desejo inato e aprendido de poder ver além do nosso entorno imediato, nosso fascínio pelo ligeiramente perigoso ou desconhecido; visões obscurecidas e momentos reveladores; e às vezes até propriedades indutoras de fobia quando incluem um elemento confiável de segurança. As experiências mais fortes da Natureza do Espaço são alcançadas através da criação de configurações espaciais deliberadas e envolventes misturadas com padrões de Natureza no Espaço e Análogos Naturais. (BROWNING, 2014).</p>	

<p>P. [11] Prospecção / P. [12] Refúgio- Os seres humanos evoluíram em resposta adaptativa aos benefícios complementares de perspectiva e refúgio. A perspectiva refere-se a visões de longa distância dos ambientes circundantes que permitem que as pessoas percebam oportunidades e perigos, enquanto o refúgio fornece locais de segurança e proteção. Essas condições complementares podem ser funcionais e satisfatórias no ambiente construído. Este resultado biofílico pode ser alcançado através de estratégias de projeto como vistas para o exterior, conexões visuais entre espaços interiores e a ocorrência de ambientes seguros e protegidos. (KELLETT E CALABRESE)</p>	 
<p>P. [13] Mistério- A experiência do ambiente construído, é sentir a emoção e os elementos do ar livre no ambiente. vistas de longa distância parcialmente obstruídas, instalações surpreendentes ou recursos arquitetônicos inesperados a perspectiva está na antecipação do que pode estar ao virar dos lados, o que gera no humano uma resposta forte e inegável. (BROWNING, 2014).</p>	
<p>P. [14] Risco/Perigo- A experiência do perigo de um risco identificável, associado à sensação de uma salvaguarda confiável. A evolução nos projetou para a sobrevivência. Seja uma passarela alta ou uma parede de vidro com vista para o horizonte da cidade, o padrão Risco / Perigo desencadeia a pressa de viver à beira da segurança. (BROWNING, 2014).</p>	

Fonte: Acervo pessoal

4. Considerações Finais

Os levantamentos bibliográficos realizados neste trabalho permitiram explorar os conhecimentos e a compreensão em relação ao uso dos padrões biofílicos no ambiente construído. Com destaque para o artigo, foi possível trazer definições claras sobre cada categoria, seu uso e aplicabilidade no ambiente construído. Observou-se que os padrões biofílicos para o design são ferramentas importantes que têm como finalidade melhorar a qualidade de vida do ser humano, reduzindo o estresse, contribuindo para o bem-estar, aumentando a criatividade, direcionando a atenção e a clareza de pensamentos. Diante disso, é essencial que o designer de interiores tenha um olhar direcionado para a usabilidade dos padrões nos ambientes, uma vez que os mesmos proporcionam experiências positivas quando há contato.

Pode-se concluir que, embora nem sempre precisemos de evidências tão rigorosas, o contato com a natureza é benéfico para os seres humanos. Embora ainda não saibamos tudo o que há para saber sobre esses benefícios, sabemos que o design biofílico no ambiente construído é fundamental para orientar o ritmo em que as decisões são tomadas e os lugares são construídos. É cada vez mais evidente a necessidade de implementar o design biofílico, considerando a importância da natureza para o bem-estar e a saúde humanos.



Referências

BERTO, Rita et al. An individual's connection to nature can affect perceived restorativeness of natural environments. Some observations about biophilia. **Behavioral Sciences**, v. 8, n. 3, p. 34, 2018.

BONSIEPE, Gui et, al. **Metodologia Experimental: Desenho Industrial**. Brasília: CNPq/Coordenação Editorial, 1984.

BOUERI FILHO, José Jorge. **Antropometria: Fator de dimensionamento da habitação**. São Paulo, 1989. Tese (Doutorado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo.

BROWNING, Bill; COOPER, Sir Cary. **Human Spaces: the global impact of biophilic design in the workplace**. 2017.

Browning, W.D., Ryan, C.O., Clancy, J.O. **14 Patterns of Biophilic Design**. New York: Terrapin Bright Green, LLC, 2014.

CANTER, D.; BROWN, J.; GROAT, L. A multiple sorting procedure for studying conceptual systems. In BRENNER, M; BROWN, J.; CANTER, D. (Eds). *The research interview: uses and approaches*. London: Academic Press, 1985. p. 79- 114.

DE LIMA PEREIRA, João Victor; MOREIRA, Lis Rogélin. Recuperação e preservação de nascentes-uma alternativa de melhoria socioambiental para pequenos produtores rurais de Nova Andradina-MS. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 4, 2020.

DETANICO, Flora Bittencourt et al. Emoções positivas no uso do espaço construído de um campus universitário associadas aos atributos do design biofílico. **Ambiente Construído**, v. 19, p. 37-53, 2019.

DETANICO, Flora Bittencourt et al. Emoções positivas no uso do espaço construído de um campus universitário associadas aos atributos do design biofílico. **Ambiente Construído**, v. 19, p. 37-53, 2019.

FROMM, Erich. **The Heart of Man**. Disponível em: <<https://archive.org/details/heartofmanitsgen00from/page/12/mode/2up?q=biophilia>>. Acesso em 26 de Ago. de 2022.

FROMM, Erich. **Anatomy of Human Destructio** disponível em: <<https://archive.org/details/ErichFrommTheAnatomyOfHumanDestructiveness/mode/2up?q=biophilia>> Acesso em 27 de Ago. de 2022.

GONÇALVES, Robson e PAIVA, Andrea de. TRIUNO. **Neurobusiness e qualidade de vida**. São Paulo: Dos autores, 2018.

HARARI, Yuval Noah. Um dia na vida de Adão e Eva. In: **Sapiens: uma breve história da humanidade**. Porto Alegre: L&PM, 2020.

HARTIG, Terry; KAISER, Florian G.; BOWLER, Peter A. Psychological restoration in nature as a positive motivation for ecological behavior. **Environment and behavior**, v. 33, n. 4, p. 590-607, 2001.

KALVAITIS, Darius; MONHARDT, Rebecca. Children voice biophilia: The phenomenology of being in love with nature. **Journal of Sustainability Education**, v. 9, n. March, p. 1-15, 2015.

Kellert, S. Birthright. **People and Nature in the Modern World**. New Haven: Yale University Press, 2012.

KELLERT, Stephen R. **Nature by design: The practice of biophilic design**. Vale university press, 2018.

KELLERT, Stephen R.; WILSON, Edward O. Biophilia. **Human Ecology**, v. 2008, p. 462-466, 2008.

KELLERT, Stephen R.; WILSON, Edward O. **The biophilia hypothesis**. 1993.

KELLERT, Stephen; CALABRESE, Elizabete. A prática do design biofílico. **Londres: Terrapin Bright LLC**, v. 3, p. 26, 2015.

MENDONÇA, Rafaela Nunes; VILLA, Simone Barbosa. **Modos de morar: o conceito de apropriação como qualificador de moradias no design: Educação Gráfica, São Paulo, V. 22 n° 01, p. 242 – 258. Abril de 2018.**

NEHME, Valéria Guimarães de Freitas. **Os laços topo-biofílicos que transformam espaços em lugares para servidores e estudantes da escola Agrotécnica Federal de Uberlândia (MG): Abordagem perspectiva em geografia. Uberlândia, 2008. 236 p. Tese (CURSO DE DOUTORADO) – Universidade Federal de Uberlândia. Instituto de Geografia, Uberlândia, 2008.**

NISBET, E. G.; SLEEP, N. H. The habitat and nature of early life. **Nature**, v. 409, n. 6823, p. 1083-1091, 2001.

PALERMO, Carolina et al. Habitação Social: uma visão projetual. **Colóquio de Pesquisas em Habitação**, v. 4, 2007.

PEREIRA, A. C. S. **O comércio internacional de espécies da flora silvestre ameaçadas de extinção e a convenção CITES**. *Ornamental Horticulture*, v. 13, p. 2045-2054, 2007.

REEVE, A. et al. **Informing Healthy Building Design With Biophilic Urbanism Design Principles: a review and synthesis of current knowledge and research**. Australia, 2012.

RYAN, Catherine O. et al. Biophilic design patterns: emerging nature-based parameters for health and well-being in the built environment. **ArchNet-IJAR: International Journal of Architectural Research**, v. 8, n. 2, p. 62, 2014.

WILSON, E. O. **Biophilia: The human bond with other species**. Cambridge (Massachusetts): Harvard University Press, 1986



Wetlands construídos como sumidouros de carbono – uma revisão

Constructed wetlands as carbon sinks – a review

Gabriela Oliveira Valença, Mestranda em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

gabriela.ovalenca@gmail.com

Paulo Belli Filho, Pós-Doutor em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

paulo.belli@ufsc.br

Dayane Dall'Ago Conejo e Silva, Mestranda em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

dayane.dallago@hotmail.com

Rodrigo de Almeida Mohedano, Pós-Doutor em Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina.

rodrigo.mohedano@ufsc.br

Resumo

Diante do cenário de aquecimento global, diversas pesquisas sobre remoção de carbono como forma de mitigar os efeitos das mudanças climáticas vêm sendo realizadas. O uso de wetlands construídos para tratamento de águas residuais é conhecido, entretanto a quantidade de estudos sobre o sequestro de carbono desse sistema ainda é limitada. Dessa forma, a revisão sistemática e de literatura teve como objetivo expor as características dos wetlands construídos em relação às emissões de Gases do Efeito Estufa. As bases utilizadas foram Scopus, Springer e Google Scholar e os termos selecionados estavam relacionados aos wetlands construídos e aos gases. Concluiu-se que o wetland construído subsuperficial horizontal tem o potencial de se tornar sumidouro de carbono, por conta do carbono retido nas plantas, e pode emitir menos N_2O que o WC de fluxo vertical; quanto à emissão de CH_4 é importante conhecer a espécie de planta adotada por conta da influência nas emissões de metano.

Palavras-chave: Wetland construído; Gases do efeito estufa; Mudanças Climáticas.

Abstract

In the face of global warming, research on carbon removal to mitigate the effects of climate change has been carried out. The use of constructed wetlands for wastewater treatment is known, however the quantity of studies about carbon sequestration of this system is still limited. Thus, the systematic and

literature review aimed to expose the characteristics of constructed wetlands in relation to greenhouse gas emissions. The bases used were Scopus, Springer and Google Scholar and the selected terms were related to constructed wetlands and GHG. It was concluded that the horizontal subsurface flow CWs has the potential to become a carbon sink, due to the carbon retained in the plants, and may emit less N_2O than the vertical subsurface flow CW; about the emission of CH_4 , it is important to know the species of plant adopted due to its influence on methane emissions.

Keywords: *Constructed wetland; Greenhouse gases; Climate change.*

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CH_4 Metano

CO_2 Dióxido de Carbono

GEE Gases do Efeito Estufa

GESAD Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado

IPCC *Intergovernmental Panel on Climate Change*

N_2O Óxido Nitroso

WC Wetlands construídos

1. Introdução

As mudanças climáticas vêm causando danos substanciais. De acordo com o Comunicado de Imprensa, de 28 de fevereiro de 2022, do Painel Intergovernamental sobre Mudanças climáticas (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC), o aumento das ondas de calor, secas e inundações já estão excedendo a tolerância de plantas e animais, levando à alta mortalidade de espécies como árvores e corais. Esses extremos climáticos estão ocorrendo simultaneamente, o que faz com que os impactos em cascata sejam cada vez mais difíceis de gerenciar. Esses impactos expõem milhões de pessoas à insegurança alimentar e hídrica, especialmente na África, Ásia, América Central e do Sul, em pequenas ilhas e no Ártico (IPCC, 2022).

Antes da Revolução Industrial, o clima da Terra mudava devido a causas naturais não relacionadas à atividade humana e as concentrações atmosféricas de Gases do Efeito Estufa (GEE) se mantinham relativamente constantes (IPCC, 2001; RIEBEEK, 2010). Desde 1750, os aumentos nas concentrações de CO_2 (47%), CH_4 (156%) e N_2O (23%) excedem em muito as mudanças naturais multimilenares entre os períodos glacial e interglacial ao longo dos últimos 800.000 anos. Em 2019, as concentrações atmosféricas de CO_2 foram maiores do que em qualquer época em pelo menos 2 milhões de anos, e as concentrações de CH_4 e N_2O foram maiores do que em qualquer época em pelo menos 800.000 anos. (IPCC, 2021).



A concentração atmosférica de CO₂ aumentou principalmente pelas combustões de combustíveis fósseis que ocorreram ativamente desde o século XX. Além disso, a mudança de uso da terra que inclui o desmatamento, a queima de biomassa, bem como a conversão de florestas naturais em terras agrícolas, contribuiu não só para o aumento da concentração de CO₂ na atmosfera, mas também para o aumento de outros gases de efeito estufa (GEE) como metano (CH₄) e óxido nitroso (N₂O) (ROSLI *et al.*, 2017).

Em 2019 a concentração de óxido nitroso (N₂O) atingiu uma média anual de 332 ppb. (IPCC, 2021). As emissões naturais de óxido nitroso (N₂O) são causadas principalmente por atividades microbianas em solos e oceanos, porém, o aumento das emissões desde a era pré-industrial se deu por conta das atividades humanas (KROEZE, 1994). As estimativas são de que aproximadamente 40% das emissões totais de N₂O são antropogênicas, sendo as principais atividades de emissão a agricultura e mudanças no uso do solo (IPCC, 2007). A concentração de Metano (CH₄) aumentou mais do que o dobro desde a era pré-industrial, alcançando o valor de 1866 ppb em 2019 (IPCC, 2021). As principais fontes naturais de CH₄ incluem pântanos, cupins e liberação de terra e fontes geológicas offshore (REAY; SMITH, VAN AMSTEL, 2010).

Diante desse cenário, muitas pesquisas vêm sendo realizadas para remoção de carbono da atmosfera como forma de mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Dentre as iniciativas está o aumento do uso de áreas úmidas, como por exemplo os pântanos (conhecidos em inglês como “natural wetlands”), pois essas áreas desempenham um papel importante no ciclo global do carbono, por serem sumidouros. Os cientistas têm conduzido investigações sobre o uso de zonas úmidas que armazenam carbono, desde que o conceito de sequestro de carbono em zonas úmidas foi revelado e aceito (ROSLI *et al.*, 2017).

Com a crescente perda de zonas úmidas ou wetlands naturais, foram criados os chamados wetlands construídos (WC) para reproduzir funções similares aos wetlands naturais e fornecer um ecossistema que possa contrabalancear essas perdas. O sistema de WC foi adotado e aplicado com sucesso para o tratamento de águas residuais desde 1980 (ROSLI *et al.*, 2017). Porém, a quantidade de pesquisas de como os wetlands construídos podem contribuir com o sequestro de carbono ainda é limitada. Assim, essa revisão objetiva expor características dos wetlands construídos, referências que discutam essa tecnologia baseada na natureza como sendo uma fonte emissora de carbono ou um sumidouro, e o contexto dos outros GEE envolvidos.

2. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa seguiu os princípios de uma revisão sistemática e de literatura (NAN *et al.*, 2020; LIU *et al.*, 2019). Foi realizado um levantamento da literatura de publicações sobre wetlands e wetlands construídos nas bases Scopus (Elsevier), Springer e Google Scholar utilizando-se os termos ‘gases do efeito estufa’ em combinação com ‘wetlands’ ou ‘wetlands construídos’ e o termo ‘mudanças climáticas’ em combinação com os termos ‘wetlands’ ou ‘wetlands construídos’.

Foram selecionados os artigos originais, artigos de revisão, documentos governamentais, teses e dissertações que explicavam

- 1) o funcionamento dos wetlands construídos;
- 2) o fluxo dos gases e metodologias de medição;
- 3) o contexto dos GEE dos wetlands construídos e o aquecimento global GEE;
- 4) artigos que eram de revisão dos wetlands construídos em escala real ao redor do mundo.

Depois de eliminar trabalhos fora do escopo do estudo ou que eram monografias, trabalhos publicados em anais foram selecionados 18 artigos sobre o contexto dos GEE dos wetlands construídos e o aquecimento global, 16 do fluxo dos gases e metodologias de medição. Tendo esses artigos abordado também o funcionamento dos wetlands construídos e revisões dos wetlands construídos em escala real ao redor do mundo.

Posteriormente foram utilizados termos ‘óxido nitroso’, ‘dióxido de carbono’, ‘metano’, em combinação com ‘wetland construído’. O foco dessa etapa foi buscar por referencial que explicasse o ciclo do carbono e as transformações do nitrogênio nos wetlands construídos. Foram selecionados 8 artigos para leitura nessa etapa.

Para além das bases de dados foram utilizados os materiais do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas - para obter o panorama ao longo dos anos dos GEE -, e do Grupo de Estudos em Saneamento Descentralizado da UFSC (GESAD), para obter informações sobre os wetlands construídos da estação experimental.

3. Funcionamento dos wetlands construídos

Os wetlands construídos são sistemas projetados e construídos para utilizar os processos naturais que envolvem a vegetação de uma zona úmida, solo e suas associações microbianas associadas para auxiliar no tratamento de águas residuais (VYMAZAL, 2007). Dessa forma, a tecnologia dos WC replica processos físicos, químicos e biológicos que acontecem na natureza, como a filtração dos sólidos em suspensão do esgoto pelo material filtrante; adsorção na superfície dos grãos do material filtrante; e, depuração da matéria orgânica pelos microrganismos e fitoextração pelas macrófitas (SEZERINO *et al.*, 2018). O sistema de wetland construído - ou seja, uma zona úmida construída - foi adotado e aplicado com sucesso para o tratamento de purificação de águas residuais desde 1980, devido a sua facilidade operacional, baixo custo de construção e necessidade de pouca manutenção (ROSLI *et al.*, 2017).

No sistema de wetland construído existem três principais elementos que atuam em conjunto para realizar a depuração dos esgotos sanitários a serem tratados: material filtrante, microrganismos e macrófitas. O material filtrante sustenta a vegetação, fornecendo à área superficial para a adesão dos micro-organismos, e está associado com os mecanismos físico-químicos de tratamento. O substrato influencia no tempo de detenção, superfícies de contato dos micro-organismos com o efluente e na disponibilidade de oxigênio (CELIS, 2014). A permeabilidade deve permitir a filtração de sólidos suspensos presentes no esgoto sem que o sistema colmate rapidamente. O potencial reativo deve favorecer a adsorção de

compostos inorgânicos presentes no esgoto, para que haja a retenção por atração química de alguns compostos sobre a superfície dos grãos do material filtrante (SEZERINO *et al.*, 2018).

O material filtrante é responsável por propiciar o local de fixação das comunidades bacterianas, formando o biofilme. O biofilme pode ser definido como um conjunto de microrganismos e de produtos extracelulares que se aderem sobre um suporte sólido, formando uma camada volumosa e espessa. Nos wetlands construídos há uma diversidade e abundância de microrganismos, destacando-se o grupo das bactérias e das arqueas. A ação dos microrganismos é o principal agente no tratamento dos compostos biodegradáveis presentes no esgoto (SEZERINO *et al.*, 2018).

As macrófitas possuem uma grande importância para operação e correto funcionamento dos wetlands construídos aplicados no tratamento de esgotos. 10% do total de nitrogênio removido em wetlands construídos se dá pela ação de fitoextração das macrófitas. A nível global, observam-se três tipos de macrófitas empregadas em wetlands construídos: *Phragmites australis* (popularmente conhecida como caniço); *Typha spp.* ou (tendo como nome popular taboa); e, *Juncus spp.* (ou junco) (SEZERINO *et al.*, 2018). Algumas funções que as macrófitas podem desempenhar nos wetlands construídos estão expostas no Quadro 1 abaixo.

Quadro 1: Função das macrófitas em Wetlands Construídos.

Característica da macrófita	Função no processo de tratamento
Parte aérea do tecido vegetal	<ul style="list-style-type: none"> • Atenuação de luz - crescimento reduzido de fitoplâncton • Influência no microclima - isolamento durante o inverno • Estética agradável do sistema • Armazenamento de nutrientes
Parte vegetal em contato com a parte líquida	<ul style="list-style-type: none"> • Filtração • Reduz a velocidade da corrente - aumenta a taxa de sedimentação, reduz risco de ressuspensão • Fornece área de superfície para aderência de micro-organismos • Absorção de nutrientes
Raízes e rizomas em contato com os sedimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Estabilização da superfície - menos erosão • Evita o entupimento do meio em sistemas de fluxo vertical • Liberação de oxigênio aumenta a degradação (e nitrificação) • Absorção de nutrientes

Fonte: Adaptado de Brix (1997).

Os wetlands construídos podem ser classificados se baseando no tipo de crescimento da macrófita, baseando-se em seguida pelo regime de fluxo da água (Figura 1) (VYMAZAL, 2007).

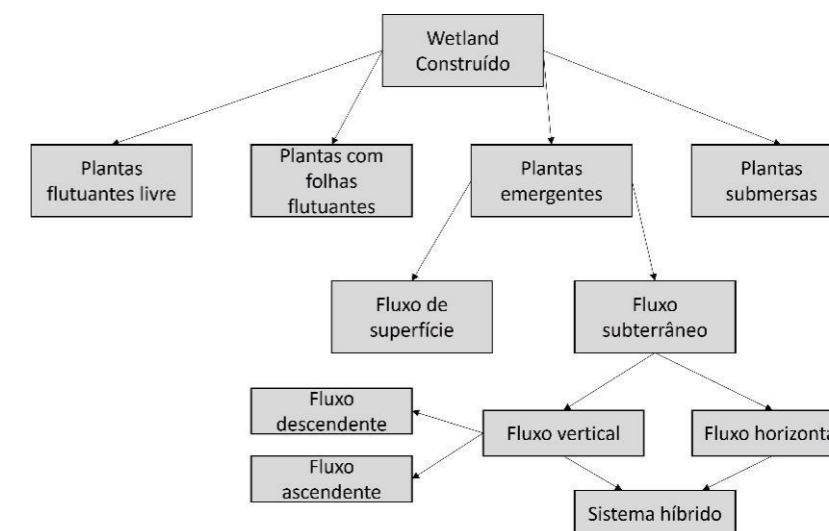


Figura 1: Classificação do wetland construído. Fonte: Vymazal (2007).

3.1 Fluxo do carbono nos wetlands construídos

Diversas reações utilizando carbono ocorrem nos wetlands naturais - zonas úmidas naturais – como observado na Figura 2.

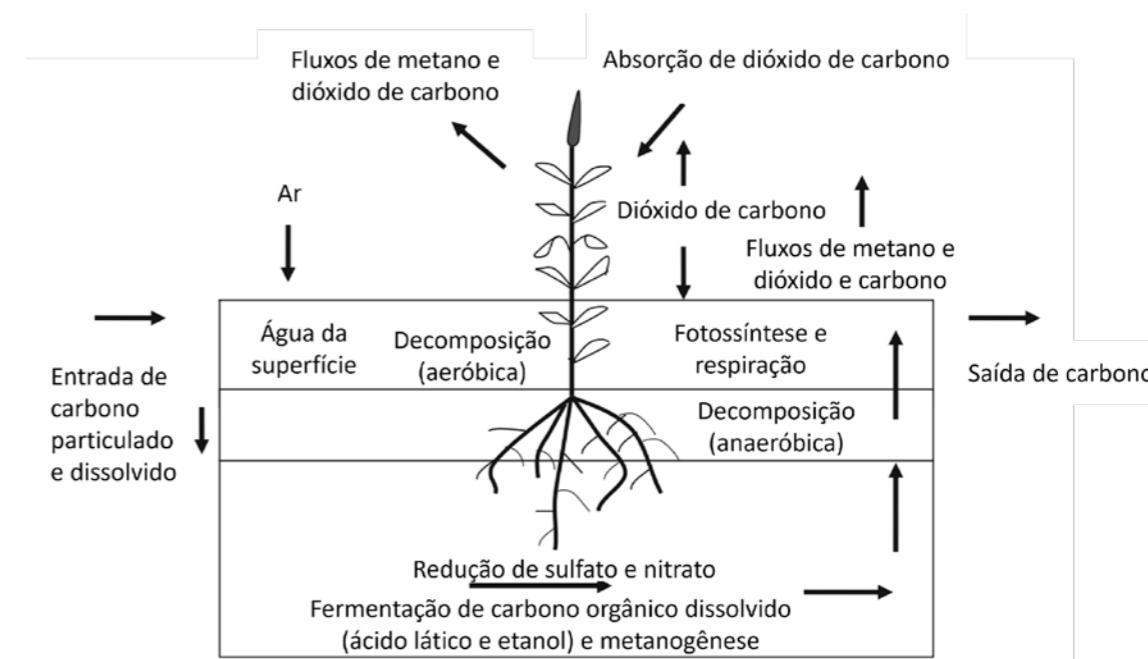


Figura 2: Diagrama esquemático mostrando os principais componentes do ciclo do carbono. Fonte: Adaptado de Kayranli *et al.* (2010).

Os principais processos são: a respiração na zona aeróbica, fermentação, metanogênese e redução de sulfato, ferro e nitrato na zona anaeróbica (SCHOLZ, 2011). Na superfície, em condições aeróbicas, acontece a fotossíntese - em que a planta fixa o carbono inorgânico e produz CO_2 - e a respiração - em que ocorre a conversão biológica de carboidratos em dióxido de carbono. Em condições anaeróbicas, ocorre a metanogênese - que é a degradação anaeróbica da matéria orgânica em metano e dióxido de carbono -, e a fermentação - a conversão de carboidratos em compostos químicos, como ácido lático ou etanol e dióxido de carbono (KAYRANLI *et al.*, 2010).

Existe grande quantidade de matéria orgânica nos wetlands naturais, promovendo a atividade microbiana, armazenando carbono e nitrogênio no solo. A oxidação bacteriana do carbono orgânico dissolvido resulta na mineralização, processo pelo qual as substâncias orgânicas são convertidas em substâncias inorgânicas e armazenadas (ROSLI, 2017; SCHOLZ, 2011). Dessa forma, são cinco reservatórios principais de carbono que os wetlands possuem: carbono de biomassa vegetal, carbono orgânico particulado, carbono orgânico dissolvido, carbono de biomassa microbiana e produtos finais gasosos, como dióxido de carbono e metano (SCHOLZ, 2011).

Os wetlands construídos são projetados para replicar os wetlands naturais. No WC subsuperficial horizontal, a água residual que entra flui lentamente sobre um meio poroso sob a superfície que possui a vegetação. Durante a passagem a água residual entra em contato com zonas aeróbicas, anóxicas e anaeróbicas. A maior parte do WC subsuperficial horizontal é anóxica/anaeróbica, por conta da saturação das camadas (obtida utilizando um controle de nível de água). Nesse sistema, a remoção de amônia-N é limitada pela falta de oxigênio do meio, no entanto fornece condições adequadas para a desnitrificação (MANDER *et al.*, 2014). Na Figura 3 é possível observar o balanço do carbono de um wetland construído subsuperficial horizontal.

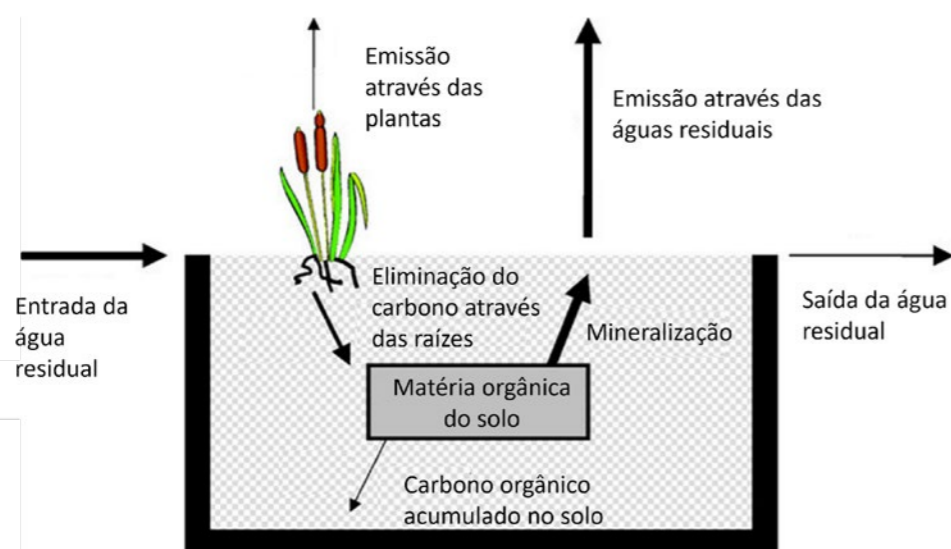


Figura 3: Diagrama esquemático do balanço de carbono de um wetland construído subsuperficial horizontal. Fonte: Adaptado de Picek *et al.* (2007).

Como entrada Picek *et al.* (2007) consideraram o carbono das águas residuais de entrada, da biomassa vegetal e da eliminação pelas raízes (Figura 3). Para a saída de carbono foram consideradas as emissões na superfície, a biomassa vegetal que restou, e o carbono contido na água residual de saída. Observou-se que as emissões de CO_2 e CH_4 foram maiores na zona de entrada, - região que não possuía vegetação (PICEK *et al.*, 2007).

Algumas das propriedades mais importantes das macrófitas plantadas no WC subsuperficial horizontal são o sequestro de carbono, substrato para o crescimento de bactérias aderidas, dentre outras (MANDER *et al.*, 2014). O estudo de Mander *et al.* (2008) relata a importância das macrófitas nos WC, ao expor que o WC subsuperficial horizontal analisado no estudo foi considerado um sumidouro de carbono, com um sequestro de $649 \text{ kg C ano}^{-1}$ no ano de 2001 e $484 \text{ kg C ano}^{-1}$, em 2002. Esse resultado significou que $1,5 - 2,2 \text{ kg C m}^{-2}$ foi incorporado a massa vegetal ou ao solo, evidenciando a importância da vegetação nos WC (MANDER *et al.*, 2008).

Analisando o ciclo do carbono nos wetlands, evidencia-se que os wetlands naturais e construídos tem o potencial de sequestrar carbono. Cada um fornece uma área com potencial de absorção. No entanto, não gerenciados e projetados adequadamente, em especial os construídos, podem se tornar fontes de GEE e não sumidouros (ROSLI, 2017). É necessário entender os fatores potenciais de sequestro de carbono e os fatores que podem minimizar a produção de metano.

3.2 Emissões de metano e óxido nitroso

Embora a mineralização da matéria orgânica para CO_2 seja o objetivo dos processos de tratamento de águas residuais, as emissões de CH_4 e N_2O devem ser evitadas devido ao seu alto potencial de aquecimento global (VARGA, 2015). O metano tem um Potencial de Aquecimento Global de 25 vezes maior que o dióxido de carbono num período específico de 100 anos. Já o óxido nitroso 298 vezes maior que o dióxido de carbono, num mesmo período específico (IPCC, 2007). O Potencial de Aquecimento Global compara o forçamento radiativo integrado durante um período específico, por exemplo, 100 anos, a partir de uma emissão de pulso de massa unitária; sendo uma métrica útil para comparar o impacto climático potencial das emissões de diferentes gases (IPCC, 2007).

3.2.1 Fluxo do metano

O metano emitido para a atmosfera passa por três processos: produção, consumo e transporte (Figura 4). Para a produção, as plantas fornecem uma superfície radicular e exsudatos adequados para o crescimento e atividade de microrganismos, possibilitando a conversão da matéria orgânica em CH_4 . Em seguida, a quantidade de oxigênio liberada pelos sistemas radiculares no sedimento aumenta o número de bactérias metanotróficas. O transporte na emissão de CH_4 também é determinante para a contribuição da quantidade de CH_4 atmosférico. (XU *et al.*, 2019).

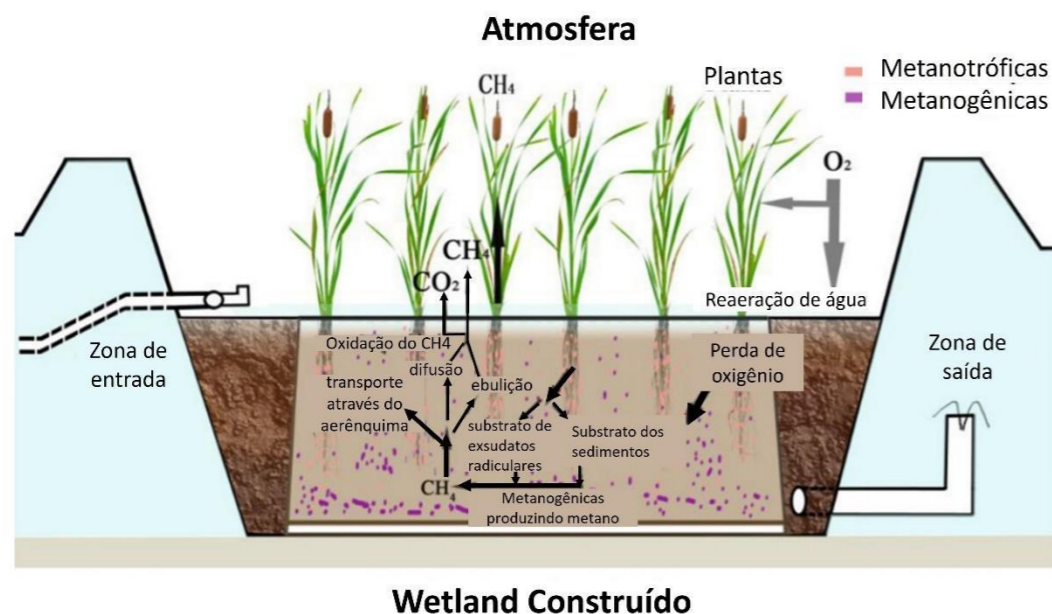


Figura 4: Diagrama esquemático da emissão de CH₄ em um wetland construído. Fonte: Adaptado de Xu *et al.* (2019).

O fluxo de emissão de CH₄ para a atmosfera em wetlands construídos dominadas por plantas vasculares é principalmente impulsionado por três processos: ebulição e difusão, e emissões de plantas - mais CH₄ é oxidado nos dois primeiros processos do que no transporte mediado por plantas através do aerênquima (tecido da planta). O fluxo final de CH₄ em Wetlands construídos com ou sem vegetação é determinado pelos efeitos combinados das plantas na produção, transporte e consumo de CH₄ (XU *et al.*, 2019).

A emissão de CH₄ é significativamente influenciada pela espécie de planta adotada durante a operação de wetlands construídos, sendo os sistemas que utilizam *Z. latifolia* os que emitem mais CH₄. Além das plantas adotadas, o fluxo de CH₄ também pode ser afetado por outros fatores como o fluxo das águas residuais e sua qualidade, os esquemas de alimentação, as condições ambientais, o ano em que o wetland foi construído (XU *et al.*, 2019). Dessa forma, um melhor projeto, construção e operação dos wetlands construídos deve ser feito para ajudar a minimizar os fluxos de metano, objetivando contribuir com o aquecimento global (KAYRANLI *et al.*, 2010).

3.2.2 Fluxo do nitrogênio

As principais transformações de nitrogênio nos wetlands construídos são apresentadas na Tabela 1. As formas de nitrogênio estão envolvidas em transformações químicas de compostos inorgânicos para orgânicos e de volta de orgânicos para inorgânicos. Alguns desses processos necessitam de energia - que normalmente é derivada de uma fonte de carbono orgânico - para prosseguir, e outros liberam energia, que é usada pelos organismos para crescimento e sobrevivência. Todas essas transformações são necessárias para que ecossistema do wetland funcione com sucesso, e a maioria das mudanças químicas é

controlada por meio da produção de enzimas e catalisadores pelos organismos vivos que eles beneficiam (VYMAZAL, 2007).

Tabela 1: Transformações de nitrogênio em wetlands construídos.

Processo	Transformação
Volatilização	amônia-N (aq) → amônia-N (g)
Amonificação	N-orgânico → N-amônia
Nitrificação	N- amônia → N-nitrito → N-nitrato
Amonificação de nitrato	N-nitrato → N-amônia
Desnitrificação	N- nitrato → N- nitrito → N ₂ , N ₂ O
Fixação N ₂	N ₂ → N-amônia (N-orgânico)
Absorção vegetal/microbiana (assimilação)	Amônia-, nitrito-, nitrato-N → N-orgânico
Adsorção de amônia Nitrogênio orgânico enterrado	
Oxidação anaeróbica de amônia	N-amônia → N ₂

Fonte: Adaptado de Vymazal (2007).

A coexistência entre condições aeróbicas, anóxicas e anaeróbicas é uma importante característica dos sistemas de wetlands construídos com biofilmes (conjunto de microrganismos e de produtos extracelulares aderidos). As regiões aeróbicas serão responsáveis pela oxidação do nitrogênio amoniacal a nitrito e em seguida a nitrato. Na camada anóxica ocorrerá a desnitrificação e nas regiões anaeróbicas ocorrerá a formação de ácidos orgânicos e a redução de sulfatos (SEZERINO *et al.*, 2018).

No estudo de Mander *et al.* (2005) foi encontrado que o WC de fluxo vertical emitia significativamente mais N₂O que o WC subsuperficial horizontal, e que acontecia uma maior emissão de N₂O durante os períodos de temperatura mais elevada. Huang *et al.* (2013), afirmaram que as pesquisas de N₂O ainda são mais voltadas para as características dos mecanismos de emissão de N₂O em wetlands construídos baseados na produção de N₂O em wetlands naturais, e que diante desse cenário, é necessário que mais pesquisas sejam realizadas para entender quais plantas afetam o fluxo de N₂O e quais outros fatores podem ser relevantes para as emissões.

4. Considerações Finais

Diante de um cenário de aquecimento global e diversas catástrofes associadas as mudanças climáticas, dentre as muitas pesquisas destacam-se aquelas que vêm sendo realizadas para remoção de carbono da atmosfera e para redução das emissões de GEE. As zonas úmidas ou



wetlands naturais, assim como os wetlands construídos (utilizados no tratamento de esgoto) têm o potencial de sequestrar carbono e podem vir a ser soluções para mitigação dos efeitos do aquecimento global.

Frente a isso, essa revisão objetivou expor características dos wetlands construídos no contexto de emissão de Gases do Efeito Estufa, para que essa tecnologia de tratamento de águas residuais pudesse ser discutida no contexto de sequestro de carbono e otimização das emissões em relação aos outros gases, se tornando uma alternativa de ação para mitigação dos efeitos das mudanças climáticas.

Concluiu-se que o wetland construído subsuperficial horizontal tem o potencial de se tornar sumidouro de carbono assim como os wetlands naturais, por conta do carbono retido através das plantas. É necessário que a espécie de planta adotada durante a operação do WC tenha funcionamento conhecido, por conta da influência significativa nas emissões de CH₄, evitando assim o aumento desse gás. Quanto ao N₂O, estudos mediram que o WC subsuperficial horizontal emite menos N₂O que o WC de fluxo vertical. Dessa forma, os wetlands construídos quando não gerenciados e projetados adequadamente podem se tornar fontes de emissão de GEE ao invés de sumidouros, por conta dos processos envolvidos no seu ciclo de carbono e de nitrogênio.

Referências

BRIX, Hans. Do macrophytes play a role in constructed treatment wetlands?. **Water science and technology**, v. 35, n. 5, p. 11-17, 1997.

CELIS, G. **Participação da macrófita typha domingensis na remoção de nutrientes de esgoto sanitário em wetlands construídos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

DE LA VARGA, D. et al. Methane and carbon dioxide emissions from constructed wetlands receiving anaerobically pretreated sewage. **Science of the Total Environment**, v. 538, p. 824-833, 2015.

HUANG, Lei et al. A review on the mechanism and affecting factors of nitrous oxide emission in constructed wetlands. **Environmental earth sciences**, v. 68, p. 2171-2180, 2013.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. **Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** Houghton, JT., Ding, Y., Griggs, DJ., Noguer, M., Linden, PJ van der, Xiaosu, D., Maskell, K., & Johnson, CA. Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom, pp. 1-20, 2001.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. **Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K. B. Averyt, M. Tignor and H. L. Miller Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 996 pp., 2007

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, B. Zhou Eds., Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3-32, 2021.

Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC. **IPCC releases Working Group II's report on Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability**. Press Release, 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2022/02/PR_WGII_AR6_english.pdf>. Acesso em: 10 de março, 2023.

KAYRANLI, Birol et al. Carbon storage and fluxes within freshwater wetlands: a critical review. **Wetlands**, v. 30, p. 111-124, 2010.

KROEZE, Carolien. Nitrous oxide and global warming. **Science of the total environment**, v. 143, n. 2-3, p. 193-209, 1994.

LIU, Xiaohui et al. A review on removing antibiotics and antibiotic resistance genes from wastewater by constructed wetlands: performance and microbial response. **Environmental Pollution**, v. 254, p. 112996, 2019.

MANDER, Ülo et al. Gaseous fluxes from subsurface flow constructed wetlands for wastewater treatment. **Journal of Environmental Science and Health**, v. 40, n. 6-7, p. 1215-1226, 2005.

MANDER, Ülo et al. Gaseous fluxes in the nitrogen and carbon budgets of subsurface flow constructed wetlands. **Science of the Total Environment**, v. 404, n. 2-3, p. 343-353, 2008.

MANDER, Ülo et al. Greenhouse gas emission in constructed wetlands for wastewater treatment: a review. **Ecological Engineering**, v. 66, p. 19-35, 2014.

NAN, Xi; LAVRNIĆ, Stevo; TOSCANO, Attilio. Potential of constructed wetland treatment systems for agricultural wastewater reuse under the EU framework. **Journal of Environmental Management**, v. 275, p. 111219, 2020.

PICEK, Tomáš; ČÍŽKOVÁ, Hana; DUŠEK, Jiří. Greenhouse gas emissions from a constructed wetland—plants as important sources of carbon. **Ecological engineering**, v. 31, n. 2, p. 98-106, 2007.

REAY, Dave; SMITH, Peter; VAN AMSTEL, Andre. **Methane and Climate Change**. Washington, DC: Earthscan, 2010. ISBN 978-1-84407-823-3

RIEBEEK, H. “NASA Earth Observatory: Global Warming”, 2010. Disponível em: <<https://earthobservatory.nasa.gov/features/GlobalWarming>>. Acesso em: 10 de março, 2023.

ROSLI, Farah Afiqah et al. The Use of Constructed Wetlands in Sequestering Carbon: An Overview. **Nature Environment & Pollution Technology**, v. 16, n. 3, 2017.

SCHOLZ, Miklas. Carbon storage and fluxes within wetland systems. **Wetland Systems: Storm Water Management Control**, p. 127-147, 2011.



SEZERINO, P. H. et al. Cartilha Wetlands construídos aplicados no tratamento de esgoto sanitário: recomendações para implantação e boas práticas de operação e manutenção/Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde.–Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina**, 2018.

VYMAZAL, Jan. Removal of nutrients in various types of constructed wetlands. **Science of the total environment**, v. 380, n. 1-3, p. 48-65, 2007.

XU, Guangming et al. An overview of methane emissions in constructed wetlands: how do plants influence methane flux during the wastewater treatment?. **Journal of Freshwater Ecology**, v. 34, n. 1, p. 333-350, 2019.

Estrutura de uma materioteca dentro de um FabLab acadêmico orientado pelo Design

Structure of a material library within an academic FabLab oriented by Design

André Canal Marques, Dr., Coordenador Design de Produto, UNISINOS

andrecm@unisininos.br

Giulio Federico Palmitessa, Ms., UNISINOS

giuliop@unisininos.br

Resumo

Uma biblioteca de materiais inovadores é importante, pois o seu foco é ajudar a impulsionar a criatividade, a inovação e o progresso em muitas áreas. Neste sentido, disponibilizar materiais adequados para que alunos de cursos de ensino superior possam aprender a selecioná-los adequadamente nos seus projetos, torna-se fundamental em processos de ensino-aprendizagem da área de design. Neste trabalho, apresenta-se o estudo de caso do processo de criação, desenvolvimento e implementação da iMateria, uma biblioteca de materiais inovadores da Escola da Indústria Criativa da UNISINOS. Este projeto mostra elementos interessantes de inovação, pois hoje a iMateria faz parte da rede FabLab, possui materiais inovadores e projetos que usaram o estado da arte em materiais. Um laboratório com tecnologias da indústria 4.0 propiciam que o design que se desenvolve e aprende, traga um olhar importante sobre o movimento *Maker* como uma cultura de inovação acessível a todos.

Palavras-chave: Materioteca; Seleção de Materiais; FabLab

Abstract

An innovative materials library is important because its focus is to help drive creativity, innovation, and progress in many areas. In this sense, providing appropriate materials so that students in higher education courses can learn to select them properly in their projects becomes fundamental in teaching-learning processes in the design field. This paper presents the case study of the creation, development, and implementation process of iMateria, an innovative materials library at UNISINOS' School of Creative Industry. The innovation of this project shows interesting elements of innovation, as it is now part of the Fab Lab network, has materials and projects that have used innovative materials, has a laboratory with industry 4.0 technologies, and the design that is developed and learned brings an important perspective on the Maker movement as a culture of innovation accessible to others.

Keywords: *Materials library; Material selection; FabLab*



1. Introdução

Enquanto designers, a visão que temos de uma biblioteca de materiais é a de um espaço que contém informações e materiais que podem inspirar e informar novas ideias e projetos. Nesse sentido, a biblioteca pode compreender amostras de materiais avançados, tais como polímeros, metais e cerâmicos, assim como informações a respeito de técnicas de fabricação igualmente avançadas, como impressão 3D, nanotecnologia e biotecnologia.

O presente artigo traz um estudo de caso acerca da biblioteca de materiais inovadores iMateria, a qual foi desenvolvida como parte integrante do ecossistema do FabLab da Universidade do Vale do Rio dos Sinos - Unisinos. Por intermédio de uma cultura de projeto orientada pelo design, logrou-se conceber, projetar, implementar e operacionalizar com êxito a referida biblioteca. Utiliza-se a expressão "biblioteca de materiais inovadores" com o escopo de salientar que a coleção de materiais compreende materiais de última geração, novos e/ou de aplicação incomum em determinada área. Assim, a biblioteca de materiais além de ser considerada um espaço que contém informações e materiais usados para inspirar e informar é um contexto de desenvolvimento de novas ideias e projetos. Este estudo de caso se concentra nas atividades de projeto de design na iMateria, que queremos apresentar como um espaço que visa desenvolver as competências dos designers por meio da sua vivência.

Esta abordagem, ao nosso ver, é processual, ou seja, neste estudo de caso não focaremos na descrição de “o que” este espaço contém, mas “como” este espaço é vivenciado por parte dos alunos. A partir de uma abordagem processual, a biblioteca de materiais iMateria oferece um ambiente de aprendizado que integra a materialidade e a processualidade, permitindo aos alunos desenvolverem competências em design de produtos, materiais e técnicas de prototipação. Nesse contexto, são aprimoradas as fases de tangíveis de diversos métodos de design, como: Design Thinking, Design Estratégico, LEAN e outros processos criativos que contribuem para a formação de designers capazes de selecionar os materiais mais adequados e inovadores para seus projetos. Este estudo de caso tem como objetivo apresentar a iMateria como um projeto de inovação que pode gerar insights para futuros projetos de design e contribuir para a evolução da prática do design como um todo.

2. Indústria 4.0 e Movimento Maker/FabLabs

Para Hermann (2015) o termo “Indústria 4.0” é usado para a quarta revolução industrial que já está em curso, tendo fascínio pelo fato de ser uma revolução industrial prevista *a priori*, não observada posteriormente (DRATH, 2014). O termo tornou-se publicamente conhecido em 2011, quando uma iniciativa chamada “Industrie 4.0” — uma associação de representantes de empresas, política e academia - promoveu a ideia como uma abordagem para fortalecer a competitividade da indústria de manufatura alemã, em prol de uma inovação tecnológica (KAGERMANN, WAHLSTER e HELBIG, 2013).

O impacto econômico dessa revolução industrial deve ser enorme, já que promete um aumento substancial da eficácia operacional, bem como o desenvolvimento de modelos de negócios, serviços e produtos inteiramente novos (KAGERMANN, WAHLSTER e HELBIG,

2013). Segundo Schwab (2018), podemos compreender a quarta revolução industrial como o estudo das tendências, taxonomias, impactos e contribuições a respeito do futuro das tecnologias, seus impactos na sociedade e estrutura econômica. Neste sentido, a essência da Indústria 4.0, é um desenvolvimento das mesas por processos de autorregulação, pois, os produtos e serviços criados, por natureza tecnológica, se comunicam uns com os outros em sistemas de redes inteligentes. Para Endeavor Brasil (2023) os pilares da indústria 4.0 são: segurança da informação; realidade aumentada; Big Data; robôs autônomos; simulações; manufatura aditiva; sistemas integrados; computação em nuvem; internet das coisas. Esta transformação traz um aumento na troca de informações digitais. Como tudo que está na forma digital pode ser impresso, a manufatura aditiva, também chamada de impressão 3D, serve perfeitamente neste novo modelo. Por muitos anos, a impressão 3D teve papel importante no design e prototipagem de produtos em várias indústrias, pela economia de tempo e dinheiro. Porém sua utilização na produção de produtos era limitada pela velocidade, custo, poucas opções de materiais e falta de automação. Esta realidade já está mudando com a crescente inovação tecnológica do setor: softwares mais completos, novas tecnologias de impressão, impressoras mais acessíveis, variedade de materiais etc.

Gershenfeld (2007) considera o movimento *maker* uma extensão da cultura do “faça você mesmo” (do inglês, *do it yourself*). Este movimento tem em sua base a ideia de que pessoas comuns podem construir, consertar, modificar e fabricar os mais diversos tipos de artefatos. O movimento *maker* tem um impacto sobre a profissão de design em termos de competências necessárias, bem como metodologias e práticas de design. Segundo Gershenfeld (2007), FabLabs são equipados com um conjunto de ferramentas flexíveis controladas por computador que cobrem diversas escalas de tamanho e diversos materiais diferentes, com o objetivo de fazer “quase tudo”. Isso inclui produtos tecnológicos geralmente vistos como limitados apenas para produção em massa. FabLabs oferecem recursos para todo mundo, que até recentemente foram reservadas para alguns profissionais apenas. Isso, no entanto, não altera a necessidade de designers terem habilidades de fazer e prototipar - pelo contrário: é justo supor que os designers vão ser mais proficientes no uso dessas possibilidades (MOSTERT-VAN DER SAR *et al.*, 2013).

Movimento *maker* e FabLabs utilizam muitas ferramentas e tecnologias de fabricação digital que agora são impulsionadas pela indústria 4.0. Com o surgimento de equipamentos mais baratos em tecnologias antes restritas a grandes indústrias, mais pessoas têm acesso a eles gerando e disseminando conhecimento de uma forma cada vez mais rápida. O FabLab da Unisinos Porto Alegre é um espaço *maker*, contando com diferentes equipamentos de fabricação digital e analógica, vinculado à rede mundial FabLab, iniciada no MIT. Por vocação, se ocupa do desenvolvimento de produtos, concebidos conjuntamente com empresas, *startups*, profissionais autônomos e *makers*. Vinculada ao uso de metodologias ativas de aprendizagem, a cultura *maker* possibilita autonomia, construção da aprendizagem e o desenvolvimento dos saberes de forma prática, tendo seus pilares a criatividade, colaboração, escalabilidade e sustentabilidade, pilares esses que dialogam muito com a área do Design, lidando com criatividade e tecnologia, buscando a inovação. Ainda esse tipo de espaço oportuniza o acesso a tecnologias da indústria 4.0 de forma mais democrática, com tecnologias de baixo custo quando comparadas à indústria tradicional.



3. Seleção de materiais e bibliotecas de materiais (Materiotecas)

Ao longo da história, o conhecimento de novos materiais e tecnologias foi a motivação para o ser humano iniciar a criação de um novo projeto. A história do design mostra que existe uma relação entre os novos movimentos artísticos e estéticos e o uso de novos materiais e tecnologias (RAMALHETE, 2006). Para Ashby e Johnson (2010) a importância relativa dos materiais reflete no seu crescente uso, explorando suas propriedades específicas, de tal modo que possamos identificar as necessidades para novos produtos. De acordo com Ashby, Shercliff e Cebon (2013), quase todos os materiais que usamos hoje em dia foram desenvolvidos nos últimos cem anos. Segundo os autores (2017), existem mais de 160.000 tipos de diferentes materiais comerciais no mercado que estão a redefinir o nosso meio físico (ADDINGTON e SCHODEK, 2005; ASHBY, SHERCLIFF e CEBON, 2013).

O crescente número de materiais levou a uma significativa quantidade e diversidade de bancos de dados e softwares para seleção de materiais, apresentando habilidades diferenciadoras para o processo de seleção de materiais. Nunca houve um tempo em que o conhecimento das propriedades e a diversidade de materiais fossem tão grandes. Os designers correm o risco de ver seus conhecimentos sobre materiais facilmente desatualizados (RAMALHETE, SENOS e AGUIAR, 2010). Nesse contexto, é importante que o designer se mantenha atualizado, atento aos principais avanços da ciência dos materiais e seus processos.

Existem muitas ideias diferentes de como a seleção de materiais para um produto deve ser realizada. No entanto, os princípios são bastante semelhantes (CHARLES, CRANE e FURNESS, 1997; BRECHET *et al.*, 2001; CORNISH, 1987; CHARLES, CRANE e FURNESS, 1997; FARAG, 1989; SANDSTROM, 1985; KARANA, HEKKERT e KANDACHAR, 2008; LJUNGBERG, 2003 e 2007, ASHBY e JOHNSON, 2010). Métodos avançados como gráficos de seleção (HOLLOWAY, 1998, ASHBY e JOHNSON, 2010) e métodos de seleção de processos (SHERCLIFF e LOVATT, 2001; SHEHAB e ABDALLA, 2001) são exemplos de métodos sistemáticos para seleções mais complicadas.

O fato é que não somente os métodos objetivos para a seleção dos materiais, mas também subjetivos têm de ser considerados. Faller e Scaletsky (2010) consideram hierarquizar os materiais assim: características tangíveis ou técnicas (propriedades técnicas, processos de fabricação, usos e funções), características intangíveis ou subjetivas (percepções, associações e emoções) e características sensoriais ou estéticas.

Com o aumento da ênfase nas disciplinas de design nos efeitos experimentais dos materiais e no papel que as propriedades dos materiais têm na formação das experiências do produto do usuário, há uma necessidade de que os próprios designers “experimentem” os materiais adequadamente para desenvolver competência total na seleção de materiais (AKIN e PEDGLEY, 2016). Em um ambiente educacional, uma biblioteca de materiais oferece aos alunos a oportunidade de ver, tocar, sentir e experimentar os materiais. Como um recurso tátil, uma biblioteca pode ser usada para envolver todos os sentidos, de uma forma que os análogos virtuais ou baseados em papel simplesmente não podem fazer. Uma biblioteca de materiais permite que se experimente os materiais com seus próprios sentidos, desenvolvendo uma apreciação de como o material se comportará e será percebido pelo usuário. Permite ainda que os alunos se envolvam totalmente com o material, proporcionando uma oportunidade de

aprendizado que facilita a imersão e aprofunda a apreciação do caráter único de cada material (LAUGHLIN, 2010; NIGHTINGALE; SPOWAGE, 2021; WILKES, 2011).

A seleção de materiais para interação e experiência do usuário está se tornando cada vez mais importante e proeminente nos resultados do projeto (MANZINI, 1986; VAN KESTEREN, 2010; SCHIFFERSTEIN, HEKKERT, 2008; ROGNOLI, 2010; RAMALHETE; SENOS; AGUIAR, 2010). Para tomar decisões efetivas sobre materiais e design, está cada vez mais claro que os designers devem possuir formas complementares de conhecimento (ASHBY e JOHNSON, 2010; WARD, 2008; LEFTERI, 2007). Os designers precisam de uma rede complexa de conhecimento de materiais e vocabulário que abrange teoria, baseada em casos (fichas de dados, livros, fontes da internet etc.) e da prática com a utilização de bibliotecas de materiais que oportunizam a experimentação.

A biblioteca torna-se um recurso educacional central e inovador para todas as disciplinas de design (LEOUSIS, 2015). Além de servir como uma ferramenta para ajudar os designers a experimentar e entender os materiais, eles também foram concebidos como ferramentas para comunicar e traduzir conceitos entre disciplinas orientadas para materiais, facilitando o diálogo entre um artista e um engenheiro ou um cientista de materiais e um antropólogo, por exemplo (LAUGHLIN, 2010; WONGSRIRUKSA *et al.*, 2012, HOWES *et al.* 2014; LAUGHLIN e HOWES, 2014; WILKES *et al.*, 2016).

4. Procedimentos Metodológicos

Nesta etapa, apresentamos uma primeira parte dedicada à fundamentação teórica da metodologia de estudo de caso e uma segunda parte dedicada aos procedimentos metodológicos aplicados a este projeto.

4.1 Estudo de caso

O estudo de caso é um método de pesquisa para entender fenômenos complexos, em nível individual ou de grupo (equipe/organização/sociedade) (YIN, 2014) e, especialmente adequada para investigações de pesquisa “holísticas e aprofundadas” (IDOWU, 2016). Neste sentido, procura-se obter uma compreensão de um fenômeno, permitindo que o pesquisador o examine em seu contexto de atuação a partir de uma variedade de fontes de dados que possam descrever a sua complexidade. Assim Yin (2014), indica que quando o fenômeno é muito diverso e complexo para ser abordado por meio de outras metodologias de pesquisa, o estudo de caso é uma opção adequada para entender como vários fatores pessoais, sociais e tecnológicos interagem em um processo de tomada de decisão. O elemento principal está ligado à definição da unidade de análise, pois nela figura a relevância da questão de pesquisa. Outro elemento, é que os estudos de caso podem envolver uma única unidade de análise (como um único indivíduo ou organização), ou múltiplas unidades de análise (como várias organizações ou projetos), a fim de comparar diferentes casos ou para complementar um ao outro, permitindo assim, que o pesquisador obtenha uma visão mais abrangente e profunda do fenômeno estudado.

4.2 Estudo de caso iMateria

A partir da sistematização da fundamentação teórica, definimos a iMateria como unidade de análise deste estudo de caso. Nela apresentam-se processos de projeto orientados pelo design e as decisões tomadas pelas equipes de design. Em particular, descreve-se como os alunos gerenciam os aspectos materiais ao longo do desenvolvimento de um projeto e não levando em consideração o produto resultante. Os dados foram coletados por meio de observações, entrevistas recorrentes ou reuniões de supervisão e documentação do projeto escrita pelos membros da equipe. Os resumos do projeto bem como a supervisão dos projetos dos alunos estão descritos de forma detalhada na unidade de análise “projeto da iMateria da Unisinos”, apresentando: a sua estrutura física e de comunicação, o seu funcionamento e por fim, um exemplo de um projeto realizado.

5. iMateria Unisinos

Apresenta-se a seguir, como está organizada a biblioteca de materiais, iMateria, da Unisinos, que está em constante mudança e atualização. Como recorte deste estudo de caso, relata-se: estrutura física, website (interface gráfica), funcionamento e exemplo de projeto realizado.

5.1. Estrutura física

A estrutura compacta da iMateria está instalada em dois contêineres contíguos, integrada ao FabLab acadêmico do campus de Porto Alegre da Universidade Unisinos, precisamente colocados na frente do prédio dos laboratórios. Possui uma entrada central, com esquadrias do piso ao teto brancas e fechamento em vidro nas duas extremidades do contêiner para permitir a entrada de luz natural (Fig. 1).

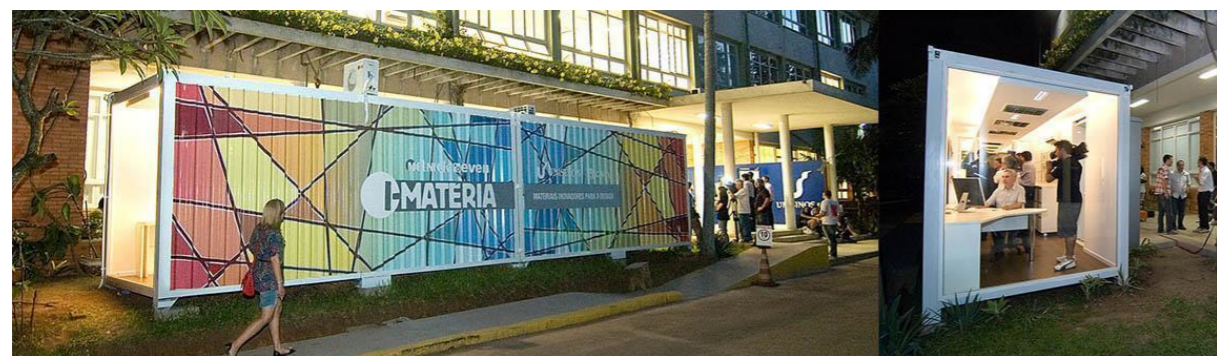


Figura 1: Externo da biblioteca de materiais iMateria. Fonte: elaborado pelos autores.

Internamente a grande característica é o uso do conceito de mobilidade para todo o mobiliário colocado ao seu interno. Neste sentido, criamos grandes gaveteiros móveis com rodízios, painéis verticais dobráveis para exposição dos materiais; assim, podem ser deslocados e levados às salas de aula (Fig. 2). Atualmente a biblioteca possui no seu acervo uma gama de materiais organizados pelas seguintes categorias: i) materiais metálicos, ii) materiais cerâmicos, iii) materiais poliméricos, iv) materiais compósitos, v) materiais naturais,

vi) componentes eletrônicos, vii) resíduos. Nesse espaço também são disponibilizados objetos para pesquisa sobre forma; materiais e processos de fabricação; objetos para processos de engenharia reversa, para desmontar e avaliar a reciclabilidade dos componentes; componentes eletrônicos para prototipação (arduinos, lypads); microscópio eletrônico USB para visualização da textura dos materiais; e scanner digital 3d. Acrescenta-se o fato da estrutura do FabLab possuir objetos ícones do Design em miniatura e formato real criando um mini museu de referências. Conta assim com amostras de materiais para pesquisa tanto de informações tangíveis quanto intangíveis para os projetos desenvolvidos pelos alunos ¹.



Figura 2: Interno da biblioteca de materiais iMateria. Fonte: elaborado pelos autores.

Além disso, para entendimento da parte técnica dos materiais, há a licença campus do software Granta EduPack 2022 (ANSYS, 2023) no ambiente do FabLab para uso tanto da comunidade acadêmica, professores e alunos, como também da comunidade externa nos dias de *open day* do FabLab. Salienta-se a importância de ter uma base de dados robusta para busca e seleção de materiais, análises técnicas, simulação de compósitos, avaliação do ciclo de vida, entre outras funcionalidades que o software permite².

O funcionamento ocorre nos mesmos horários do FabLab, de segunda-feira a sexta-feira das 13:30 às 17:30, horários estes que não colidem com os horários usuais das atividades acadêmicas. Na sexta-feira à tarde é aberto ao público externo, o *open day*, oportunizando para a comunidade conhecer os espaços, equipamentos, visualizar o que é possível realizar com as tecnologias e, caso seja de seu interesse, realizar um pequeno treinamento sobre o uso das máquinas e equipamentos, como também dos procedimentos e regras de uso. Para acesso, todos devem respeitar as regras e normas de comportamento do FabLab, utilizando equipamentos de proteção individual (EPI's).

Diversas disciplinas realizam atividades acadêmicas que utilizam a estrutura da iMateria (Fig. 3) presente no FabLab como espaço para ensino-aprendizagem, entre elas de: materiais e

¹ Aponta-se o estudo interdisciplinar nos cursos de Design feito com esses objetos por Marques, Flores e Dischinger (2022).

² Na catalogação busca-se nas fichas de materiais a colocação dos seguintes dados: nome técnico; fabricante; resumo do material; fotos do material; características subjetivas. Salienta-se aqui que essa ficha técnica é um resumo com as principais características do material, sendo necessário entrar no banco de acesso *online* da biblioteca de materiais para buscar todos os dados existentes. Destaca-se que as características subjetivas foram catalogadas em atividades acadêmicas envolvendo alunos e professores.

processos, seleção de materiais, modelos e protótipos, projetos e ateliês e até mesmo atividades mais teóricas como história e cultura do design. Estas disciplinas fazem parte de cursos de graduação em Design, Design de Produto, Moda, Arquitetura e Urbanismo, Engenharia de Materiais, Realização Audiovisual, Jogos Digitais, Gastronomia, entre outros.



Figura 3: Website e materiais iMateria. Fonte: elaborado pelos autores.

5.2. Exemplo de projeto realizado

Existem muitos caminhos de uso da biblioteca de materiais, iMateria, presente no ecossistema do FabLab. Para exemplificar, um dos projetos realizados em uma atividade acadêmica de tecnologias de fabricação, é o projeto de reciclagem de polímeros inspirada no projeto “Precious plastic”. Este é um projeto de reciclagem de plástico de *hardware* aberto iniciado em 2013 por Dave Hakkens. Conta com uma série de máquinas e ferramentas que trituram, derretem e injetam plástico reciclado, permitindo a criação de novos produtos a partir de plástico reciclado em pequena escala (PRECIOUSPLASTIC, 2022).

A atividade teve como objetivo estudar os processos de reciclagem de polímeros e, utilizando os equipamentos do FabLab, realizar um projeto de um artefato que estimule a educação ambiental. O foco era trabalhar com os equipamentos *makers* de trituração de polímeros e da injetora de polímeros montados pela equipe do FabLab, de baixo custo, acessível e de fácil manuseio. Assim, os alunos iriam conhecer todo o processo de reciclagem, conhecer mais sobre o processo de injeção, suas características e dificuldades. Em todo o processo se utilizou da biblioteca de materiais para conhecer sobre os materiais poliméricos virgens e reciclados, suas diferenças em relação às propriedades mecânicas, de processamentos e estéticas, bem como conhecer os produtos confeccionados de materiais reciclados com suas características. Nas imagens a seguir, figura 3, apresenta-se as principais etapas do processo realizado.



Figura 3: Principais etapas realizadas utilizando a iMateria e o FabLab. Fonte: elaborado pelos autores.

Como etapas desse projeto, se iniciou pela coleta de embalagens, sua separação e limpeza. Em função da facilidade de obtenção pelos alunos em grande quantidade foram escolhidos; PP (Polipropileno), PEAD (Polietileno de Alta Densidade) e PEBD (Polietileno de Baixa Densidade). Todos os materiais foram identificados pelo código para classificação de polímeros segundo ABNT NBR 13230 (ABNT, 2023) e separados nas principais cores e suas tonalidades encontradas nas embalagens, branca, verde e azul. Os materiais foram triturados e acondicionados em recipientes para ficarem armazenados na biblioteca de materiais, alimentando também assim seu acervo. Uma etapa importante foi conhecer a injetora, entender teoricamente e na prática seu funcionamento, realizando testes, para após realizar o projeto do artefato, realizados através de um *brainstorming*, desenhos e uso de modelagem 3D. Uma vez criado o projeto, foi construído o molde de acrílico, de baixo custo também nas dependências do FabLab. As peças dos alunos foram injetadas por eles, colocando em prática todo o seu conhecimento. Após a atividade, os protótipos realizados durante todo o processo de teste até o produto finalizado foram colocados no acervo da Materioteca, criando a oportunidade de disseminação do conhecimento gerado.

6. Considerações Finais

O estudo de caso da iMateria, apresenta um relato do seu contexto como: a sua estrutura física e de comunicação, o seu funcionamento e por fim, um exemplo de um projeto realizado. Em termos de contexto, entende-se um primeiro resultado relacionado com a infraestrutura dos laboratórios e seus processos de ensino. A iMateria, estar dentro de um FabLab, se constitui em elo fundamental entre teoria e prática, materialidade e processualidade, oportunizando o contato dos alunos, professores e visitantes externos (*open day*) aos materiais, processos e produtos acabados. Esse contexto permite conhecer na prática as propriedades dos materiais, as particularidades de seus processos, seus métodos de união e possibilidade de acabamentos.

Assim, a partir do diagrama representado na figura 4, propomos uma possível leitura deste estudo de caso da iMateria, que dividimos em dois resultados específico do como contexto de ensino sobre materiais para formação de designers.



Figura 4: Conclusões do estudo de caso da iMateria e o FabLab. Fonte: elaborado pelos autores.

O primeiro resultado enfatiza a interpretação das atividades como materialidade e processualidade. Pois, no primeiro caso, podemos citar o projeto de produtos, a seleção de materiais realizada segundo uma abordagem *maker* de experimentação, as técnicas de produção e de prototipação que os alunos apresentaram no seu projeto. No segundo caso, a interpretação de processualidade relacionada às práticas que foram elaboradas e desenvolvidas de forma processual em métodos utilizados pelos mesmos alunos como: Design Thinking, design estratégico, métodos gerais ligados a processos criativos (brainstorming), etc. O segundo resultado está relacionado com o conceito de “experimentação” no processo de seleção de materiais para desenvolvimento de competências para formação dos designers. Como vimos, a experimentação é realizada dentro da iMateria como ferramenta para a pesquisa e análise para seleção deles em prol do projeto a ser realizado.

Dado que, o conceito de cultura *maker* é característico do processo de formação das competências, metodologias e práticas dos designers, a seleção dos materiais neste espaço e com as metodologias apresentadas é um recurso perceptível e real para os alunos. Assim, indica-se a importância de associar as materiotecas aos laboratórios com equipamentos e recursos para seu processamento. Evidencia-se que, tão importante quanto disponibilizar uma diversidade de materiais, seus dados e informações é desenvolver o interesse, capacidade e habilidade de experimentação dos designers, desenvolvendo conhecimento aprofundado sobre os materiais, os sistemas de processamento possíveis e suas aplicações.

Agradecimentos

Aos alunos Alexandre Devit Rodrigues, Caroline Adam Correia, Helen Dittgen Rocha e Victor Bitencourt Silveira Chamun.

Referências

ADDINGTON, D.; SCHODEK, D. **Smart materials and technologies for architecture and design professions**. Oxford: Architectural Press, 2005.

AKIN, F.; PEDGLEY, O. Sample libraries to expedite materials experience for design: A survey of global provision. **Materials & Design**, 90, 1207-1217, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.04.045>. Acesso em 10 jan. 2023.

ANSYS. **Ansys Granta EduPack**. Versão 2022. Ansys, 2023.

ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e Design: Arte e Ciência da Seleção de Materiais no Design do Produto**. São Paulo: Elsevier - Campus, 2010.

ASHBY, M.; SHERCLIFF, H.; CEBON, D. **Materials: Engineering, Science, Processing and Design**, 2nd ed. Butterworth-Heinemann, Oxford, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 13230: Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis - Identificação e simbologia**. Rio de Janeiro: ABNT, 2023.

BRECHET, Y. *et al.* Challenges in materials and process selection. **Progress in Materials Science**, 46:407–428, 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0079-6425\(00\)00019-0](https://doi.org/10.1016/S0079-6425(00)00019-0). Acesso em 10 jan. 2023.

CHARLES, J.; CRANE, A.; FURNESS, J. **Selection and use of engineering materials**. 3rd ed. Oxford: Butterworth-Heinemann, 1997.

CORNISH, E. **Materials and the designer**. New York: Cambridge University Press; 1987.

DRATH, R., HORCH, A.: **Indústria 4.0 – hit or hype?** In IEEE Industrial Electronics Magazine 01/2014; 8(2):56-58, 2014.

ENDEAVOR BRASIL. **Indústria 4.0: as oportunidades de negócio de uma revolução que está em curso**. Disponível em: <https://endeavor.org.br/tecnologia/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>. Acesso em 20 de fevereiro, 2023.

FALLER, R.; SCALETSKY, C. **Structure for a Material informational database: a material selection tool for project development**. In: 7th International Conference on Design & Emotion, 2010, Chicago. 7th International Conference on Design & Emotion Proceedings. Chicago: Illinois Institute of Technology, 2010. v. 1.

FARAG, M. **Selection of materials and manufacturing processes for engineering design**. Englewood Cliffs (NJ): Prentice-Hall; 1989.

GERSHENFELD, N. **Fab: the coming revolution on your desktop—**from personal computers to personal fabrication. New York: Basic Books. 288p., 2007.

HERMANN, M.; PENTEK, T.; OTTO B. **Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios: A Literature Review**, Working Paper N°. 01, 2015.

HOWES, P. *et al.* The Perception of Materials Through Oral Sensation. **PLoS ONE**, 9 (8). Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105035>. Acesso em 11 jan. 2023.

IDOWU, O. E. 2016. Criticisms, Constraints and Constructions of Case Study Research Strategy. **Asian Journal of Business and Management**, 4(5), pp. 184-188, 2016.

KAGERMANN, H.; WAHLSTER, W.; HELBIG, J. **Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0**. Acatech, p. 13-78, 2013.



KARANA, E.; HEKKERT, P.; KANDACHAR, P. Materials considerations in product design: a survey of crucial materials aspects used by product designers. **Materials & Design**, 29 (6) 1081–1089, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2007.06.002>. Acesso em: Acesso em 11 jan. 2023.

LAUGHLIN, Z. **Beyond the Swatch: How Can the Science of Materials Be Represented by the Materials Themselves in a Materials Library?** PhD Thesis, Kings College London, University of London. 2010.

LAUGHLIN, Z.; HOWES, P. **The Sound and Taste of Materials**. In *Materials Experience: Fundamentals of Materials and Design*, edited by E. Karana, O. Pedgley, and V. Rognoli, 39–49. Oxford: Butterworth-Heinemann. 2014.

LEFTEI, C. **Ingredients: A materials project** by Chris Lefteri. 2007.

LEOUSIS, K. **Art Documentation: Journal of the Art Libraries Society of North America**, Vol. 34, No. 1, pp. 124-136, 2015.

LJUNGBERG, L. Design, Materials Selection and Marketing of Successful Products. **Materials & Design**, EUA: Elsevier, V.24, p. 519529, 2007. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0261-3069\(03\)00094-3](https://doi.org/10.1016/S0261-3069(03)00094-3). Acesso em: 19 fev. 2023.

LJUNGBERG, L. Materials selection and design for structural polymers. **Materials & Design**, 24, 383–390, 2003. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0261-3069\(02\)00123-1](https://doi.org/10.1016/S0261-3069(02)00123-1). Acesso em: 19 fev. 2023.

MANZINI, E. **The Material of Invention**. Arcadia Edizioni, Milan, 1986.

MARQUES, A.; FLORES, M.; DISCHINGER, M. **Exercício teórico-prático interdisciplinar em cursos de graduação em design: atividade “Projeto Produtos Ícones”**. In: 14º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, Dezembro 2022, vol.10, num.5.

MOSTERT-VAN DER SAR, M. *et al.* **FabLabs in design education**. International conference on engineering and product design education. Dublin, 2013.

NIGHTINGALE, F.; SPOWAGE, A. **A Materials Library Created by Students, for Students: An Invaluable University Resource** Conference: The Asian Conference on Education 2020. DOI: 10.22492/issn.2186-5892.2021.15, 2021.

PRECIOUSPLASTIC. Disponível em: <https://preciousplastic.com>. Acesso em: 20 mar. 2022.

RAMALHETE, P. **Design and material selection: new digital contributes for a based choice**. Master thesis, University of Aveiro, 2006.

RAMALHETE, P.; SENOS, A.; AGUIAR, C. Digital tools for materials selection in product design. **Materials & Design**, 31 (5), 2275–2287, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2009.12.013>. Acesso em: 19 fev. 2023.

ROGNOLI, V. **A broad survey on expressive-sensorial characterization of materials for design education**, METU J. Faculty Architect. 27 (2), 287–300, 2010.

SANDSTROM, R. An approach to systematic material selection. **Materials & Design**, 6:328–38. 1985. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/0261-3069\(85\)90018-4](https://doi.org/10.1016/0261-3069(85)90018-4). Acesso em: 20 fev. 2023.

SCHIFFERSTEIN, H.; HEKKERT, P. **Product Experience**. Elsevier, San Diego, 2008.

SCHWAB, Klaus. **Aplicando a Quarta Revolução Industrial**. Editora Edipro. ISBN: 9788552100249. Edição: 1ª edição, 2018

SHEHAB, E.; ABDALLA, H. Manufacturing cost modelling for concurrent product development. **Robotics and Computer-Integrated Manufacturing**, 17:341 –353. 2001. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0736-5845\(01\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0736-5845(01)00009-6). Acesso em: 20 fev. 2023.

SHERCLIFF, H.; LOVATT, A. **Selection of manufacturing processes in design and the role of process modelling**. Prog Mater Sci. 46:429 –459. 2001.

VAN KESTEREN, I. **A user-centred materials selection approach for product designers**. METU J. Faculty Architect. 27 (2) 321–338, 2010.

WARD, J. **Making a mark: art, craft and design education**. Disponível em: <https://assets.publishing.service.gov.uk/>. 2008. Acesso em: 20 fev. 2023.

WILKES, S. *et al.* Design Tools for Interdisciplinary Translation of Material Experiences. **Materials & Design**, 90: 1228–1237. 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.04.013>. Acesso em: 10 fev. 2023.

WONGSRIRUKSA, S. *et al.* The Use of Physical Property Data to Predict the Touch Perception of Materials. **Materials & Design**, 42: 238–244. 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2012.05.054>. Acesso em: 21 de fev. 2023.

YIN, R. K. **Case Study Research - Design and Methods**. USA: SAGE Publications Inc, 2014.



Possibilidades de cores com uso de corantes naturais aplicados em fibras naturais

Possibilities of color with the use of natural coloring applied in natural fibers

Cristine Silva Santos, mestranda do PPG Moda, UDESC

cristiness6@hotmail.com

Icléia Silveira, doutora, UDESC

icleiasilveira@gmail.com

Neide Köhler Schulte, doutora, UDESC

neideschulte@gmail.com

Lucas da rosa, doutor, UDESC

darosa.lucas@gmail.com

Daniela novelli, doutora, UDESC

daniela.novelli@udesc.br

Resumo

Os corantes químicos aplicados em têxteis na etapa de beneficiamento trazem sérios prejuízos ao meio ambiente e seres humanos envolvidos no processo. O uso dos corantes naturais em substituição aos químicos, traz benefícios no âmbito ambiental, pois não são utilizados produtos químicos tóxicos altamente poluentes em seus processos. Mesmo sabendo da importância de seu uso, muitas empresas optam pelo uso do tingimento químico em detrimento do natural, justificando que a variedade de cores é escassa. A pesquisa pretende apresentar uma cartela variada de cores usando os corantes naturais aplicados em fibras naturais. A pesquisa é de natureza aplicada, quanto ao seu problema é qualitativa e em relação ao seu objetivo é uma pesquisa descritiva. Aplicaram-se procedimentos técnicos experimentais com o intuito de demonstrar a possibilidade de oferta de cores variadas advinda de corantes naturais. Como resultado do experimento, foi confeccionada uma cartela de 80 cores naturais utilizando apenas 14 plantas e resíduos alimentares. Dessa forma, a pesquisa contribui para a disseminação do conhecimento nessa área e para o incentivo ao consumo de peças têxteis pautadas em práticas pró-sustentabilidade na moda. Verificou-se que é possível oferecer uma gama variada de cores com o uso de corantes naturais aplicados em têxteis.

Palavras-chave: Corantes naturais; Fibras naturais; Beneficiamento têxtil; Pró-sustentabilidade.

Abstract

Chemical dyes applied to textiles in the textile processing stage bring serious damage to the environment and human beings involved in the processes. The use of natural dyes in place of chemicals brings benefits in the social and environmental spheres, since highly polluting toxic chemicals are not used in their processes. Despite the importance of its use, many people opt for chemical dyeing over natural dyeing, believing that its colors are scarce. Therefore, the research intends to present a varied color chart using natural dyes applied to natural fibers through applied, qualitative, descriptive research and technical procedures in order to demonstrate the possibility of offering varied colors from natural dyes. A chart of 80 natural colors was made using only 14 plants and residues. In this way, the research contributes to the dissemination of knowledge and encouragement to the consumption of textile pieces based on pro-sustainability practices in fashion. It was verified that it is possible to offer a varied range of colors with the use of natural dyes applied to textiles.

Keywords: Natural dyes; Textile processing; Pro sustainability.

1. Introdução

O uso dos corantes pelo ser humano vem de longa data e está inserido em sua cultura. Desde pinturas corporais, pinturas em cavernas, preparo de tintas para pintar telas e objetos utilitários. Bem como, tecidos coloridos, são alguns dos artefatos que se encontram registrados na história dos povos. A cor está presente em nossas vidas e está carregada de significados e simbologias de acordo com as culturas.

O uso dos corantes naturais aplicados em têxteis foi sendo perpetuado por meio de prática artesanal milenar que ficou conhecida como tingimento natural/vegetal (PEZZOLO, 2017). Saber cultural passado de geração a geração pela oralidade que consiste na maioria dos casos, na fervura da matéria prima escolhida para extrair o corante e produzir tinturas onde seriam colocados os tecidos a serem coloridos. As cores originadas são únicas, de beleza singular e versáteis. Os corantes naturais oferecem possibilidades variadas de cores, observa-se uma crença de que suas cores são limitadas, predominando tons pastéis, cores mais apagadas. O que resulta da falta de conhecimento, pois é possível alcançar uma gama variada de tons utilizando os corantes naturais.

Os corantes naturais são biodegradáveis, provêm de fontes renováveis e também podem ser usados materiais orgânicos residuais da alimentação, como cascas de cebola ou borra de café, para extrair cor. Não é preciso grandes áreas de plantio para cultivar plantas para se extrair as cores, considerando a possibilidade de uso de resíduos orgânicos. Tendo resíduos como fonte de cor, não há desmatamento para plantio, utilização de adubos, água para irrigação de culturas ou uso de pesticidas. Também, são atóxicos e alergênicos em grande parte, não carcinogênicos. Não necessitam de tratamento de efluentes com altos custos e não formam lodo residual. São livres de metais pesados, tem acesso facilitado, estão na natureza e são gratuitos. Ainda, não há a necessidade de produtos químicos tóxicos para preparo do tecido, fixação da cor ou acabamento.



Muitas empresas que optam por fazer uso destes corantes, ainda não conhecem a variação de cores naturais. Em conversa realizada com representantes das marcas Biotrama e Villa Dharma, localizadas respectivamente em Joinville (SC) e Natal (RN), que produzem peças para o vestuário com o uso dos corantes naturais, foi relatado que a oferta de cores é reduzida, sendo uma dificuldade encontrada pelas duas empresas. Para a Biotrama, alguns clientes deixam de optar por esse tipo de coloração, por serem poucas as opções de matizes, o que não acontece no tingimento químico. Já para a Villa Dharma (marca lançada em outubro de 2022), em pesquisas realizadas antes do lançamento da marca, constataram que alguns clientes acreditavam que a oferta de cores para o tingimento natural era restrita. Diante deste contexto e da problemática exposta, o objetivo do artigo é mostrar que é possível uma cartela de cores variadas feitas com corantes naturais para aplicação em fibras naturais. Com a pesquisa aplicada, será possível também informar as pessoas com relação às etapas, aos processos e às características intrínsecas que são próprias do uso dos corantes naturais aplicados em têxteis, bem como seu valor.

Esta pesquisa contribui para a disseminação do conhecimento do uso dos corantes naturais e suas possibilidades de cores variadas buscando incentivar práticas em prol da sustentabilidade na moda.

Quanto à classificação da pesquisa, este artigo é de natureza aplicada, é qualitativa acerca do problema de pesquisa e é uma pesquisa descritiva em relação aos objetivos. No que se refere aos procedimentos técnicos para a coleta de dados, utilizou-se a pesquisa bibliográfica e documental, tendo como local de trabalho um laboratório, para criar e realizar testes com uma variedade de cores. O artigo está estruturado da seguinte forma: No tópico (2) é apresentada uma revisão teórica sobre fibras naturais, corantes naturais, processos e etapas do tingimento natural; no tópico (3) são apresentados os procedimentos metodológicos para a realização da pesquisa; nos tópicos (4), (5) e (6) são apresentados, respectivamente, os resultados, discussão e considerações finais.

2. Fibras, corantes e etapas do tingimento natural

Diante de tantos benefícios atrelados ao uso dos corantes naturais em têxteis, tratar-se à do suporte de coloração que é o tecido. Segundo Pezzolo (2017, p. 118), “As fibras como matéria – prima para elaboração de tecidos, foram, durante muito tempo obtidas apenas dos animais e das plantas [...] sendo a utilização de fibras vegetais em tecelagem tão antiga quanto a agricultura” De acordo com a autora, as fibras são classificadas em dois grandes grupos, as Naturais e Químicas.

2.1 Fibras naturais

Os tecidos de origem natural são aqueles originados de fibras provenientes de vegetais e animais. As fibras naturais são renováveis, durante seu tratamento, formam resíduos orgânicos e, ao término de sua vida, são biodegradáveis (BRITO; AGRAWAL; ARAÚJO, 2011).

Para tingimento com uso dos corantes naturais, as fibras naturais são as mais indicadas pela afinidade entre moléculas de corante e fibra, fator primordial para acontecer a coloração do têxtil, bem como, em se tratando de processos, pois, no caso de tingimento de fibra natural, as etapas podem ser consideradas mais simples e passíveis de serem realizadas tanto de forma artesanal, quanto industrial.

2.2 Fibras naturais de origem animal

As fibras naturais de origem animal, pela origem de sua composição (proteína), possuem uma grande afinidade com os corantes vegetais. (FERREIRA, 1998) Dessa forma, o tingimento com o uso dos corantes naturais nessas fibras precisa de um preparo menor e resulta em cores mais saturadas e sólidas, por conta dessa afinidade.

Apesar dos tecidos de lã e seda serem de mesma origem, animal, a reprodução da cor nas fibras é bastante complexa, aliás, dentro do tingimento natural, esse é um fator desafiador, devido as características intrínsecas ao uso dos corantes naturais. O que se consegue é uma aproximação da cor, mas, na maioria dos casos, não ficará idêntica, como no tingimento químico, por isso uma cartela de cores contribui para alcançar essa aproximação dos matizes. No caso das fibras de origem animal, as que têm origem na lã ou na seda, poderão apresentar diferenças de coloração no tingimento, mesmo se tratando de um mesmo corante, pois, depende das condições em que se desenvolveu o fio da seda ou a lã. Um tecido de fibra natural tem composição única porque depende das circunstâncias em que se desenvolveu. Também, o tratamento das mesmas no momento do tingimento, precisa ser diferenciado, pois, cada uma com sua composição específica requer um tipo de temperatura e preparo com mordentes. No caso da lã, se aquecer demais pode feltrar e na seda, pode endurecer o tecido.

2.3 Fibras naturais de origem vegetal

Diferente das fibras naturais de origem animal, as originadas de vegetais como o rami, juta, linho, cânhamo e algodão, precisam de preparos mais elaborados para que a molécula de corante da tinta natural se agarre na fibra do tecido. “as fibras de origem vegetal, por serem constituídas de celulose, apresentam pouca afinidade com corantes vegetais, porque a celulose não reage facilmente com esses corantes. Dessa forma, é necessário criar essa condição na superfície das fibras” (FERREIRA, 1998, p. 59).

Portanto, em se tratando de tecidos de origem vegetal, o preparo para receber o corante precisa ser mais elaborado com aplicação de mordentes específicos que irão depender da estabilidade do corante selecionado.

No que tange a saturação e matiz da cor no tecido, pode haver variação entre têxteis do mesmo tipo, mas, de colheitas diferentes. Por se tratar de tecidos de origem vegetal, as condições de desenvolvimento da planta, tais como a umidade do clima, nutrientes do solo, quantidade de luz solar, resulta em constituições diferentes mesmo se tratando de uma mesma fibra. Esse conjunto de fatores dialoga fazendo com que possa haver variação de cor mesmo se usando o mesmo tipo de tecido e o mesmo corante. Por isso, a tarefa do tintureiro é tão complexa e exige conhecimentos teóricos e empíricos em diversas áreas.



2.1.1 Corantes naturais

Com o tecido selecionado, a próxima etapa para se tingir tecidos é a escolha dos corantes naturais. Constatou-se que o uso dos corantes naturais aplicados em tecidos para fins de coloração, reduz significativamente os prejuízos oriundos da poluição, causados ao meio ambiente. Por isso, aponta-se o uso dos corantes naturais como alternativa para substituir o uso dos corantes químicos.

Um corante natural é uma substância corada extraída apenas por processos físico-químicos (dissolução, precipitação, entre outros) ou bioquímicos (fermentação) de uma matéria-prima animal ou vegetal. Esta substância deve ser solúvel no meio líquido onde vai ser mergulhado o material a tingir (ARAÚJO, 2006, p. 40).

Os corantes naturais estão na natureza e possuem uma gama diversificada e rica de acordo com a flora nativa do local de onde são retirados. O uso dessas substâncias pelos povos vem de longa data, eram utilizados com os mais diversos fins, adorno pessoal, decoração de objetos, utensílios, pinturas e sobretudo colorir tecidos para embelezar suas moradias e cobrir o corpo (ARAÚJO, 2006).

De toda exuberância que vem da natureza os corantes naturais podem ser retirados das mais diversas fontes. Do reino animal, vegetal e mineral.

Os corantes naturais de origem animal são retirados de insetos e moluscos. As tinturas feitas a partir de corantes de origem animal conferem aos tecidos boa solidez à luz, à lavagem e à transpiração. Já os corantes de origem vegetal, estão em grande número na natureza e são acessíveis, podem ser retirados de diversas partes das plantas. “Muitos têm sido os corantes naturais utilizados para tingir tecidos. No entanto, embora o mundo das plantas esteja cheio de cor, poucas substâncias coradas possuem as características de estabilidade à luz e à lavagem adequadas à sua aplicação aos têxteis” (ARAÚJO, 2006, p. 41). No Brasil, a fauna possui tanta diversidade, que suas fontes são inesgotáveis e material de estudo e pesquisa ainda a serem explorados, com exceção dos mais comumente utilizados.

Diferentemente dos corantes naturais obtidos a partir do reino animal e vegetal, os de origem mineral são obtidos por meio de terras e argilas. Portanto, podem variar bastante de acordo com o solo específico de cada região e sua composição química. Suas cores também podem ser fortemente variadas (PEZZOLO, 2017). Uma técnica de tingimento com barro característica da região do Mali na África se chama Bogolan. De acordo com a Revista Bogolan (2014), o Bogolan é uma técnica ancestral de tingimento com corantes naturais própria da região do Mali, na África do Oeste.

Pode-se dizer que o Bogolan é uma técnica de estamparia manual, pois são criadas padronagens em tecido de acordo com a estética Africana. Para tanto, utiliza-se o barro fermentado como tinta para pintar o tecido e fazer os desenhos. O preparo da tinta consiste na fermentação do barro por um período de duas a três semanas e, após esse tempo, é acrescentado ao mineral uma tinta por decocção de uma planta característica da região chamada N' Galama. Pode ocorrer ou não um tingimento prévio do tecido para dar uma base de cor e, em uma segunda etapa, são feitos os desenhos com a tinta de barro.

Ainda, após a pintura, o tecido permanece no sol, diferentemente do tingimento natural com corantes vegetais ou animais em que se evita a exposição direta do tecido ao sol. Depois de seco, o tecido é levado ao rio da região para ser lavado. Nessa lavagem acontece a fixação da cor no tecido, que geralmente é sempre preta. Após esses processos o tecido pode ficar exposto ao sol novamente e está pronto para uso (REVISTA BOGOLAN, 2014).

Após ter um panorama dos tipos de corantes encontrados na natureza, faz-se necessário compreender as etapas/procedimentos que os corantes e tecidos precisam passar para acontecer a aderência da cor no tecido. Para tanto, se abordará as técnicas do tingimento natural.

2.1.2 Processos e etapas no tingimento natural

No tingimento natural, são utilizados os corantes naturais, para se produzir tinturas a fim de colorir os tecidos. Com recorte para o tingimento natural aplicado de forma artesanal, para essa finalidade, é preciso passar por algumas etapas (FERREIRA, 1998).

Tingimento é a ação de aplicar corantes em tecidos com o intuito de alterar sua cor original. (ALCÂNTARA, 1996).

Após a escolha do tecido a ser tingido, a primeira delas é a purga ou limpeza profunda do tecido. Esse procedimento serve para retirar gomas e resíduos advindos do processo de fabricação têxtil, o que pode interferir negativamente na aderência do corante a fibra. Isso vale tanto para tecidos novos quanto tecidos que já estão em uso e que possuem resíduos de produtos utilizados nas lavagens ou produtos de higiene e perfumaria, como no caso dos desodorantes. Após a purga segue-se preparando o tecido para receber o corante com a aplicação de mordentes (MARQUET, 2022).

um mordente é uma substância que permite preparar a fibra para facilitar a aderência do corante a fibra. Os mordentes são indispensáveis para todas as tinturas, pois os corantes não se ligam naturalmente a todas as fibras, como é o caso da grande maioria dos corantes, salvo em algumas exceções em que não são necessários (MARQUET, 2022, p. 14, tradução nossa.).

Segundo a classificação de Ferreira (1998, p. 68) os mordentes podem ser de origem vegetal, mineral ou de sais orgânicos. Dependendo do tipo de corante utilizado e da cor que se deseja alcançar é que se estabelece qual tipo de mordente usar para chegar a determinado resultado. Como exemplo para ilustrar, para conseguir tons de verde usado uma tinta amarelada, na maioria dos casos se faz uso de um mordente de base mineral como o ferro. Ou, para corantes que possuem baixa solidez, se faz uso de uma combinação de mordentes usando tanino e alumínio. Cada tintureiro irá elaborar suas próprias receitas a partir de seus estudos e pesquisas. (MARQUET, 2022).

Além da sua finalidade de ponte entre a fibra do tecido e o corante, os mordentes também podem agir como modificadores da cor, como é o caso do sulfato de ferro (MARQUET, 2022). Dependendo da escolha do mordente, existe uma dosagem utilizada

com relação ao peso do tecido. Após aplicação do mordente, o tecido está pronto para ser tingido. Na preparação da tintura, há que se selecionar o material tintório a ser utilizado e saber se sua extração deve ser feita por decocção ou fermentação. A decocção consiste na fervura da planta com água em fogo baixo até que se produza um líquido concentrado semelhante a uma calda de bolo. A temperatura não deve ultrapassar 90 graus para não perder a eficácia do corante (MARQUET, 2022).

Com a tintura pronta e coada, o tecido previamente preparado pode ser mergulhado na tintura. Nessa etapa o movimento constante, e a relação entre quantidade de tinta, tamanho do recipiente e quantidade de tecido garantem uma boa homogeneização da cor, caso contrário podem ocorrer manchas. Terminado o banho de tingimento, aconselha-se evitar choques de temperatura, deixando o tecido resfriar naturalmente para seguir com o enxague. Dessa maneira, o tecido está pronto para uso (MARQUET, 2022).

Portanto, a importância de conhecer as etapas do tingimento natural é necessário para compreender o seu valor, bem como, saber quais combinações podem ser realizadas para se alcançar a cor desejada e possíveis variações/alterações da mesma.

3. Procedimentos metodológicos

A partir do conhecimento das fibras têxteis naturais, os tipos de corantes, mordentes, utensílios necessários para a aplicação da técnica e as etapas necessárias para ser aplicado o tingimento natural iniciou-se o experimento. Primeiro, foi feita uma limpeza profunda ou, purga em todos os tecidos a serem trabalhados, seguidos de aplicação de mordente. Feito isso, iniciou-se o preparo das tintas. Foram selecionadas e coletadas 14 plantas e resíduos alimentares de fácil acesso e disponíveis na natureza, para se extrair cor. No momento da fabricação da tintura, utilizou-se de painéis de constituições variadas como painéis de ferro, cobre, barro, alumínio e inox com o intuito de alcançar tonalidades variadas pela ação na tintura do elemento de que a panela foi constituída. Feitas as tinturas, a próxima etapa foi a do tingimento das amostras preparadas previamente com a purga e aplicação de mordente.

4. Resultados

Diante de tantos benefícios trazidos pelo uso dos corantes naturais aplicados em tecidos, apresenta-se aqui uma cartela composta por 80 cores naturais utilizando 14 plantas e resíduos alimentares como fonte de matéria-prima para se produzir tinturas, com o intuito de demonstrar as possibilidades de cores que a natureza pode oferecer, bem como a versatilidade dos corantes em estudo.

Para se alcançar mais de uma cor utilizando a mesma matéria orgânica como base de tintura, foram feitas combinações entre o tipo de tecido, constituição da panela no momento do preparo da tintura e tipo de mordente. A variação de substrato têxtil pode apresentar cores diversas dentro de um mesmo tingimento pois, cada tecido absorve a

tintura de uma forma diferente. Portanto, se uma mesma cor é aplicada em um tecido de algodão cru e outro de tricoline, apesar dos dois serem de origem vegetal, cada um absorve a cor de forma distinta. O próximo elemento de variação de cor foi o tipo de panela utilizada para preparo de tintura. Dessa forma, se a tintura é feita em panela de ferro, barro, cobre ou alumínio e inox, os resultados de cor são diferentes apesar de se tratar de um mesmo corante pois, a composição do material de que foi feita as painéis altera o resultado da cor, com exceção das painéis de alumínio e inox. Ainda, outro elemento de possíveis combinações e alterações de cor dentro da mesma planta é o uso do mordente. Geralmente, o elemento Ferro age como um modificador de cor, além da função de mordente, tendo função dupla. Também, o tanino, que é um mordente de origem vegetal, em combinação com o alumínio, tende a produzir cores mais saturadas.

Quanto a quantidade de matéria-prima para se produzir a tintura com relação ao volume de água, foi utilizado 50g do corante natural para cada 1 litro de água. Os efluentes gerados após o banho de tingimento foram mínimos, considerando que a tinta evapora durante o tingimento. As sobras de tinta e matéria-prima foram descartadas no jardim e composteira. A ordem dos processos no tingimento das amostras foram: Purga do tecido, preparo com o mordente selecionado, preparo da tintura e banho de tingimento. As amostras de cor resultantes de cada planta utilizada, foram produzidas em 5 dias pois, após algumas etapas, como na fase de aplicação de mordente de tanino em combinação com alumínio, o tecido precisa secar para seguir com o tingimento.

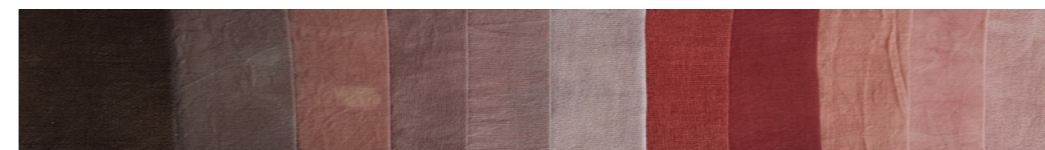
A seguir, segue as cores criadas utilizando plantas e resíduos alimentares com as variações obtidas alterando os elementos recipientes de extração, tecido e mordente.

Figura 1 cores obtidas a partir da semente do urucum



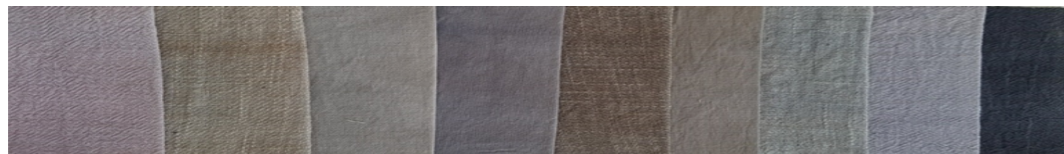
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 2 Cores obtidas a partir de folhas secas de crajiú ou pariri, planta da região amazônica



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 3 Cores obtidas com água do molho do feijão preto



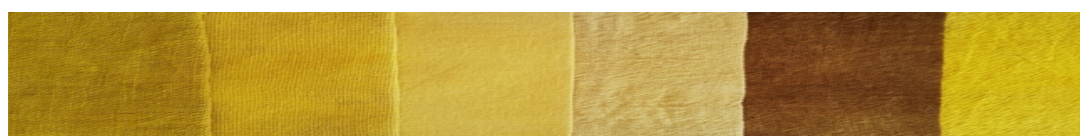
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 4 Cores obtidas com casca de cebola amarela e roxa



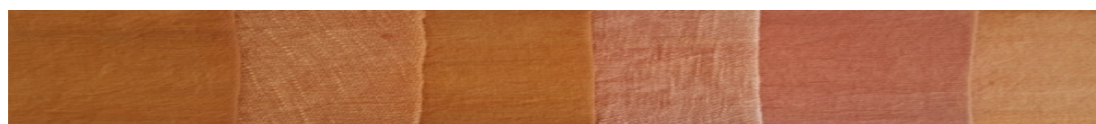
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 5 Cores obtidas com açafraão da terra



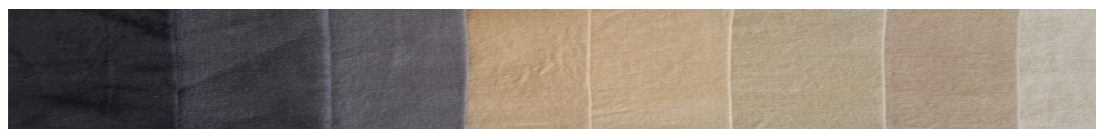
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 6 Cores obtidas com casca de mangue vermelho



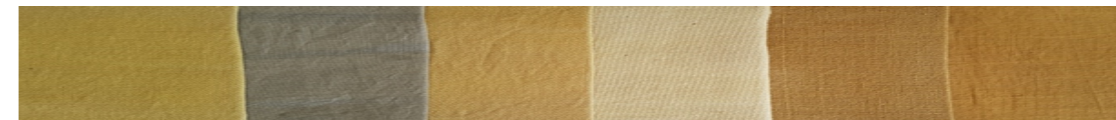
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 7 Cores obtidas com casca de jabuticaba



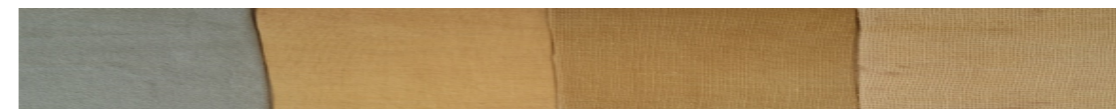
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 8 Cores obtidas com macela



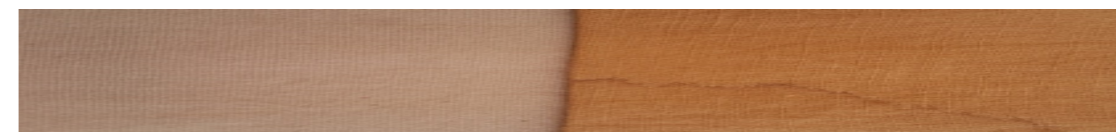
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 9 Cores obtidas com erva mate



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 10 Cores obtidas com acácia negra



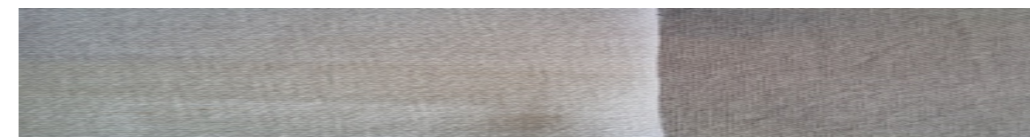
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 11 Cores obtidas com catuaba



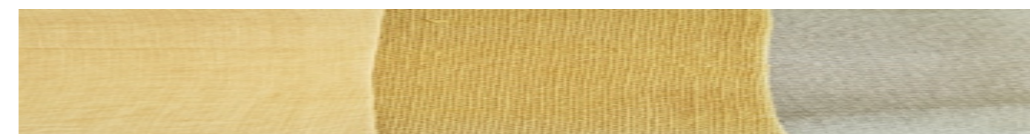
Fonte: elaborado pelos autores

Figura 12 Cores obtidas com serragem de roxinho



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 13 Cores obtidas com casca seca de romã



Fonte: elaborado pelos autores

Figura 14 Cores obtidas com folhas secas de eucalipto



Fonte: elaborado pelos autores

5. Análises dos Resultados

Como pôde ser demonstrado pelas figuras, as combinações entre tipo de tecido, recipiente de extração da tintura e mordentes podem originar uma gama variada de cores utilizando como fonte de recurso para preparo de tintura materiais orgânicos que se encontram disponíveis na natureza. Algumas dessas fontes, estão presentes nas cozinhas e são resíduos gerados pelo preparo de alimentos e bebidas como é o caso das cascas de cebola amarela e roxa, que podem mudar a cor com a adição de ferro, indo de amarelo para verde. A erva mate, sobra do preparo de chimarrão, originando tons de verde e água do molho do feijão preto também bastante versátil. A própria tintura do feijão é a água que se retira ao colocar o grão de molho antes de fazer o cozimento do alimento. Nesse caso, não é preciso cozinhar a planta por decocção para fazer a tintura. Já as outras plantas, são facilmente encontradas em lojas de produtos naturais, feiras, supermercados e até mesmo nas ruas, em jardins, como é o caso da casca da jabuticaba e folhas de eucalipto.

Por meio das combinações realizadas, o estudo demonstrou ser possível obter cores variadas a partir de uma mesma planta. Aqui, ateu-se ao estudo com 14 plantas mas, se a pesquisa fosse ampliada para outras plantas o número de cores poderia ser ainda maior. A cartela de cores contendo 80 cores oriundas de corantes naturais poderia ser aplicada por marcas de vestuário para aplicação em seus produtos com o intuito de demonstrar ao cliente que o tingimento natural pode oferecer uma gama variada de cores, indo desde tons pastéis a tons saturados e com cores vivas. O mostruário de cores resultado da pesquisa poderia servir de base para se pensar coleções e produtos pro sustentabilidade, devido as características intrínsecas do uso dos corantes naturais e da técnica de tingimento natural.

6. Considerações Finais

Diante da apresentação da cartela de 80 cores naturais para aplicação em fibras naturais, obtidas por meio de 14 plantas e resíduos alimentares, pode-se constatar que o tingimento de tecidos com uso de corantes naturais pode oferecer uma gama variada de cores, alcançando o objetivo a que a presente pesquisa se dispôs. Essa variedade de tonalidades poderia ser ofertada como produtos pró sustentabilidade pelas marcas Biotrama e Villa Dharma para que o cliente se sinta motivado a consumir produtos coloridos naturalmente pois, diante do exposto nesse artigo, a baixa variedade de cores naturais é um problema

encontrado pelos responsáveis pelas marcas citadas, o que acarreta em sua grande maioria, na escolha do cliente por produtos tingidos quimicamente.

Trabalhos como esse são importantes tanto para a academia, quanto para a sociedade por demonstrarem que é possível conseguir diminuir os danos ambientais. Repensar práticas voltadas para as indústrias têxteis e de confecção com foco no beneficiamento e coloração dos tecidos são iniciativas pró-sustentabilidade. Isto porque, o uso dos corantes naturais possibilita a diminuição da carga química, pois são biodegradáveis, tendo baixo custo e sendo de fácil acesso. Além disso, geram efluentes com baixo grau de toxicidade, (dependendo do tipo e quantidade do mordente utilizado) tanto para a natureza quanto para os seres humanos que tem contato direto com as substâncias. Como também, pesquisas nesse âmbito permitem divulgar/propagar conhecimentos relacionados a práticas de coloração que não agridem o meio ambiente, incentivando o leitor a repensar seus hábitos de consumo e se lançar na descoberta das suas próprias cores naturais. É importante para as marcas, tanto a nível artesanal quanto a nível industrial, conhecer métodos que possam garantir criar linhas de produtos pró sustentabilidade, alinhados aos seus valores.

Referências

ARAÚJO, Maria Eduarda Machado. Corantes naturais para têxteis-da Antiguidade aos tempos modernos. **Conservar Patrimônio**, núm. 3-4, Dezembro, 2006, pp. 39-51. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/5136/513653427004.pdf>. Acesso em 08 dez. 2022.

Alcântara, Maria Regina. **A Química do processamento têxtil**. Química nova, v. 19, n.3, pag. 320-30, 1996. Disponível em: http://static.sites.s bq.org.br/quimicanova.s bq.org.br/pdf/Vol19No3_320_v19_n3_17.pdf. Acesso em 07 dez. 2022.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, E. M.; ARAÚJO, T. A. J. **Biopolímeros, Polímeros Biodegradáveis e Polímeros Verdes**. Departamento de Engenharia de Materiais – Universidade Federal de Campina Grande. REMAP – Revista Eletrônica de Materiais e Processos, v.6.2. 127-139, 2011. ISSN 1809 – 8797. Disponível em: www.dema.ufcg.edu.br/revista. Acesso em: 20 out 2022.

Revista Bogolan, Brasil, número 1, 2014.

FERREIRA, Éber Lópes. **Corantes Naturais da Flora Brasileira: Guia Prático de Tingimento com Plantas**. Curitiba, Optagraf Editora e gráfica Ltda, 1998.



MARQUET, Marie. **Guide des teintures naturelles**. Paris, Belin Editora, 2022.

PEZZOLO, Dinah Bueno. **Tecidos: história, tramas, tipos e usos**. 4ed. Ver. E atual. São Paulo: Senac São Paulo, 2017.

O Papel do Arquiteto na Produção Espacial no Brasil e na Alemanha

The Architect's Role to Space Production in Brazil and Germany

Camila Vieira Préve

camilapreve@dr.com

Resumo

Falar sobre uma produção de edifícios residenciais dominada por investidores em contraponto às necessidades de uma maioria não é novidade. Porém, este discurso raramente menciona o arquiteto como figura importante neste processo. Nestes ciclos de produção do espaço, onde investimentos passam por planejamentos para alcançar o mercado, tão pouco são relevados os usuários e iniciativas comunitárias. Buscando qualidade e reconhecimento, estes representam o elo que justifica e continuamente alimenta este ciclo com argumentos para sua melhoria. Arquitetura é amplamente discutida dentro do seu próprio círculo profissional em termos de tecnicidades e eficiência de produção como resposta ao sistema em vigor, tendendo assim a desconsiderar suas ferramentas para melhores condições habitacionais de seus usuários. Ademais, o reconhecimento, definição e papel social da profissão do arquiteto hoje - aqui estimada como defasada -, a ser feita pelos próprios arquitetos, são os estopins para que quaisquer mudanças no setor aconteçam.

Palavras-chave: Produção de espaços residenciais; ciclo de produção do espaço; papel do arquiteto; influência social do arquiteto; autonomia profissional

Abstract

It is not new to talk about investor-led building production as a contrast to common needs, though the architect is rarely mentioned as an important figure in these phenomena. Neither are the users and the community initiatives, who seek process changes, becoming therefore the link that justifies and further feeds the space-production-cycle with arguments. Architecture is widely discussed in terms of technicalities and production efficiency among its own technician circle, with little regard to its means to promote better living conditions where users, not only investors, are important drivers. The essential definition and visualization by the architects of their own profession and their role in society - hypothetically defeated - is the trigger to allow any changes in the sector to happen.

Keywords: Residential space production; space-production-cycle; architect's role; architect's social influence; professional autonomy



1. Introdução

O ciclo de produção do espaço é aqui compreendido por três atores: o investidor, o planejador e o usuário. Enquanto o investidor normalmente mantém a autoridade sobre as diretrizes projetuais, o arquiteto tem a capacidade técnica para definir os espaços, e o usuário adapta-se e aprende a viver neles. Ao longo dos anos, o constante crescimento em poder da figura do investidor tornou-se um elemento notável que desequilibra o ciclo, privando tanto o arquiteto quanto o usuário de que suas posições sejam plenamente ativas.

O papel teoricamente defasado do arquiteto está ligado à uma fraca posição profissional que dificulta seu pleno desempenho. Esta torna-se visível nos resultados espaciais, nas poucas discussões sobre a arquitetura fora do seu círculo técnico, na falta de lobby e de auto-organização para mais presença do setor na política, além da definição pouco clara do seu papel por parte dos próprios arquitetos. Independente se um papel sócio-político, humano-científico, técnico ou artístico, esta falta de definição é detectável: na vasta gama de serviços oferecidos pelos escritórios de arquitetura; na elevada taxa de arquitetos em outros campos profissionais; nas discrepâncias salariais em comparação com outros especialistas de projetos; e no contraste destes pontos mencionados anteriormente com a imagem persuadida do arquiteto na mídia, normalmente promovida como criativa e não somente submissa à prestação de serviços.

No espectro entre uma, amplamente difundida, problemática de espaços residenciais e uma outra, bastante entorpecida, função exercida pelo arquiteto, a relação direta de fraquezas e erros de funcionamento destes dois extremos se torna visível, ressaltando estes como foco para uma mudança a longo prazo.

A indústria da construção é gerida hoje por investidores - entre 2007 e 2020, 42 bilhões de euros foram investidos em Berlim por empresas privadas*, enquanto o governo de Berlim dispõe hoje em dia de 740 milhões por ano** - o que somariam menos de 10 milhões em 13 anos. Além de serem os facilitadores de projeto, seus interesses são colocados em primeiro plano, acima das necessidades dos usuários e da experiência do arquiteto. Os espaços originados nesta configuração tendem a ter falta de qualidade, uma vez que pouco além dos requisitos das normas locais são atendidos.

Da perspectiva dos usuários, estes espaços são dados como tal, impedindo uma percepção consciente ou um sentido de conexão com o espaço. A aceitação imposta da arquitetura vem acompanhada de um processo de desaprendizagem em perceber criticamente o espaço. Este padrão de criação espacial tem ajudado ciclicamente os investidores a gerir a produção de espaços habitacionais. Esta que, através do mesmo efeito cíclico, priva os arquitetos de argumentos que viriam de experiências críticas dos usuários para melhorar sua contribuição e imposição profissional perante os investidores.

**Jornal Tagesspiegel*
<https://interaktiv.tagesspiegel.de/lab/diese-firmen-investierten-am-meisten-geld-in-berliner-wohnungen/>.
Visitado em 20.11.2022

** <https://www.berlin.de/sen/bauen/neubau/neubauforderung/> visitado em 20.04.2023

Para uma análise cuidadosa do papel do arquiteto neste cenário, torna-se necessário tematizar o seu papel como causador da pouca qualidade de espaços e analisar seu desempenho, com base na maioria de espaços produzidos e no resultado de seus usos - reformas, qualidade de materiais, espaços mínimos em tamanho sustentados por norma -, e também com base na equidade de habitações como prova de pouco sucesso em defender suas próprias visões.

O objetivo de recolher e analisar dados de diferentes perspectivas do processo de criação do espaço em ambas as cidades selecionadas, é o de enriquecer a compreensão e buscar o cerne das possíveis formas de trazer o arquiteto profissional de volta ao seu papel original na sociedade de criador de espaços.

Em ambas as cidades de Berlim-Alemanha e Florianópolis-Brasil, o papel defasado do arquiteto foi detectado, incorporado em diferentes sistemas de produção de habitação e processos de desenvolvimento, embora com resultados semelhantes no que diz respeito à qualidade do espaço. Uma falta comum de autonomia na profissão, resultando, entre outros, em desenvolvimentos arquitetônicos não expressivos, em fracos reconhecimento e visibilidade do arquiteto como profissional, e em baixos salários com más condições de trabalho, encontraram diferentes cenários em ambas as cidades selecionadas: a dependência do trabalho do arquiteto ligada às empresas de construção e às responsabilidades técnicas e legais de aprovação do projeto, é um dos pontos de partida da análise, uma análise centrada nos procedimentos mais comuns existentes de produção de habitação, que visa uma imagem clara da atual posição profissional dos arquitetos.

Em Berlim, a iniciativa de um projeto vem do investidor que aborda o arquiteto como o facilitador técnico que aplica normas para planejar espacialmente o investimento de forma eficaz. Como projetista ou contratante geral, o arquiteto desempenha o papel de realizador para assegurar o desenvolvimento do investimento num produto aprovado, coordenado e finalizado.

Em Florianópolis, a maioria das empresas que investem em construção já possuem departamentos de projetos incorporados na sua estrutura empresarial, evitando assim a interface e possíveis divergências com escritórios de arquitetura, além de estabelecer de maneira clara a hierarquia de decisão. A relação entre planejadores e usuários, ambas partes essenciais do ciclo de produção do espaço, é quebrada assim que o processo é centralizado numa terceira parte que encomenda e comercializa o produto. A posição de projetista confinada leva a um planejamento de qualidade mínima, onde limites de custo, cronograma e alcance dos investidores gerem o processo. Por outro lado, este confinamento poderia encontrar força nos interesses tematizados comuns e insatisfação entre arquitetos se partilhados e expostos, como em tantos outros setores que, através da auto-organização, encontram seu respeito no espaço profissional.

O arquiteto se move entre normas e regulamentos - na escala do plano diretor até o do objeto -, e a aplicação de sua experiência profissional, dentro das restrições dos desejos do cliente. O sistema de normas e regulamentos está cultural e politicamente ancorado, determinando requisitos técnicos específicos e definições de qualidade, influenciando a imagem geral da arquitetura de uma cidade e construindo relações diferentes com o trabalho diário do arquiteto. Em geral, este sistema depende de uma série de instituições públicas e privadas designadas a, principalmente, criar, adaptar e garantir a aplicação destas regras. As instituições públicas assumem a responsabilidade de regular a viabilidade dos projetos e



consideram o plano urbano da cidade, espelhando a qualidade mínima estabelecida no vão desde o planejamento até o objeto final construído. Enquanto que as instituições privadas, como as câmaras de arquitetos, têm o direito de representar politicamente o campo da arquitetura e de reunir seus desejos comuns.

Institucionalmente, o processo de planejamento em Berlim começa com a abordagem do Escritório de Construção (*Bauamt*) sobre a área do terreno, com o objetivo de uma pré-aprovação do projeto ou uma aprovação final. O consentimento com os valores do plano diretor é discutido e avaliado com relação aos componentes do edifício, forma, materiais de acabamento e de acordo com o ambiente próximo. Cada Escritório de Construção responsável é encarregado de reconhecer a inserção histórica e urbana de um novo edifício na escala do bairro. A especificidade dada pela estrutura organizacional dos Escritórios de Construção estabelece requisitos específicos, porém perde o panorama urbano geral e as possibilidades de desenvolvimento em maior escala, uma vez que as decisões e manipulações são feitas nas primeiras esferas mencionadas.

As fases de projeto nas quais o processo de arquitetura geral se desenvolve, e a partir das quais as tarefas para um resultado final aprovado são estabelecidas, foi definida pela HOAI ("*Fee Ordinance for Architects and Engineers*") em 1976 - com uma versão atual de 2021. Todos os estados alemães consentem em uma estrutura para os serviços dos arquitetos e suas taxas cobráveis. A referência à HOAI continua sendo uma ferramenta atual para contratos de projetos, assim como para organizações e estruturação de processos de projetos.

O reconhecimento oficial de um arquiteto para assinar e ser responsável por um projeto nos departamentos públicos é dado pela Câmara dos Arquitetos, que tem o poder de "*representar os interesses da profissão como um todo, inclusive perante os políticos e a administração, por exemplo, em assuntos relacionados a contratos e honorários*"*. Além de uma experiência profissional de dois anos, a câmara requer a participação em todas as fases definidas pela HOAI - o que no campo de trabalho estratificado de hoje, exige um grande esforço e o trabalho em diferentes empresas especializadas - a fim de criar profissionais experientes. Como membro da câmara, com a formação exigida, um arquiteto estaria politicamente representado em sua profissão. A hipotética falta de poder como setor, a câmara mostra hoje diferentes focos que refletem a definição pouco clara da função que o arquiteto desempenha na organização da sociedade, mostrando fomentos em diversas direções - desde a organização do escritório e fundamentos comerciais até aspectos legais, arquitetura paisagística, excursões e design - por oferecer uma variedade de especializações que espelham a ampla gama de serviços fora de seu escopo original e aprendido que são abraçados pelos arquitetos.

Enquanto a Câmara incita outras especializações, a HOAI define o escopo de trabalho do arquiteto, apreendido entre o self-lobby e a aquisição de clientes, avaliação nos processos de aprovação do projeto, coordenação, até a inspeção final do objeto construído, empurrando o alcance profissional para fora de sua formação original. (Anexo 1).

A discrepância de escopo de trabalho encontrada nestas duas instituições pelas suas publicações originais - a HOAI em 1976 e a Câmara de Arquitetura de Berlim de 1985 - ajuda a visualizar o campo de trabalho do arquiteto e o desenvolvimento da estrutura de honorários nos últimos anos.

*www.ak-berlin.de/eintragung. Visitado em 05.09.2022

A fim de submeter um conjunto de plantas para aprovação, um arquiteto em Florianópolis chega ao Departamento de Desenvolvimento Urbano que fornece um "relatório de viabilidade de construção" com os valores permitidos do plano diretor em volume e espaçamento para construção no terreno do projeto desejado. Para algumas áreas específicas - por exemplo, a orla marítima próxima ao centro da cidade - estes valores tornam-se negociáveis, no "programa de solo criado". Em um mercado financeiro, através de uma taxa mensal regulamentada chamada CUB-SC, o investidor pode propor mais área construtível, com base no coeficiente de uso único (quantidade de metros quadrados em relação à área total do lote), na ligação com o sistema de zoneamento, na transferência do direito de construir - através do programa de solo propriamente criado - e na proporcionalidade entre solo público e solo privado, definida pelo plano diretor.

Tanto arquitetos quanto engenheiros podem solicitar um documento de responsabilidade técnica denominado RRT (Registro de Responsabilidade Técnica), necessário para iniciar o processo de aprovação do projeto com um técnico designado, com a posterior apresentação da devida documentação do projeto. Oficialmente o Registro de Responsabilidade Técnica é o "*documento que comprova que os projetos, obras ou serviços técnicos de Arquitetura e Urbanismo têm um responsável devidamente qualificado e em boa situação junto ao Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) para realizar tais atividades*"*. Através disso, o RRT estabelece a responsabilidade técnica como a característica que separa os arquitetos dos leigos, característica que levanta, a lacuna de comunicação e conexão entre estas duas partes. A documentação incluiu as plantas técnicas do edifício proposto - planta do local, plantas baixas, seções e elevações com as informações sobre o volume e sobre os materiais da estrutura, independentemente dos materiais e qualidades da fachada, da circulação e dos requisitos de proteção contra incêndio.

Durante os anos de Corona, o governo tomou a iniciativa de permitir que as plantas fossem apresentadas digitalmente, a fim de melhorar o tempo de aprovação. Outras medidas foram tomadas em consideração, permitindo que as plantas fossem submetidas à aprovação apenas com desenhos em bloco - renunciando a qualquer exigência anterior sobre o layout interno e disposição da sala - levando a uma imediata perda da vigilância da qualidade da sala de acordo com as normas, deixando este importante tópico para um campo profissional ou instituição aberta.

O papel do CAU-SC (Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Santa Catarina, também com uma apresentação federal como CAU-BR) no processo é regulamentar oficialmente as construções em conjunto com as autoridades públicas do município e é responsável pela aprovação dos projetos e inspeções no local em relação ao plano diretor e às normas de construção da cidade. Suas ações visam principalmente fomentar a participação das autoridades públicas nos interesses sociais - e assim aumentar a consciência pública, por exemplo, sobre a problemática habitacional como assunto e responsabilidade das autoridades públicas.

*www.caubr.gov.br. Visitado em 30.08.2022



Uma segunda e complementar instituição de influência é o Instituto dos Arquitetos do Brasil (curto IAB), fundado em 1921. Ele tem entre seus objetivos "congregar arquitetos e urbanistas no Brasil para a defesa da categoria e da profissão, promovendo o desenvolvimento da arquitetura e do urbanismo em todos os seus campos de ação". Assim como o exercício da profissão à ética, à formação acadêmica e ao intercâmbio com os campos da Arte, da Ciência e da Tecnologia. Um verdadeiro papel social do instituto é colocado em questão.

Uma terceira característica importante da vida útil de um projeto é a APO - Avaliação Pós-Ocupação. É um processo sistemático e rigoroso de avaliação de edifícios, após um certo tempo de construção e ocupação. Através da NBR 15.575:2013 (ABNT, 2013) que determina o desempenho exigido ao conjunto arquitetônico através de requisitos e critérios sob os aspectos de habitabilidade, saúde, sustentabilidade e segurança - a ser observado de forma obrigatória desde 2013 para edifícios residenciais. Durante a utilização de um edifício, a Avaliação Pós-Ocupação torna-se um recurso útil, pois pressupõe a verificação do cumprimento dos requisitos e critérios de desempenho; observação e normas técnicas relevantes; identificação de aspectos críticos; e a proposição de ações para sua solução, visando sempre a satisfação dos usuários.

Uma análise futura focada em projetos comissionados por investidores, tanto em Berlim como em Florianópolis, releva suas características espaciais:

ergonomia do espaço;

materiais de construção;

conceito de construção versus sua realização;

adaptabilidade e apropriação por parte do usuário;

relação com as normas locais;

relação urbana;

programa de salas de construção, distribuição e circulação;

identidade arquitetônica; e

características de conforto, por exemplo, luz natural e ventilação,

na busca de um padrão e, portanto, de uma reflexão mais clara sobre a posição do arquiteto no campo do planejamento e da construção. A este respeito, as figuras-chave do ciclo de produção do espaço estruturam a análise através de: a) a percepção dos usuários do espaço através do uso, intervenções próprias, assim como iniciativas comunitárias que espelham e ativam as necessidades comuns; b) os planejadores através do desenvolvimento de projetos, ofertas de serviços, salários médios em comparação com outros profissionais da construção, auto-organização, influência social, ação política como setor, influência pelas normas locais, direitos e deveres perante a lei, e através da autodefinição do papel profissional; e c) o mercado, representado pelos investidores e empresas de construção, como ponto de ligação entre planejadores e usuários através de sua publicidade, projetos propostos, assim como suas interfaces políticas e sociais. A investigação dos elementos do ciclo e de suas relações visa verificar sua real existência e grau de desempenho nas sociedades pesquisadas.

2. Aplicações e/ou Resultados

A pesquisa aqui apresentada visa uma leitura mais profunda. A metodologia proposta tem como objetivo uma avaliação da situação atual do arquiteto no meio produtivo-constructivo, e além disso, o objetivo que tematizar, buscando discussão do tema do hipotético defasado papel do arquiteto, a partir desta primeira colocação e desenvolvimento de estrutura de pesquisa.

3. Análises dos Resultados ou Discussões

Como contraponto dos temas analisados na pesquisa, buscou-se um parâmetro positivo que trouxera possibilidades de referência sobre uma melhor atuação profissional / arquitetônica no tema da produção habitacional. Uma das bases para visualizar o papel do arquiteto imbuído em um sistema sustentado socialmente e fomentado politicamente é o caso do modelo de habitação de baixo custo da cidade de Viena. Através de programas políticos que incluem planejamento de custos, subsídios e investimentos público-privados para manter preços de terrenos; além de organizações que asseguram a qualidade de planejamento - através de competições abertas, requerimentos relacionados à eficiência energética e convivência de diferentes gerações - o governo de Viena alcançou resultados sociais e de qualidade habitacionais, para além da arquitetura, que passaram a ser estudados e implementados em outras localidades. A interface político-profissional e a contribuição no tema da habitação encontrou em Viena uma saída positiva onde instituições, poder público, usuários e planejadores são encorajados a trabalhar em conjunto.

O conceito central de "Building Community" ("construindo comunidade" e "edifício comunitário") é trazido como a pedra de nascimento do projeto de desenvolvimento de um novo bairro em Viena: este núcleo consiste em um projeto habitacional multifamiliar desenvolvido, em conjunto com o arquiteto, por um grupo de pessoas reunidas por ideologias de vida similares - como a solidariedade e a convivência de múltiplas gerações. Este grupo não apenas gera uma comunidade viva - pelos espaços comumente utilizados, por exemplo, uma cozinha comunitária, playgrounds dentro do edifício e espaços de convivência compartilhados por idosos e jovens gerações, ou espaços de trabalho compartilhados - mas, além disso, desempenha o papel de ímã social para os edifícios vizinhos e outras comunidades, trazendo vida e sendo o fomentador social para o novo bairro urbano. Em 2021 as habitações populares subsidiadas atingiram cerca de 7.000 unidades por ano; em 2021 62% da população vive nestas tipologias habitacionais*. O plano de desenvolvimento urbano de Viena evita zonas para casas unifamiliares - que através de casas unifamiliares e lotes, gera segregação e limita a quantidade de moradias - e tomou, ao invés disso, nos anos 90, a frente para maximizar seus investimentos, concentrando-se em um modelo que oferece subsídios a empresas privadas sem fins lucrativos para construir o que eles chamaram de "moradias sociais em alta densidade", combinado com alta qualidade através de um plano diretor continuamente revisado e concursos abertos.



**BLOOMBERG, What the Future of Affordable Housing Already Looks Like*

Todo o modelo de habitação subsidiada em Viena funciona com base em um triplo subsídio. O valor das moradias populares sobem ou caem com os preços dos terrenos. A cidade de Viena tem uma política de terrenos muito ativa, comprando terrenos ou mobilizando reservas históricas de terrenos, e depois vendendo-os ou arrendando-os a corporações sem fins lucrativos a um preço muito baixo e acessível. As empresas obtêm empréstimos subsidiados para a construção. E se os apartamentos ainda são muito caros, há subsídios para os inquilinos. Com isso, a habitação social tornou-se um subsídio de classe média - não apenas àqueles com um histórico social fraco, mas mantendo as pessoas por mais tempo em suas comunidades, fortalecendo-as e as protegendo.

Desde os anos 90, cada empresa que quer construir moradias sociais precisa apresentar seu projeto em uma competição - fazendo uso desta como mecanismo que garante sustentabilidade e qualidade. Os projetos são julgados pela qualidade arquitetônica do empreendimento, desempenho ambiental, função econômica do edifício, acessibilidade de custos para construção, bem como sua diversidade social e de suas unidades - por exemplo, por diferentes faixas etárias, por tipos familiares e por diferentes usos comuns, tais como sauna, bibliotecas, espaços comunitários, piscinas, jardins de infância, clínicas. As competições também fomentam a inovação, incitando sistemas com baixo uso energético que reduzem assim os custos de construção a longo prazo. Em um plano diretor que mistura alta densidade com espaços verdes, transporte público, a alta densidade é necessária para atingir um maior número de pessoas. O conceito de densidade é então composto com alta qualidade - como alta qualidade arquitetônica, alto nível de acesso ao transporte público e vastos espaços verdes.

Para as novas áreas urbanas, a cidade de Viena leva um programa chamado "renovação urbana suave" onde a habitação social é constantemente atualizada por renovações para garantir que esta mantenha uma qualidade similar à do mercado de habitação, também como contra-medida à crescente gentrificação. Além disso, são desenvolvidas comodidades para garantir que as escolas não fiquem superlotadas, ou que andares sejam acrescentados à cobertura de um edifício, o que poderia elevar tanto a taxa de mercado quanto a da habitação social. O programa permite que mais pessoas vivam no bairro, subsidiando o custo de uma reforma energética - através por exemplo, rua reabilitação da fachada de um edifício, ou adicionando ventilação para garantir que ele permaneça saudável.

A ativa abordagem da cidade de Viena em acrescentar densidade como resposta social, está embutida em um desenvolvimento com metas equilibradas para os diferentes atores - investidores, planejadores, usuários - abrindo os procedimentos de planejamento e construção a um processo mais colaborativo onde os papéis se sobrepõem parcialmente e enriquecem uns aos outros.

4. Conclusão ou Considerações Finais

Estes sistemas institucionais espelham o campo profissional dos arquitetos das cidades. Como os programas de estudo de arquitetura, estes são possíveis pontos de mudança para o hipotético papel defasado do arquiteto. Por exemplo, ligando a criação de um edifício com seu

uso, reconectando produtor e consumidor na busca de um uso mais crítico e percepção do espaço.

Referências

ALEXANDER, Christopher: *The Nature of Order - An Essay on the Art of Building and the Nature of the Universe - Book One: The Phenomenon of Life*. Published by The Center for Environmental Structure. California, 2014.

ANGÉLI, Marc, HEHL, Rainer. **Minha Casa - Nossa Cidade: Innovating Mass Housing for Social Change in Brazil**. Ed. Ruby Press. Berlin, 2014

BARTALOTTI, Flávio Camargo. **Metropolis - 5th Sao Paulo International Biennial of Architecture and Design**. Ed. Imprensa Oficial. Sao Paulo, 2010.

BERLIN ARCHITECTURE CHAMBER. **Seminar Program Winter 18/19**. https://www.ak-berlin.de/fileadmin/user_upload/Aus_und_Fortbildung/Seminarprogramm_Winter_2018_19.pdf. Visited in 3rd September 2022.s

BLOOMBERG, **What the Future of Affordable Housing Already Looks Like**. <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-05-11/what-the-future-of-affordable-housing-already-looks-like>. Visitado em 20.10.2020.

BRANDLHUBER, Arno, HERTWECK, Florian, MAYFRIED, Thomas. **The Dialogic City - Berlin wird Berlin**. Ed. Walther König. Berlin, 2015.

Bundes Architekten Kammer. **DAB Deutsches Architektenblatt**. Ed. Solutions by Handelsblatt Media Group GmbH. Düsseldorf, 2018-2022.

CAPITANUCCI, Maria Vittoria. **Cultured Professionalism in the Postwar Period (II Professionismo colto nel dopoguerra)**. Ed. Fondazione OAMi, Milan, 2013.

CA'ASI. **Young Architects in Latin America**. Ed. Architecture-Studio. Paris, 2018.

CHING, Francis D. K. **Architecture: Form, Space and Order**. Ed. Martins Fontes. Sao Paulo, 2008.

FOLZ, Rosana Rita. **Furniture in Popular Housing - Discussions of alternatives for improving habitability**. Ed. RiMa. Sao Carlos, 2003.

GEHL, Jan. **Cities for People**. Ed. Jovis. Berlin, 2021.

HERTZBERGER, Herman. **Lessons for Students in Architecture**. Ed. Martins Fontes. Sao Paulo, 1999.

HOAI. **Service Phases**. <https://www.hoi.de/hoai/leistungsphasen>. Visited in 3rd September 2022.

KOOLHAAS, Rem, MAU, Bruce. S,M,L,XL. 010 Publishers. Rotterdam, 1995.

KRAFT, Sabine, KUHNERT, Nikolaus, UHLIG, Günther. *Julius Posener, Vorlesungen zur Geschichte der Neuen Architektur - ARCH+ Zeitschrift für Architektur und Städtebau*. Ed. ARCH+ GmbH. Aachen, 2013.



KRAFT, Sabine, KUHNERT, Nikolaus, UHLIG, Günther. *Wohnerfahrungen - ARCH+ Zeitschrift für Architektur und Städtebau*. Ed. ARCH+ GmbH. Aachen, 2014.

LAMPUGNANI, Vittorio Magnago. *Scale of Architecture and City - A Discussion between Architects, Urban Planners, Architectural Historians and Sociologists (Maßstäblichkeit von Architektur und Stadt - Eine Diskussion zwischen Architekten, Stadtplanern, Bauhistorikern und Soziologen)*. Ed. Jonas Verlag. Marburg, 1980.

ORNSTEIN, Sheila Walbe. *Post-Occupancy Evaluation in Brazil*. OECD/PEB 2005

RYKWERT, Joseph. *The seduction of Place - the History and Future of Cities*. Ed. Martins Fontes. Sao Paulo, 2004

SCIALOM, Ori, BRAND, Roy, YAELA-GOLAN, Keren. *The Urb Urb: Patterns of Contemporary Living - Israeli Pavillion Venice Biennale*. Ed. Sternthal. Tel Aviv, 2014.

VOORDT, J.M. and WEGEN, H. Br van. (2005), *Architecture In Use. An Introduction to the Programming, Design and Evaluation of Buildings*, Architectural Press-Elsevier, Oxford.

ZAERA-POLO, Alejandro. *The Sniper's Log - Architectural Chronicles of Generation X*. Ed. Actar, Princeton University School of Architecture. Barcelona, 2012.

ZAPATEL, Juan Antonio. *Urban Visions and Housing in the 20th Century (Visões Urbanas e Habitação no Século XX)*. Ed. Ufsc. Florianópolis, 2013.

ZEVI, Bruno. *Architecture as Space: How to Look at Architecture*. Ed. Martins Fontes. Sao Paulo, 2002.

Anexo I

Berlin Chamber of Architects Seminar Program 2018-19 x HOAI phases C.Préve, 2022			
COURSES OFFERED BY THE ARCH. CHAMBER		HOAI PHASE	COMMENT
EXCURSIONS / GUIDED TOURS		6	lowest amount of offers
offered more often	"Technical excursion New schools according to the learning house concept in Munich"	-	
most expensive	"Technical excursion New schools according to the learning house concept in Munich"	-	235 € (2-day course)
main focus areas	schools	non LPs related	
DRAWING / DESIGN		11	
offered more often	"Design visualization - effectively coordinate and guide"	LP3	



PREPARATION, EXECUTION AND COORDINATION			28 courses	highest amount of offers
offered more often	"Coordinator Sustainable Building based on the BNB System"	management		
most expensive	"Interior finishing - quality supervision and construction management"	LP5	145,00 €	
main focus areas	Sustainable building coordination	LP1 - LP9		
COMMERCIAL BASICS / OFFICE ORGANISATION			10 courses	
offered more often	"The learning architectural office - keeping project knowledge in the office and making it available"	management - organisation		
most expensive	"Money and validity - seminar for female architects and planners"	management - handling	130,00 €	
main focus areas	project controlling, resource planning	non LPs related		
SEMINAR SERIES / EXTENDED COURSES			9 courses	
offered more often	-	-		
most expensive	"Basic knowledge of BIM - Introduction to a new planning method according to the BIM Standard of the German Chambers of Architects"	management	€ 800 (2-day seminar); in relation to the amount of course days	
main focus areas	management	management		

COMMUNICATION / PERSONALITY TRAINING			15 courses	
offered more often	"Communicative competence"	management - communication		
most expensive	"Assertiveness Training for Women - How to Get What You Deserve"	management - handling	150,00 €	
main focus areas	communicative competence in team	non LPs related		
LEGAL ASPECTS			26 courses	second highest amount
offered more often	"Practical seminar VOB/B for architects supervising construction"	LP8		
most expensive	"Basic seminar on tendering and awarding construction contracts for graduates"	LP6-LP7	100,00 €	
main focus areas	Construction contract law BGB, public procurement VOB	LP6 - LP8	mostly given by lawyers and politicians;	
PUBLIC SPACE / LANDSCAPE ARCHITECTURE			12 courses	
offered more often	"BIM in Landscape Architecture"	LP3-LP5		
most expensive	"Building and living - harnessing potential".	project development	350 € (2-day course)	
main focus areas	Masterplan, BIM, plant growing types	LP2 - LP5		

Anexo1: Exemplo de legenda do programa de cursos promovidos pelo Tamara do Anexo.
 Fonte: elaborado pelos autores.



A importância da valorização do território para a sustentabilidade - reconhecer, manter e divulgar o patrimônio imaterial das comunidades tradicionais da Lagoinha

The importance of valuing the territory for sustainability - recognizing, maintaining and disseminating the intangible heritage of the traditional communities of Lagoinha

Heloisa Helena Rosa Vitalino, Discente em Artes Visuais, Universidade do Estado de Minas Gerais

heloisavitalino@gmail.com

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

rosangela.mendonca@uemg.br

Resumo

O objetivo deste trabalho é elucidar questões importantes relativas à sustentabilidade, território, arte, a valorização do patrimônio material e imaterial e possíveis reverberações em instituições de ensino e sociedade em geral. A metodologia utilizada neste trabalho foram pesquisas bibliográficas, arquivísticas, e estudos de caso. Espera-se com este trabalho incitar o pensamento crítico, a mudança de paradigmas e melhor compreensão da cadeia produtiva e os diferentes estágios dos bens de consumo. O Design Sistêmico é uma proposta interessante para conectar os diversos elos de tal cadeia e auxiliar na promoção da sociedade mais digna, justa e igualitária, promovendo a valorização do coletivo e sua retroalimentação constante.

Palavras-chave: Patrimônio; Memória; Sustentabilidade.

Abstract

The objective of this work is to elucidate important issues related to sustainability, territory, art, the appreciation of tangible and intangible heritage and possible reverberations in educational institutions and society in general. The methodology used in this work was bibliographical and archival research and case studies. It is hoped that this work will encourage critical thinking, paradigm shifts and a better understanding of the production chain and the different stages of consumer goods. Systemic Design is an interesting proposal to connect the various links in such a chain and help promote a more dignified, fair and egalitarian society, promoting the appreciation of the collective and its constant feedback.

Keywords: Heritage; Memory; Sustainability.

1. Introdução

A valorização dos recursos locais com a prioridade às ações locais produz diversos tipos de impactos do ponto de vista da sustentabilidade integral, isto é, da capacidade de manter o bom uso dos recursos humanos e materiais para a longevidade das atividades e o equilíbrio da sociedade, considerando, de forma indissociável, os aspectos sociais, ambientais e econômicos relacionados. Ao se conhecer o território se identificam suas necessidades e potencialidades para criação e manutenção de sua infraestrutura, para produção e para o consumo. Conhecer o local onde vivemos é de fundamental importância para que possamos reconhecer seu patrimônio material e imaterial local que, por sua vez, auxilia e enaltece a sustentabilidade, insumo primordial para a vida contemporânea. O patrimônio material é relacionado a bens culturais arqueológicos, paisagísticos e etnográficos; históricos; das belas artes; e das artes aplicadas, podendo ser “imóveis como as cidades históricas, sítios arqueológicos e paisagísticos e bens individuais; ou móveis, como coleções arqueológicas, acervos museológicos, documentais, bibliográficos, arquivísticos, videográficos, fotográficos e cinematográficos.” (IPHAN, 2023a). Já os bens culturais de natureza imaterial “dizem respeito àquelas práticas e domínios da vida social que se manifestam em saberes, ofícios e modos de fazer; celebrações; formas de expressão cênicas, políticas, musicais e lúdicas; e nos lugares (como mercados, feiras e santuários que abrigam práticas culturais coletivas)” (IPHAN, 2023b).

Assim, o primeiro passo necessário a qualquer intervenção é identificar os recursos e valores culturais locais, suas características geográficas, climáticas, históricas, políticas, sociais e econômicas. A prioridade deve ser que a produção seja feita pela comunidade local e para ela, uma vez que, de outra forma, produzindo em grandes volumes para atender outros territórios, serão gerados impactos indesejados como poluição com meios de transporte, emissões de efluentes e utilização desequilibrada de recursos. O conhecimento de questões não só explícitas quanto tácitas, que tangem aspectos culturais também é crucial para a eficiência e sucesso das iniciativas.

Neste trabalho trataremos, em particular, da região da Lagoinha em Belo Horizonte/ Minas Gerais, seus aspectos culturais imateriais e artísticos, exemplificando esta relação. A Lagoinha foi um dos primeiros bairros de origem operária, da época da construção da capital mineira. No entanto, chamamos hoje (e também aqui neste artigo) de Lagoinha uma região da cidade que abrange nove bairros: Lagoinha, Bonfim, Bom Jesus, Nova Esperança, Santo André, Pedreira Prado Lopes, São Cristóvão, Aparecida, Aparecida Sétima Seção e Ermelinda (PBH/FMC, 2008)

Belo Horizonte, a capital mineira planejada, nasce a partir da sobreposição de um arraial muito pequeno, um entreposto chamado de Arraial do Curral Del Rey (Figura 1). Sua população era diversa, mas com um número expressivo, de pretos e pardos, dentre seus moradores (MARA, 2018). Dessa população herdamos costumes, ritos e saberes como veremos a seguir.

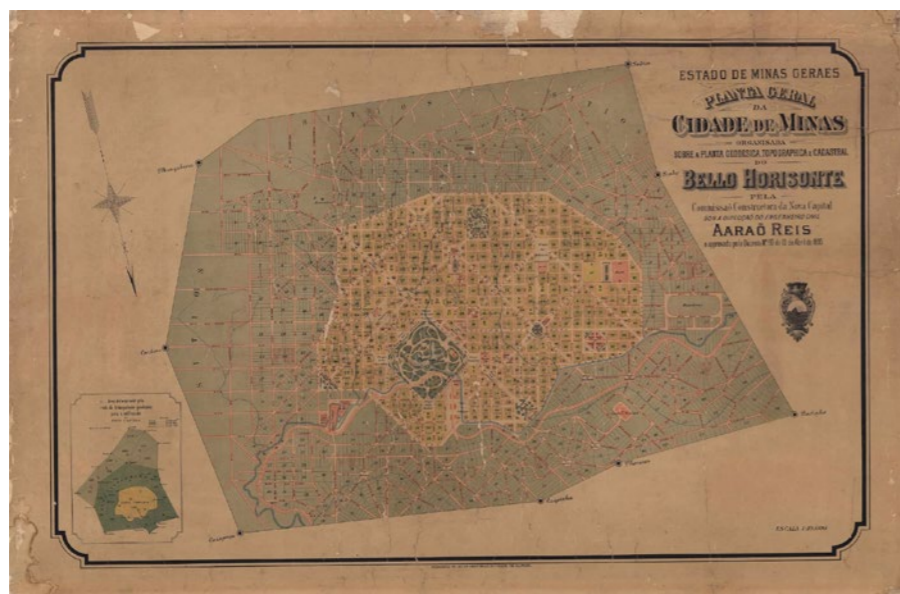


Figura 1: Planta cadastral da Nova Capital (Arquivo Público Mineiro, 1895)

Nessa proposição, trataremos as possibilidades de junção e partilha de conhecimento do patrimônio imaterial de uma região rica em tradições afrodiáspóricas, a importância da valorização de tais recursos para a sustentabilidade. A metodologia do Design Sistemico será utilizada como base dessa construção quando nos diz que a valorização dos recursos locais, com a identificação das características que permitem a identificação única de cada território, é um dos elementos para o alcance da sustentabilidade integral (BISTAGNINO, 2011; MENDONÇA R. M., 2017). Davidova (2020) e Mendonça (2014) afirmam que a associação de reflexões históricas sobre as características atuais, fomenta a conscientização de valores próprios, imprescindíveis para a autoestima, basilares para a prosperidade contínua.

Quando pensamos na cadeia produtiva e as etapas do processo de produção e uso chegando até o descarte do bem produzido, encontramos os princípios do Design Sistemico (BISTAGNINO, 2011), balizando a promoção e manutenção da arte sustentável dentro de cinco princípios:

- 1) Output/ input: O que é saída de um sistema (output) é entrada de outro sistema (input). Esse ciclo significa otimização de uso dos recursos, criando um fluxo contínuo de matéria e energia, tendendo ao “descarte zero”;
- 2) [Relacionamentos]: A valorização dos relacionamentos, internos e externos, que geram o sistema, é muito importante, uma vez que cada elemento não pode ser considerado isoladamente. Todos, pessoas e recursos materiais, contribuem para o sistema e são interdependentes;
- 3) [Agir localmente]: No contexto em que as operações acontecem, recursos (humanos e materiais) e a cultura locais são prioridade, resolvendo questões locais e criando novas oportunidades. A globalização e monoculturas, em que produtos e atividades são desconectados do território, devem ser evitadas;
- 4) [Auto-geração]: As interrelações dos sistemas vivos e seu ambiente desencadeiam mudanças estruturais no sistema. Essas mudanças alteram as interrelações, que geram mudanças estruturais contínuas (*autopoiesis*). Coisas vivas se adaptam, aprendem e desenvolvem continuamente (CAPRA, 2008). É, então, um ciclo contínuo: coisas vivas mudam o sistema e são mudadas por ele; a evolução de um elemento do sistema provoca a evolução dos outros elementos;

- 5) [A vida no centro do projeto]: as pessoas [e a vida em geral] são uma prioridade. Isso significa dizer que, compreender o usuário e sua cultura precisa ser o ponto de partida da definição de atividades e produtos. O usuário não é considerado um alvo para ações do mercado, mas um membro ativo e consciente da sociedade, para quem se deve dar informação e escolha (MENDONÇA R. M., 2017).

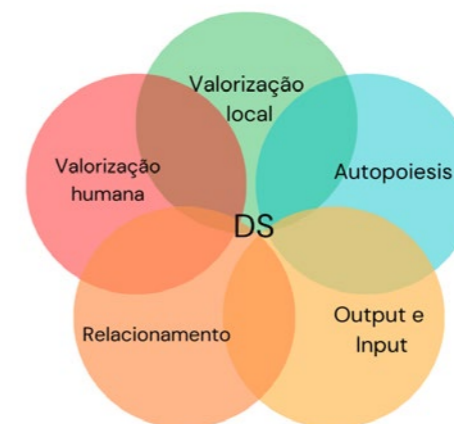


Figura 2: Os princípios do Design Sistemico (DS). (Elaborado pelo próprio autor, baseado em (BISTAGNINO, 2011).

Utilizamos assim, o Design Sistemico (Figura 2) como um dos fios condutores que podem ligar a arte, o território, a valorização do patrimônio imaterial (memória) e a sustentabilidade.

2. Procedimentos Metodológicos

Este trabalho se baseia na pesquisa bibliográfica em geral, sobre patrimônio, território (seus recursos e sua história) e sustentabilidade. Ele utiliza também aspectos de pesquisa antropológica/ etnografia, lidando com elementos qualitativos relacionados à criação e transmissão de significados sobre comportamentos e tradições, pela análise dos hábitos e práticas ao longo do tempo, por meio da vivência com comunidade da região da Lagoinha em Belo Horizonte, Minas Gerais. Essa vivência foi fundamentada por pesquisas histórico-arquivísticas e direcionada pela metodologia do Design Sistemico, especialmente em relação à identificação de atores, recursos e análise de fluxos e desdobramentos para identificar, entender, elucidar e valorizar o patrimônio imaterial local como meio para direcionamento para a sustentabilidade.

3. Aguçando o olhar crítico

O local de origem é a nossa fonte primária para desenvolvermos um olhar crítico de como os objetos podem nos afetar de maneira positiva ou negativa. Sua beleza, utilidade, memória ou esvaziamento de qualidades pode sim ter um fator histórico implícito. É nesse momento que se faz importante conhecer nossas origens, para identificarmos o que é patrimônio imaterial, material e alinharmos o pertencimento ancestral.

A Lagoinha, como uma importante e profícua região de Belo Horizonte, é berço de artistas e de conteúdo artístico significativo onde, por isso, podemos identificar formas culturais e sustentáveis de arte. Para isso é preciso ter um olhar alinhado aos valores do nosso tempo, que reconhecem as qualidades e a importância da arte dos povos de outros continentes (e não apenas o Europeu, com seus cânones clássicos) como o africano, por exemplo, vislumbrando

como atributos positivos o selvagem, folclórico, infantil (*naif*), ancestral, étnico, atribuindo a eles beleza e riqueza de sentidos.

É nesse aspecto que a decolonialidade do olhar pode nos auxiliar a vislumbrar a arte em locais e materiais alternativos. Alguns artistas de renome como Vik Muniz, Rodrigo Gallo e seu Toninho Passarinho, que utilizam resíduos como materiais e temas locais para as suas obras, nos mostram ser possível tal proposta (Figura 3). A criatividade, o recorte étnico e geográfico, traz relevância cultural para as suas obras de arte e objetos criados para diversos usos.



Figura 3: a) Vik Muniz: “The Bearer Irma” – uma das suas obras, feitas de rejeitos, que retratam e problematizam a relação dos catadores de material do Jardim Gramacho (Duque de Caxias, RJ) e compuseram o filme “Lixo Extraordinário” (Vik Muniz, 2017); b) Rodrigo Gallo: Guitarra de sucata em Belo Horizonte – a partir de peças de motocicletas sem utilidade para as oficinas que as descartam, suas obras são carregadas de memória (Rodrigo Gallo, 2019); c) Seu Antônio Passarinho: “Pássaros de madeira” – suas obras nascem a partir de toquinhos de madeira encontrados na natureza que, coletados, se transformam em espécimes coloridos (REDE ARTISOL, 1998).

Os cinco princípios do Design Sistêmico não caminham em separado (Figura 2); sua fusão e complemento podem ser implementadas em diversas áreas. Quando contemplamos saberes, costumes e ritos de um grupo social e sua relação com a identidade cultural de um território, a identificação de características, qualidades e o reconhecimento de seu valor incentivam as atividades de um grupo que, por sua vez, compõe um território e confere a ele atributos para a qualidade de vida, em uma retroalimentação constante. Quando temos o afeto como premissa para todas as relações de convívio humano, promovemos a *autopoiesis*, enaltecendo o coletivo. A *autopoiesis*, ou autogeração, em que “o próprio sistema gera o sistema” pode ser entendida no sentido de retroalimentação. Ainda envolve o poder do exemplo positivo, onde a evolução de um grupo estimula o desenvolvimento de outros; onde as lições aprendidas são utilizadas para se fazer melhor em outras oportunidades semelhantes. Podemos associar aqui

às relações intergeracionais, onde uma geração aprende com a outra, todas abertas a trocas, se apoiando e desenvolvendo juntas. Essa questão do legado geracional remete ao patrimônio, não só material quanto imaterial. E ainda, *autopoiesis* pode também ser interpretada como autonomia e independência que permitem que uma atividade seja desenvolvida sem ameaça à sua manutenção.

Ao pensarmos tais princípios de forma prática, entendemos a lógica da produção, o consumo e possibilidade de inserção de tais insumos na produção artística e valorização do patrimônio material e imaterial. Quando algo é produzido e seu descarte incorreto é evitado, criamos um sistema que pensa a cadeia produtiva de maneira global, o que se produz e seus destinos possíveis, praticando o princípio do *output/ input*. A partir desse conceito podemos fortalecer os **relacionamentos** e pensar propostas que afetem o coletivo positivamente, gerando renda, aumentando a autoestima e o fortalecimento da matrigestão, uma rede de apoio importante para a manutenção do legado ancestral. As pessoas são a peça chave, devem estar no centro de qualquer projeto, pois através da troca de saberes, modos de ser e fazer, uma rede protetora é ativada e ampliada. Para além do ser humano, relações com outros seres vivos são fortalecidas e a cadeia produtiva se torna mais respeitosa, **valorizando a vida** e fomentando o bem viver de forma inclusiva. A arte é elemento estratégico nesse contexto, uma vez que ela fixa a cultura de um povo. Frentes que ampliam a vida útil dos materiais, utilizando-os como base para criações artísticas são importantes para a conscientização da sociedade tanto do ponto de vista dos recursos utilizados para a produção da obra quanto da mensagem ali contida, que pode estar relacionada, por exemplo, à **valorização do território**. Esta, por sua vez, se constitui em oportunidades de trabalho, com a consciência do próprio valor, constituindo-se em valor agregado nesta cadeia produtiva.

4. O legado da Lagoinha

Ao citarmos a Lagoinha e seus atributos importantes para a manutenção do patrimônio material e imaterial, se faz necessário o conhecimento de ações que aguçam e proporcionam o conhecimento do público. Em algumas dessas ações, passeios culturais são realizados pela ótica do morador, que detém com propriedade, informações relevantes para a descoberta de um dos locais importantes para a cidade desde sempre. Lugar inquieto, desde a fundação da Cidade de Minas (Figura 1), teve sua decadência declarada com a construção do complexo viário que dividiu a região expondo mazelas já conhecidas dos moradores locais ao público geral, como o tráfico de drogas, trazendo à luz a alcunha de “Cracolândia de Belo Horizonte”. Os problemas sociais muito graves não abalam a região que luta e se mantém firme ainda que tenha percalços. Importante salientarmos que a região é potente fonte de saberes através dos terreiros de candomblé, do samba como o Bloco Leão da Lagoinha (mais antigo da cidade), bem como a cena boêmia desde então. É essa consciência e o conhecimento do valor do território, com seus recursos e cultura peculiares, que são a energia autopoietica para a resiliência da região, que insiste em buscar a qualidade de vida de seus moradores.

Alguns marcos temporais podem nos ajudar a reconhecer a importância da região. Lançado pela empresa Nadir Figueiredo em 1947, o copo americano era comercializado em um local específico, a Mercearia do Seu Quim Quim, localizada na Praça Vaz de Melo centro nervoso da boemia local. O copo foi consagrado com o nome de “Copo Lagoinha” e reconhecido pela empresa responsável por sua fabricação em 2019, após petição popular do movimento “Viva Lagoinha” (MG, 2022).

Projetos culturais trazem artistas locais à cena como o festival CURA (Figura 4) na edição de 2019, enaltecendo a região transformando-a em uma explosão de cores através do grafite (CURA, 2019). O projeto Lagoinha Educadora se uniu a este projeto proporcionando a participação de estudantes do 1º ano do ensino médio da escola do bairro, a Escola Estadual Silviano Brandão (PICO, 2019).



Figura 4: CURA Lagoinha – Brinde a Lagoinha (Circuito Urbano de Arte, 2019)

Outras propostas acontecem na região. Em 2021 a ação conjunta com a Fundação Municipal da Cultura (FMC), o Centro Integrado da Mulher (CIAM) e a população local, ações inclusivas como “Elas cultivam a Lagoinha”, tem como objetivo resgatar a autoestima de mulheres da região em situação de vulnerabilidade social. As beneficiadas geram produtos naturais a partir do que plantam e colhem como paçoca, sucos e refrigerantes naturais que ainda não são comercializados, mas promovem a inclusão, ressocialização e ajuda mútua a todas as envolvidas. As mulheres fortalecem os laços e tornam-se mais unidas, princípio fundamental da matrigestão. O cuidado do outro se estende como uma rede protetora (PBH, 2022). Ainda na região, projetos fomentados por coletivos agroecológicos urbanos e de fomento cultural como o “Hortelões da Lagoinha”, priorizam desde 2017 a manutenção, o cuidado da vegetação com a participação da população local. O objetivo é transformar vazios urbanos em quintais comunitários como o “Quintal do Sô Antônio” localizado na Lagoinha. Com essa ação, locais abandonados são revitalizados, produzem alimentos saudáveis, reverberam o cuidado com o outro e aguçam a conexão com a ancestralidade e a natureza (LAGOINHA H. D., 2017).

Assim, a Lagoinha é rica de tradições e saberes ancestrais, incluindo também o uso das ervas nos ritos religiosos, no conhecimento de suas propriedades medicinais, no seu valor para a alimentação. O respeito, o reconhecimento e manutenção das memórias como patrimônio imaterial e seus desdobramentos na sociedade são os motores de sua sustentabilidade.

A escola tem papel fundamental para despertar a criatividade enaltecendo inúmeras referências ancestrais, com mensagens implícitas como a do ideograma *Adinkra*, *Sankofa*, que de maneira simplificada nos diz que “Tudo que é meu volto para buscar” (Figura 5). Ao aguçar no estudante a importância de signos comuns em suas casas, bairros e na própria escola, desconhecidos até então, semear o conhecimento e conectá-los à ancestralidade se torna parte importante do processo.

Vimos que, com insumos de descarte é possível fazer arte. Podemos desdobrar o sentido do material lixo, sua criação, a lógica no capital de consumo, seu descarte consciente, bem como sua sobrevida, transformando-o em objeto artístico ou de uso doméstico carregado de afeto,

memória e significado. E isso pode e deve ser praticado também nas escolas, desde os anos iniciais, em diversas oportunidades e, em especial, nas aulas de arte.

Não existe “fora”; estamos todos em um mesmo contexto, interligados por fios invisíveis e muito sensíveis. Toda a ação humana reflete na natureza de maneira global; daí é imprescindível ensinar a entender o material de descarte para além de algo que não é mais útil, mas sim uma alternativa para a arte, a sustentabilidade e a manutenção da memória. É um modo de demonstrar a importância de cada indivíduo e de sua ação como agente consciente para a construção de territórios sustentáveis.



Figura 5: O *Sankofa* e sua aplicação no território da Lagoinha – Cemitério do Bonfim (Próprio Autor, 2023).

5. Aplicações e/ou Resultados

Utilizar a metodologia do Design Sistêmico como uma mentalidade, que permeia as nossas escolhas e decisões é um recurso potente para encaminhamentos para alcançarmos a sustentabilidade. Neste artigo, demonstramos, com o exemplo da Lagoinha, as relações construídas entre arte, patrimônio, território e sustentabilidade.

6. Análises dos Resultados ou Discussões

Em todas as atividades humanas é possível (e desejável) aplicar os princípios do Design Sistêmico, pois elas ajudam a estruturar características para a sustentabilidade integral. Aqui, partimos da valorização do território e mostramos, enfatizando o patrimônio imaterial, que pensar na aplicação dos princípios permite a criação de iniciativas robustas e potentes em transformação das quais todos somos responsáveis.

7. Considerações Finais

Espera-se com este trabalho contribuir para a mudança de paradigmas e desenvolvimento do pensamento crítico e estímulo às ações acerca de temas como consumo, produção, descarte, patrimônio, relacionamentos, inclusão. A conscientização começa nas relações domésticas, na observação aos costumes dos mais velhos, nossas bibliotecas ancestrais



(ditado comum em África). Com os anciãos, aprendemos através do afeto, ele é premissa para o aprendizado. Nas escolas, em todos os níveis, temos a oportunidade do reforço e ampliação desses valores. De forma global estamos conectados à natureza, uns aos outros e, portanto, o que fazemos afeta a todos e nos afeta. O fazer artístico, praticando os princípios do Design Sistêmico, pode nos guiar para novas possibilidades de trabalho e manutenção de memória. Movimentos individuais, e nossas ações conscientes para o desenvolvimento de um melhor contexto de vida para nós mesmos e toda vida que nos cerca, humana ou não, é tão importante quanto os movimentos coletivos.

Existem transformações necessárias para a sustentação e melhoria da qualidade de vida em geral que são complexas e, portanto, precisam de abordagens de longo prazo. Existem outras que são mais simples e podem ser implementadas em curto ou médio prazo. Mas reconhecer, manter e divulgar o patrimônio cultural de um povo, não só o material, mas especialmente o imaterial, é um recurso transformador.

Todas as atuações profissionais são importantes nesse sentido. Aqueles que criam, como arquitetos, designers e artistas com todas as suas formas de arte, têm papel importante na medida em que suas criações poderão ser recursos de construção de um contexto de vida para as mudanças econômicas, sociais e ambientais que precisam ser implementadas para a nossa sustentabilidade.

Referências

- ALTEROSA, Jornal da. **Educação, dedicação e solda: uma mistura que vira arte nas mãos de Rodrigo Gallo**. Youtube, 2019. Disponível em <https://www.youtube.com/watch?v=UISwIWQvG9g>. Acesso em 23 de abr. de 2023.
- ARQUIVO PÚBLICO MINEIRO. **Planta Cadastral da Cidade de Minas**. Belo Horizonte, 1895. Disponível em: http://www.siaapm.cultura.mg.gov.br/modules/grandes_formatos_docs/photo.php?lid=92. Acesso em: 23 abr. 2023.
- ARREGUY, Cíntia Aparecida Chagas; RAJÃO, Raphael. **Histórias de bairros de Belo Horizonte**: Regional Centro-Sul. Belo Horizonte: APCBH; ACAP-BH, 2008. 62 p.
- BISTAGNINO, L. **Systemic Design**. 2ª ed. Ed: Slow Food Editore srl, 2011.
- CARVALHO, Janaína; LIMA, Marcos Serra; G1. **‘Década jogada no lixo’: dez anos após aterro fechar, ex-catadores de Jardim Gramacho vivem na miséria e em condições insalubres**. G1. 30 maio 2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/05/30/decada-jogada-no-lixo-dez-anos-apos-aterro-fechar-ex-catadores-de-jardim-gramacho-vivem-na-miseria-e-em-condicoes-insalubres.shtml>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- CURA, Circuito Urbano de Arte. Cura Lagoinha: 05 a 15 de setembro de 2019. In: **CURA**, 2019. Disponível em: <https://cura.art/index.php/cura-lagoinha/>. Acesso em: 23 abr. 2023.
- DAVIDOVA, Marie. Cocreative roles, agencies and relations in post-anthropocene: Thereal life gigamaps and full-scale prototypes of SAAP. **Strategic Design Research Journal**, v. 13, ed. 2, p. 185-212, 2020.

FUKS, Rebeca. **As 10 criações mais impressionantes de Vik Muniz**: Cultura genial. 2017. Disponível em: <https://www.culturagenial.com/vik-muniz-obras/>. Acesso em: 23 abr. 2023.

GRAFITTI. **Inspire-se no trabalho de Vik Muniz**. 4 set. 2019. Disponível em: <https://blog.grafittiartes.com.br/inspire-se-no-trabalho-de-vik-muniz/>. Acesso em: 23 abr. 2023.

IPHAN. Iphan. **Patrimônio Imaterial**. 2023. Disponível em: <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/234>. Acesso em: 23 abr. 2023.

MENDONÇA, Rosângela Míriam Lemos Oliveira. Transformando Ideias em Recursos de Desenvolvimento. In: **Economia Criativa: Inovação e Desenvolvimento**. Editora UEMG, 2017. Disponível em: https://editora.uemg.br/images/livros-pdf/catalogo-2017/2017_ECONOMIA_CRIATIVA.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.

MENDONÇA, Rosângela Míriam Lemos Oliveira. **Systemic Network Innovation and Its Application in the Brazilian Context of the "Estrada Real"**. 2014. Tese de Doutorado (Doutora em Design, Arquitetura e Urbanismo) - Politecnico di Torino, Torino, Itália, 2014. DOI 10.6092/polito/porto/2534088. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/306105392_Systemic_Network_Innovation_and_Its_Application_in_the_Brazilian_Context_of_the_Estrada_Real. Acesso em: 23 abr. 2023.

PICO, Saulo. **Brinde a Lagoinha**. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: <https://www.saulopico.com/brinde-a-lagoinha>. Acesso em: 23 abr. 2023.

REDE ARTESOL. Toninho Passarinhos – Antônio Sebastião Ferreira. In: **Rede Artesol**: Artesanato Solidário. 1998. Disponível em: https://www.artesol.org.br/toninho_passarinhos. Acesso em: 23 abr. 2023.

SILVA, Lisandra Mara. **Propriedade, negritude e moradia**. 2018. 260 p. Tese de Doutorado (Doutora em Arquitetura e Urbanismo) - UFMG, Belo Horizonte, 2018. Disponível em: https://repositorio.ufmg.br/bitstream/1843/MMMD-B7CGVF/1/disseta_lisandra_comerrata.pdf. Acesso em: 23 abr. 2023.



Workshop Itacaré: evento de inovação aberta inspirando um protótipo de plataforma digital

Workshop Itacaré: open innovation event inspiring a digital platform prototype

Luís Eduardo Faustini Sonogo

lefsonego@gmail.com

Debora Barauna

dbarauna@unisinós.br

Márcia Santos da Silva

mssrs@terra.com.br

Carolina Wiedemann Chaves

carolinawchaves@gmail.com

Resumo

Inovações abertas configuram-se a partir de processos criativos que acontecem de modo interdependente da aprendizagem interativa e da partilha de conhecimento entre diversos atores e actantes, constituindo um ecossistema e se dando, muitas vezes, em formato de *workshops* de cocriação. Porém, é notada a falta de registros relacionados à processualidade de *workshops* na literatura, limitando-se a reflexão e compreensão dos seus resultados. A partir dessas questões, o projeto de pesquisa intitulado “Ecossistemas de inovação como ambientes de aprendizagem e cultura de design: uma reflexão pelo Design Estratégico” (InovaDE) propõe compreendê-los de forma clara, junto à UNISINOS, discutindo seus processos. Para tanto, o método de pesquisa empregado baseia-se na observação participante e compreensão de eventos de inovação, produzindo registros sobre os mesmos. Nesta oportunidade, será analisado o recorte do *Workshop* Itacaré - eu cuido da água que passa por mim - realizado em março de 2022. Tal evento teve a intenção de revisitar o percurso do Itacaré - um projeto aberto voltado ao cuidado da água, e desenhar perspectivas de futuro, que contou com três movimentos metodológicos: anterioridade, interioridade e posterioridade. Ao fim, compreendeu-se que o design no *Workshop* Itacaré assumiu um papel de mediador e integrador, ao relacionar teoria e prática, provocar questionamentos e dinamizar a colaboração, não dissociando-se assim da aprendizagem interativa. Por fim, entendeu-se que o formato de mapa interativo concebido na anterioridade e alimentado na posterioridade se configurou como um protótipo, possível, de formalizar a intenção da plataforma de conhecimento digital sobre práticas de *workshop* no design.

Palavras-chave: *Workshops*, Inovação aberta, Design Estratégico, Teoria de Mudança, Processos.

Abstract

Open innovations are configured as creative processes, which take place in an interdependent way of interactive learning and knowledge sharing between different actors and actors, constituting an ecosystem, and taking place in the form of co-creation workshops. However, the lack of records related to workshops in the literature is noted, limiting the reflection and understanding of the role of design in these events. Based on these questions, the research project entitled “Innovation ecosystems as learning environments and design culture: a reflection by Strategic Design” (InovaDE) proposes to understand them clearly, together with the UNISINOS ecosystem, discussing its processes for bringing them together in a digital platform to be developed. Therefore, the research method used is based on participant observation and understanding of innovation events, producing records about them. On this occasion, the clipping of the Itacaré Workshop - I take care of the water that passes through me - held in March 2022 will be analyzed. This event was intended to revisit the path of Itacaré - an open project focused on the care of water, and design perspectives for the future, which had three movements: anteriority, interiority and posteriority, which will be detailed below. In the end, it was understood that the design at the Itacaré Workshop assumed a role of mediator and integrator, by relating theory and practice, provoking questions and stimulating collaboration, thus not dissociating itself from interactive learning. Finally, it was understood that the designed interactive map format was configured as a possible prototype of the intended digital knowledge platform.

Keywords: *Workshops*; Open Innovation; Strategic Design; Change of Theory; Process.

1. Introdução

Inovações abertas são processos criativos que podem ser revelados em *Workshops* de Design. Estes servem como ferramenta para o desenvolvimento e aprendizagem criativa, gerando um ecossistema de conhecimento. Porém, apesar de sua importância, o processo ainda é pouco registrado, seja em forma de artigos, outras publicações ou até mesmo registros disponíveis ao interessado, limitando assim a reflexão sobre como se dão os processos de inovação aberta, além de dificultar a compreensão do papel que o design assume em determinados eventos de inovação.

Após a análise do problema estabelecido, entende-se que é necessário agir sobre ele, podendo criar meios de registros relacionados às inovações abertas, tornando-as disponíveis para acesso e estudo. Desta maneira o objetivo do presente artigo é analisar a prática do *Workshop* Itacaré como estratégia de reflexão e geração de proposições de melhorias significativas nos processos, de forma a potencializar a colaboração e a inovação aberta e fomentar a partilha do conhecimento produzido.

O Projeto Itacaré nasceu no ano de 2020, em Porto Alegre, cujo objetivo é o cuidado da água e a conscientização da população sobre o assunto. Ele se caracteriza por ser um movimento que se desenvolve em espaços geográficos e microbacias hidrográficas, com sua natureza e população. Trata-se de um esforço aberto, descentralizado, voluntário, comunitário e de vizinhança, como descreve seu idealizador (Fábio Araújo), em que a figura do cuidador

de água que entrega água limpa e convida seus vizinhos de baixo e de cima a fazer parte da corrente se estabelece.

O *Workshop* Itacaré, que ocorreu em março de 2022 e realizado pelo Grupo de Estudos InovaDE, teve como foco encontrar novos caminhos para que o Projeto Itacaré possa se desenvolver, e foi um dos principais eventos acompanhados durante a parte de pesquisa do projeto, e, como resultado, possui um rico material desenvolvido antes, durante e depois de sua realização. Diante dos resultados, entre preparação, registro e reverberação do evento, foi possível perceber a relevância do processo desenvolvido. Com isto, compreendeu-se que a experiência do Workshop Itacaré passaria a ser um protótipo metodológico do Grupo sobre como operar em novas práticas e como compartilhar o conhecimento gerado em uma plataforma digital.

2. Abordagens Metodológicas

Um *workshop* (WS) de inovação pelo design é, conforme Stuber (2012, p.131) “como um espaço projetual de imersão, com momentos de ebulição criativa para se resolver um problema complexo”. Assim, torna-se necessário planejar todas os momentos que compõem o WS de forma que tal imersão seja uma experiência positiva e produtiva para os participantes, de maneira que a ebulição criativa seja natural e fecunda. Há diversos caminhos para elaborar práticas de WS, no *Workshop* Itacaré, foram associadas às abordagens do Design Estratégico e da Teoria da Mudança para estruturar o processo da atividade.

Pode-se compreender o Design Estratégico como uma metodologia projetual que articula o design como agente no processo de transformação de realidades de forma criativa, colaborativa e articulada, buscando a produção de sentido e desenho de novos significados (MANZINI, 2017; MERONI, 2008; ZURLO, 2010). O Design Estratégico busca promover a ação projetual contextualizada, na perspectiva de sua processualidade envolvendo construção de práticas significativas e transformadoras, construindo cenários futuros mais promissores, propiciando a construção coletiva de estratégias que promovam respostas às demandas sociais que precisam ser constituídas no momento presente.

A Teoria de Mudança (TdM) pode ser compreendida como um percurso metodológico para cocriar o propósito de iniciativas, especialmente, sociais. Por meio de um processo reflexivo, envolvendo uma diversidade de atores num espaço agonístico, aberto ao diálogo e à escuta atenta, que possibilita a emersão de diferentes visões de mundo, valores e compreensões sobre o propósito da iniciativa, bem como tornar explícita as estratégias subjacentes que poderão dar suporte para a transformação desejada (KING, 2021; JAMES, 2011). Cabe salientar que inicialmente a TdM era entendida como um mecanismo utilizado em processos avaliativos, estabelecendo passos e metas necessários para o acompanhamento da evolução das iniciativas (WEISS, 1995). Mas por ser flexível e adaptável, ao longo do tempo outras aplicações foram sendo realizadas e atualmente é um processo importante para a construção estratégica de diversas iniciativas, como por exemplo, negócios sociais (KING, 2021; JAMES, 2011). Apesar de estabelecer ferramentas e etapas específicas, para viabilizar a profundidade e efetividade do processo, a TdM envolve alguns elementos básicos: compreensão do contexto da iniciativa nos mais diversos campos; debate aberto e profundo sobre a mudança que se quer implementar; delinear resultados e impactos dessas mudanças,

estabelecendo estratégias para que a mudança aconteça; definir premissas que facilitarão a verificação da evolução da iniciativa em relação ao propósito estabelecido e aprendizados gerados no caminho (KING, 2021).

Para realização de um WS de cocriação é importante pensar em um percurso cuidadoso, para que se crie um espaço realmente aberto e colaborativo. Stuber (2012) destaca que um WS na perspectiva do Design Estratégico envolve três fases temporais: anterioridade, a interioridade e a posterioridade. Como anterioridade entende-se todo o material e informações necessárias compartilhadas com os participantes num momento pré-evento, para estes se ambientarem com os elementos pertinentes ao WS. Já a interioridade consiste no momento em que o WS acontece e toda a processualidade das diversas ações realizadas para fomentar a criatividade e a colaboração - neste WS as ações foram baseadas nos elementos da TdM. E por fim, a posterioridade, que ocorre após o término do WS de forma a reorganizar todos os aprendizados, conhecimentos e informações advindas do WS.

Os movimentos do workshop foram construídos partindo dos aspectos descritos, sendo os resultados apresentados a seguir.

3. Aplicações e/ou Resultados

3.1. Anterioridade

O primeiro movimento do WS Itacaré ocorreu previamente à data do evento em si, pois entendeu-se que era necessário revisitar o processo do projeto e mapear seu percurso (Figura 1) a fim de propiciar que os participantes pudessem se apropriar do processo de forma a terem condições de refletir sobre os novos trajetos possíveis e definir como o projeto poderia se desenvolver durante o encontro do *workshop*.



Figura 1 – Mapa disponibilizado do *Workshop* Itacaré. Fonte: Grupo de Estudos InovaDE

Ao se inscrever no workshop, o participante recebeu um documento com um mapa interativo (<https://view.genial.ly/6232625585bc9700110d9d46/interactive-image-itacare>) que contava todo o trajeto do projeto Itacaré até o momento, possibilitando que a pessoa pudesse

compreender o que é, qual o objetivo e qual era a história do projeto. O mapa funcionava de maneira simples: o usuário tinha acesso a vários pontos marcados no mapa e, clicando neles, era levado para uma página que contava brevemente o que ocorreu nessa etapa do projeto e liberava acesso a outros documentos complementares caso a pessoa tivesse interesse de se aprofundar no assunto.

3.2. Interioridade

O segundo movimento correspondeu ao dia do evento em si, que foi realizado presencialmente e teve a duração de 8 horas. O *workshop* começou com uma fala do fundador contando em mais detalhes toda a história e os objetivos do projeto, quais foram seus processos até o momento e suas possíveis mudanças, ilustrando sua narrativa com o uso do mapa interativo disponibilizado no movimento anterior. Além disso, houveram falas de diferentes atores relacionados ao projeto. A exemplo, a Prof^a. Marcia Regina Diehl foi convidada a comentar sobre sua tese de doutorado, apresentando um artefato que poderia ser utilizado como um laboratório móvel nas pesquisas de campo do Itacaré. Além disso, houveram dois palestrantes convidados: Raphael Kling, que falou sobre tecnologias como metaverso e *Blockchain* na perspectiva de uma plataforma digital, e Eliane Schlemmer, que explanou sobre o mundo *OnLIFE* - considerando que não há mais distinção em estar *on-line* e *off-line*: estamos o tempo todo conectados de alguma forma. Finalizada as falas de todos os convidados, a mediadora do evento, Márcia Santos da Silva, iniciou sua fala explicando sobre a metodologia do evento, a Teoria da Mudança (WEISS, 1995), e explicou os cinco momentos que seriam realizados durante o workshop (Figura 2), iniciando assim o primeiro deles.



Figura 2 – Sistema dos momentos do *Workshop* Fonte: Grupo de estudos InovaDE

O primeiro momento, trajetória, era baseado em demonstrar o percurso do projeto desde 2020, e teve o foco de alinhar os participantes do evento à sua história, fazendo com que eles

escrevessem em pedaços de papel os pensamentos que tiveram durante a fala do fundador do projeto no início do evento. Após isso, seus pontos de vista foram colados no mapa interativo que fora projetado na parede, colocados nos pontos onde seus comentários mais fariam sentido.

O segundo momento, reflexões do contexto, tinha o objetivo de desenvolver as percepções obtidas durante o momento anterior, e foi baseado em um amplo debate entre os participantes sobre o contexto que envolve o projeto, suas potencialidades, limites, eventuais barreiras. Divididos em três menores grupos, eles trabalharam em folhas, montando diagramas que foram unidos em um só, criando conexões entre as reflexões realizadas nos grupos, diferenciando o que era oportunidade e o que era desafio dentro das suas ideias (Figuras 3 e 4).

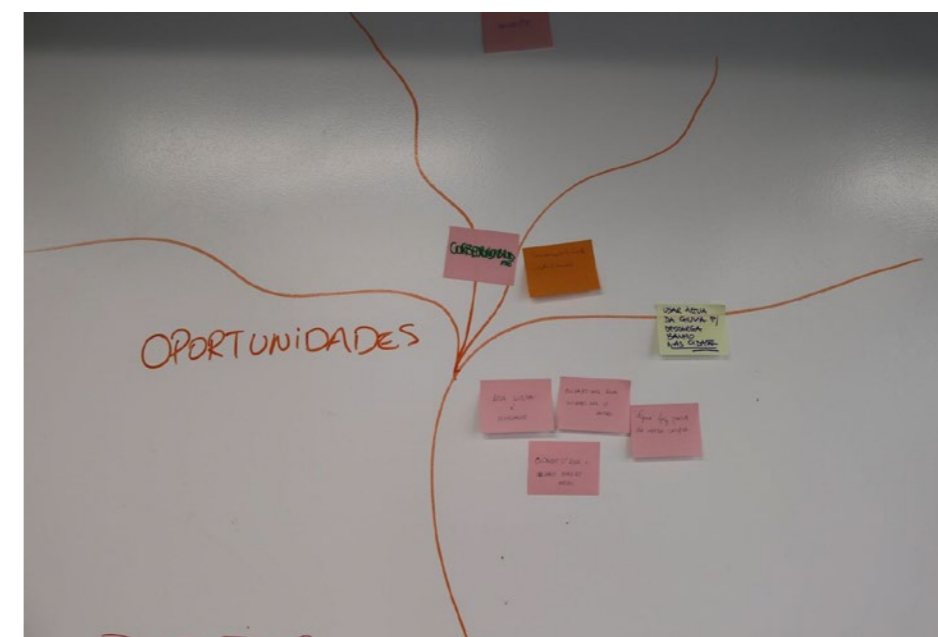


Figura 3: Parte superior do diagrama Fonte: Grupo de Estudos InovaDE



Figura 4: Parte inferior do diagrama Fonte: Grupo de Estudos InovaDE

O terceiro momento, visões de impacto, teve o intuito de fazer os participantes proporem teorias de mudança para o projeto Itacaré, onde foram criados dois grupos que, com o auxílio dos materiais previamente disponibilizados (Figura 5), puderam discutir sobre suas ideias e chegar em algumas propostas. Os grupos apresentaram suas propostas de Teoria de Mudança e foram convidados a definir qual delas seria detalhada no próximo movimento. Tendo em vista a complementaridade das proposições, estas foram unificadas em um único texto.



Figura 5 – Cartões disponibilizados aos participantes. Fonte: Grupo de Estudos InovaDE

Os cartões apresentados na Figura 5 foram desenvolvidos com ações e reflexões criados a partir dos relatos do fundador do projeto e que foram utilizados durante as atividades do evento para facilitar os debates sobre o projeto.

O quarto momento, voltado para a construção da estratégia, teve o foco de pensar os meios de viabilizar as teorias de mudança propostas e apresentá-las para todos, além de pensar como abordar as proposições de maneira assertiva e precisa, utilizando de benefícios que sustentam a mudança proposta, com especial atenção aos mecanismos de transformação.

O quinto momento, pressuposto, baseou-se em reflexões de como monitorar e avaliar as Teorias de Mudança propostas. Nesse momento foram propostos indicadores quantitativos internos e externos em relação ao projeto, além de qualitativos que envolviam percepções mais amplas.

Para finalizar, foi utilizada a técnica MESCRAI, que possui o foco de aprofundar projetos ou artefatos durante percursos projetuais. Baxter (2011) não a define como uma fase específica do processo criativo, porém a ferramenta é utilizada durante o afunilamento das ideias durante o projeto. No *WS*, os participantes foram convidados a escrever ideias que tiveram durante o dia de como modificar, eliminar, substituir, combinar, rearranjar, adaptar e inverter propostas e conceitos do projeto, gerando assim uma tabela de informações (Figura 6).

Modificar	Eliminar	Substituir	Combinar	Rearranjar	Adaptar	Inverter
Dinâmica de construção e realização	O descuido que temos com a água	Moeda d'água por moeda física/câmbio que faça sentido	Estratégias do jogo	Jogo	Rede de cuidadores	+ Mundo físico - Digital
Abordagem das escutas; a água está nas histórias	Distância entre o falar e o fazer	Dominar/reconhe(ser)	Tecnologia com afeto	Comunidades mapeadas	Maneiras de se tornar um cuidador	
Gincanas	Desculpas	Líder/representante	Parceiros		Escuta ativa	
Histórias	Mitigação					

Figura 6 – Tabela de informações MESCRAI Fonte: Grupo de Estudos InovaDE

Com isso, o movimento de interioridade se encerrou, e deu início a posterioridade, que segue tendo continuidade.

4. Posterioridade

A organização do *workshop*, a partir de todo o registro dos movimentos anteriores (pré-evento e do evento em si) possibilitou uma depuração cuidadosa sobre o que havia sido produzido, permitindo tanto a elaboração de um relatório em formato de livro eletrônico - ebook (INOVADE, 2022) como um relato da experiência (Figura 7) produzida, possibilitando

a reflexão e a teorização sobre o processo. Também foi solicitado aos participantes do evento que colaborassem com a construção do documento compartilhando suas impressões e aprendizagens. Ainda, o mapa interativo desenvolvido foi atualizado e segue aberto para registrar os próximos movimentos do Projeto Itacaré, constituindo-se como um acervo e podendo ser utilizado em diversos momentos futuros, como forma de apresentação do projeto, na síntese de novas proposições, na captação de recursos etc.



Figura 7 – Páginas do Ebook do *Workshop Itacaré*. Fonte: Grupo de Estudos InovaDE

Assim, entende-se que o registro de um evento de inovação aberta se inicia juntamente com o projeto e continua após os acontecimentos do *workshop*, revelando os movimentos de anterioridade, interioridade e posterioridade como dimensões projetuais importantes para que *workshops* de cocriação, mediados pelo design, sejam revelados, teorizados e discutidos no meio técnico-científico. Destaca-se, por fim, o papel do designer nesse processo como

produtor de conhecimento e acervos que possibilitem a discussão da prática de *workshop* de cocriação, principalmente, aqui, na área do design estratégico.

5. Considerações Finais

Processos de inovação aberta, comprometidos com a aprendizagem e a criação de sentido, demandam cuidado significativo com os movimentos realizados e ferramentas utilizadas, bem como o registro atento e detalhado, de forma que estes sejam compartilhados e inspirem outros processos inovativos. Também, os *workshops* de inovação pensados como espaços colaborativos, aberto às incertezas e flexíveis, onde uma diversidade de atores tenham um espaço agonístico de cocriação, precisam contar com posteridades significativas e acessíveis, contribuindo para a plena compreensão do processo desenvolvido e do seu potencial transformador.

De modo geral, *WS Itacaré* atingiu o objetivo de criar reflexões sobre o estado atual do projeto Itacaré e desenvolver proposições de novas possibilidades. Além disso, viabilizou o poder da escuta, mostrando a importância dos atuais atores envolvidos e como a experiência deles pode ajudar no desenvolvimento do projeto. Com os materiais que foram desenvolvidos durante o *workshop* foi possível criar um relatório em formato de livro eletrônico (INOVADE, 2022), possibilitando a leitura e o acesso aos materiais, mesmo para as pessoas que não puderam estar presentes no evento. Além disso, o mapa interativo criado possibilita que estes registros produzidos possam ser compartilhados, sendo percebido como um protótipo viável para o compartilhamento de conhecimento em formato de uma plataforma.

O recorte apresentado serve de exemplo de como pode ser desenvolvida a documentação e os materiais que poderão ser dispostos em formato de plataforma, criando uma grande rede de comunicação e educação. Assim, o projeto contribui com o meio técnico-científico tornando os processos de aprendizagem e de design relacionados a eventos de inovação que acontecem junto ao ecossistema da UNISINOS conhecidos, possibilitando o desenvolvimento de um maior acervo literário e a produção de senso crítico sobre o tema.

Referências

BAXTER, Mike. **Projeto de produto**: guia prático para o design de novos produtos. Editora Blucher, 2011.

BERBEL, N. A. N.; GAMBOA, S. A. S. A metodologia da problematização com o Arco de Magueréz: uma perspectiva teórica e epistemológica. **Filosofia e Educação**. v. 3, n. 2, p-264-287, 2011. Disponível em: <<http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/119329>>.

KING, Julian. Expanding theory-based evaluation: incorporating value creation in a theory of change. **Evaluation and Program Planning**, p. 101963, 2021. Link DOI: <https://doi.org/10.1016/j.evalprogplan.2021.101963>.

INOVADE, Grupo de Estudos. **WORKSHOP ITACARÉ - Eu cuido da água que passa por mim**: Relato de Experiência. Org. Barauna, Debora. Ebook, 2022. p. 7-33. Disponível em:



<<https://drive.google.com/file/d/1DTSxmLnZhD7ZUX8QmH1aUhHICaR59wXh/view?usp=ssharing>>. Acesso em: fev.2023.

JAMES, Cathy. Theory of change review. **Comic Relief**, 2011. Disponível em: https://www.theoryofchange.org/pdf/James_ToC.pdf.

MANZINI, Ezio. **Quando todos fazem design**: uma introdução ao design para a Inovação Social. São Leopoldo: Ed Unisinos, 2017.

MERONI, Anna. Strategic design: where are we now? Reflection around the foundations of a recent discipline. **Strategic Design Research Journal**, 1(1):31-38. UNISINOS. 2008.

REYES, P. Construção de cenários no design: o papel da imagem e do tempo. In: **Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design**, 9., 2010, São Paulo. Anais P&D em Design. São Paulo: AEND Brasil, v.1, p. 1-14. 2010.

STUBER, Edgard Charles. **Inovação pelo design**: uma proposta para o processo de inovação através de workshops utilizando o design thinking e o design estratégico. 2012. Acesso: <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/3514>.

WEISS, C. H. Nothing as Practical as Good Theory: Exploring Theory based Evaluation for Comprehensive Community for Children and Families. Connel, Kubisch, Schorr, & Weiss (Eds.), **New approaches to evaluating community initiatives**: Concepts, methods, and contexts, p. 65-92, 1995. Disponível em: https://canvas.harvard.edu/files/1453087/download?download_frd=1&verifier=IVZpf0ynt3iriSXpb8IE7WirRBXUHfbceDQUHleG.

ZURLO, F. **Design Strategico**. 2010. Disponível em: [https://www.treccani.it/enciclopedia/design-strategico_\(XXI-Secolo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/design-strategico_(XXI-Secolo)/) Acesso em: 20 out. 2020

Proposta de tratamento de água com alternativas sustentáveis para a comunidade-flutuante do Lago do Catalão em Iranduba-AM

Proposal for water treatment with sustainable alternatives for the floating community of Lago do Catalão in Iranduba-AM

Rafael Gomes Silveira Brandão, graduando em Engenharia Civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas.

rafagsb55@gmail.com

Resumo

O Lago do Catalão está inserido no contexto urbano extensivo da região metropolitana de Manaus, porém localizado no município de Iranduba na confluência do rio Negro com o rio Solimões. A comunidade-flutuante se caracteriza dessa forma por suas residências flutuarem na água e acompanhar a enchente e a estiagem do rio. Por estar localizada em uma zona longe da área urbana e o único acesso ser através de barcos, a comunidade não possui acesso ao completo serviço de saneamento básico, sendo coleta seletiva o único ofertado. O presente artigo tem por objetivo apresentar um tratamento de água com produtos da região amazônica para tornar a água potável na própria comunidade. Em entrevistas com moradoras locais, o acesso à água potável foi identificado como o principal problema no cotidiano dos catalenses. A proposta integra a utilização de leitos filtrantes com carvão ativado e filtro de macrófitas flutuantes para trabalhar todos os indicadores de potabilidade da água. Este sistema precisa ser avaliado com testes específicos para o consumo antes de ser implementado na comunidade. O benefício alcançará todos os habitantes da região e servirá de modelo para outras pesquisas, atingindo êxito ou não.

Palavras-chave: Lago do Catalão; Tratamento; Água; Saneamento; Proposta.

Abstract

Lago do Catalão is inserted in the extensive urban context of the metropolitan region of Manaus, but located in the city of Iranduba at the confluence of the Negro River with the Solimões River. The floating-community is characterized in this way by the fact that its residences float in the water and accompany the flood and the dry season of the river. Because it is located in an area far from the urban area and the only access is through boats, the community does not have access to the complete basic sanitation service, just selective collect being the only one offered. This article aims to present a water treatment with products from the Amazon region to make drinking water in the community itself. In interviews with local residents, access to drinking water was identified as the main problem in the daily life of Catalão people. The proposal integrates the use of filter beds with activated charcoal and

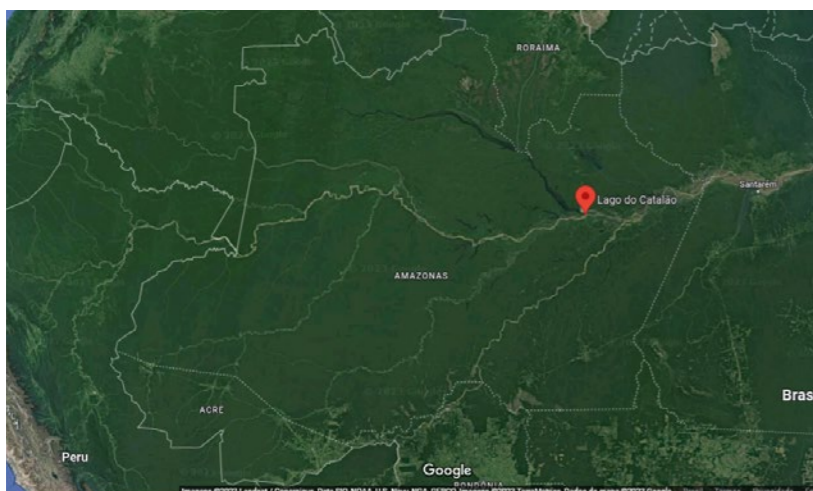


a floating macrophyte filter to work on all water potability indicators. This system needs to be checked with specific tests for consumption before being implemented in the community. The benefit will reach all inhabitants of the region and will serve as a model for other studies, whether successful or not

Keywords: Lago do Catalão; Treatment; Water; Sanitation; Proposal

1. Introdução

Os rios amazônicos foram e ainda são, referências de múltiplas vivências e relações cotidianas, e o principal “referente geográfico” do modo de vida ribeirinho (DIAS, 2005). O lago Catalão está localizado na várzea da Amazônia central, na várzea do rio Solimões, próximo à sua confluência com o rio Negro, a cerca de 10 km da cidade de Manaus. Este é um sistema único, pois está localizado na confluência de dois rios. Percebe-se pela figura 1, que a comunidade está mais perto da capital amazonense do que de Iranduba, portanto o acesso ao saneamento se torna escasso.



Vale (2003) afirma que a formação geológica do Catalão é um sistema de área de várzea constituído por unidades morfológicas particulares, representadas por lagos e penínsulas. Dentre os lagos do sistema Catalão, além do Poção circular localizado no centro do sistema, está o Lago Padre, uma pequena bolsa em forma de U. A composição da vegetação marginal é formada principalmente por pastagens. Nas partes mais altas também ocorre a formação de mata ciliar, porém, grande parte já é secundária. A construção de habitats comunitários é baseada em uma relação simbiótica com as dinâmicas ambientais existentes nos ecossistemas de várzea, como representados nas figuras 3 e 4.



Nos ambientes de várzea, os ribeirinhos vivem um eterno recomeço, seja pela prática da reprodução artesanal e cotidiana, seja pela dinâmica dos ciclos hidrológicos. Apropriam-se da água como um recurso primário de subsistência, assim como ocorre com a terra (FRAXE,



2004) e a biodiversidade, vivenciando anos de ciclos hidrológicos, entre cheias e vazantes, o que lhes permitem adquirir conhecimentos quase suficientes para enfrentar os desafios de interagir com os elementos ambientais presentes no ecossistema inserido. São soluções conceituais, práticas e habilidades derivadas de um aprendizado histórico capaz de orientar as decisões profissionais, desde a escolha do canteiro de obras mais adequado, até a configuração das próprias técnicas construtivas e arranjos espaciais. Esse conjunto de saberes



e fazeres são repassados de geração em geração, responsável por manter a boa relação com o meio, garantindo a sobrevivência do sistema ao longo dos anos (ALENCAR; SOUSA, 2016). Produzem, dessa forma, tipos vernaculares, como a palafita e o flutuante, definido por Castelnou (et. Al., 2003) pelo modo característico de construção, a partir de materiais encontrados na região e da utilização de técnicas transmitidas de geração em geração. A simbiose estabelecida entre a população ribeirinha e seu ambiente de inserção, a abundância dos materiais construtivos locais, permite o desenvolvimento de diferentes tipologias moldadas a partir da relação socioambiental estabelecida. São organismos adaptativos que se multiplicam; o ribeirinho está sempre reiniciando o seu modo de habitar, de forma cíclica, em um eterno recomeço, até a próxima cheia ou a próxima vazante (SOUZA; ALMEIDA, 2010). Trata-se de um modo de reconfiguração que apresenta permanências e alternâncias, moldando-se em diversas configurações de assentamentos buscando adaptar-se ao território e aos desafios ambientais intrínsecos a este. A figura 5 mostra, em uma visão mais próxima, o modelo habitacional da população desta comunidade, assim como o meio de transporte utilizado por eles.

Apesar das boas práticas construtivas, a comunidade e o poder público não se atentam aos demais sistemas importantes de uma residência, como o saneamento básico adequado para a realidade local. Atualmente, o único flutuante que apresenta solução para os dejetos é a escola municipal, através da solução do banheiro seco, que não está disponível. Os líderes comunitários descreveram a resistência e a falta de adaptação dos usuários da escola ao seu uso. Como desafio prioritário, os líderes comunitários enfatizaram a necessidade de aplicar tecnologias que possam fornecer soluções de saneamento para todos os edifícios da comunidade. A coleta de lixo é realizada pela Prefeitura de Iranduba e passa pela comunidade em média a cada três meses. Dadas as dificuldades enfrentadas neste período, o armazenamento de água para a comunidade usar durante a estação seca também é inexistente. Na estiagem, a água do lago se torna imprópria para uso. Sem esquecer do esgotamento sanitário, que é executado de forma indevida e também o contínuo abastecimento de água que não existe.

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS), mais de 2 bilhões de pessoas estão infectadas com algum tipo de verme ou parasita hoje. Estima-se que 60% dessas infecções estejam associadas a deficiências nutricionais, principalmente deficiências de ferro e vitaminas. Além disso, dois terços da mortalidade mundial estão ligados a doenças transmitidas pela água, como parasitas.

As verminoses são um dos problemas mais graves da saúde pública do País, afetando principalmente, crianças de baixa renda e que habitam regiões carentes e com condições precárias de infraestrutura sanitária.

Direta e indiretamente, a água pode estar relacionada com a transmissão de algumas verminoses e parasitas, tais como: *Ascaris lumbricoídes*, *Oxiurus* ou *Enterobius*, *Trichuris trichiura*, *Entamoeba histolytica*, entre outras.

Outra doença é a hepatite A, causada pelo vírus da hepatite A, que produz inflamação e necrose do fígado. A transmissão do vírus é feco-oral, através da ingestão de água e alimentos contaminados ou diretamente de uma pessoa para outra. Uma pessoa infectada com o vírus pode ou não desenvolver a doença.

O ser humano é o único hospedeiro natural do vírus da hepatite A. A infecção por este vírus, produzindo ou não sintomas, determina imunidade permanente contra a doença. A principal forma de transmissão é de uma pessoa para outra. A transmissão é comum entre crianças que ainda não tenham aprendido noção de higiene, entre os que residem em mesmo domicílio ou sejam parceiros sexuais de pessoas infectadas. Dez dias depois de uma pessoa ser infectada, desenvolvendo ou não as manifestações da doença, o vírus passa a ser eliminado nas fezes durante cerca de três semanas. O período de maior risco de transmissão é de uma a duas semanas antes do aparecimento dos sintomas. A transmissão pode ocorrer através da ingestão de água e alimento contaminados por pessoas infectadas, que não obedecem a normas de higiene, como a lavagem das mãos após uso de sanitário.

Além destes citados, ainda temos uma doença bastante comum. No Brasil, as infecções intestinais têm um impacto muito grande na qualidade de vida e são responsáveis pela mortalidade superior a quatro milhões de crianças pré-escolares por ano. As formas de contaminação na diarreia aguda são: a) fecal-oral; b) alimentos não cozidos contaminados por água ou pelo solo de cultivo que entrou em contato com fezes; c) alimentos manuseados por portadores assintomáticos de microrganismos patogênicos, como a *Salmonella* sp.

A diarreia pode ocorrer pelas seguintes causas: a) uso de medicamentos (laxantes); b) enterite (processo inflamatório do intestino delgado); c) Colite (processo inflamatório do 33 intestino grosso); d) problemas alimentares (má absorção de açúcares ingeridos); e) infecções por vermes (âscaris, estrogilóides, etc.); f) infecções por protozoários (ameba, giárdia, etc.); g) infecções por bactérias; h) infecções por vírus; i) toxinas. Estima-se que de 3 a 20% dos episódios de diarreia aguda em crianças menores de cinco anos se tornam persistentes e que mais de 50% das mortes provocadas por diarreia estejam associadas a hábitos de higiene na alimentação (FAUVEAU, et al, 1996 & VICTORA, et. al, 1992).

Visto ainda que os serviços de saneamento básico não são ofertados nesta comunidade como manda a Lei 11455/2007 e que a falta deles causa problemas à saúde da população, faz-se necessária a criação de propostas e equipamentos alternativos que possam ser implementados no Lago do Catalão. Pretende-se, através deste artigo, apresentar uma proposta para tratamento de água bruta no Lago do Catalão com um mini sistema sustentável.

2. Procedimentos Metodológicos

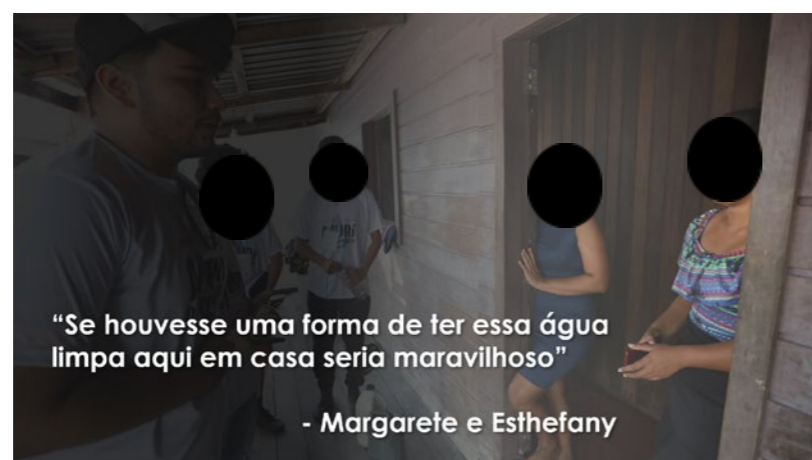
O estudo foi realizado em duas etapas. A primeira foi uma visita à comunidade, em outubro de 2022, com entrevista à uma família local que relatou os problemas de saneamento básico da região, além de situações endêmicas que são raras. Com a identificação dos problemas locais foi possível elencar quais seriam as possíveis soluções.

As entrevistadas relataram que para usufruir da água tratada precisavam atravessar o rio negro de rabetá ou barco pelo menos duas vezes na semana e transportar garrações com água até suas casas. A água do rio também é utilizada na comunidade para lavar roupas, tomar banho e também para lazer.

As casas não possuem sistema de esgotamento sanitário adequado, logo, o despejo é realizado diretamente no rio sem nenhum tratamento. As moradoras relatam que a correnteza

carrega os dejetos para longe da comunidade. Por fim, foi questionado acerca da coleta seletiva no local. Em resposta disseram que todos levam seus resíduos para uma balsa que fica na entrada do lago e depois a prefeitura se encarrega de coletar, mas não souberam dizer a frequência com que isso ocorre.

Finalizada a entrevista, percebeu-se que a falta de abastecimento de água tratada é o problema que a comunidade mais gostaria que fosse resolvido, além de ser um ótimo meio de melhorar o saneamento básico dos catalenses.

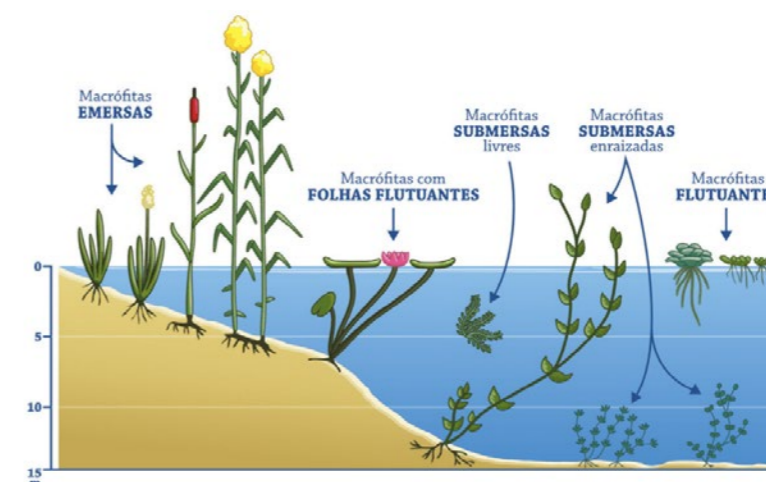


A segunda etapa se caracterizou pela pesquisa bibliográfica aprofundada a respeito da comunidade e também de produtos e serviços alternativos que se qualificassem para o abastecimento de água tratada no local.

3. Tratamento alternativo com macrófitas

Devido à capacidade das macrófitas aquáticas de assimilar, até certo ponto, todos os componentes da água considerados contaminantes, estes podem ser utilizados no tratamento de ambientes eutrofizados. Novotny e Olem, citados por Sandoval (*et. Al*) afirmam que o uso de plantas aquáticas em tratamento de águas residuais secundárias e terciárias, têm se mostrado eficaz na remoção de uma ampla gama de substâncias orgânicas, bem como nutrientes e metais pesados. Há evidências de que macrófitas podem absorver substâncias radioativas, como é o caso de *Eleocharis dulcis*, que acumula grandes quantidades de urânio em suas raízes.

Macrófitas flutuantes não sustentam suas próprias raízes no substrato e mantêm seus órgãos assimilativos acima do nível de água. Elas demonstraram ser eficazes na remediação de água contendo nutrientes, substâncias orgânicas e substâncias tóxicas como arsênico, zinco, cádmio, cobre, chumbo, cromo e mercúrio, através de vários processos de fitorremediação: fitoextração, fitoestabilização, fitovolatilização, fitotransformação, fitoestimulação, fitodegradação e rizofiltração.



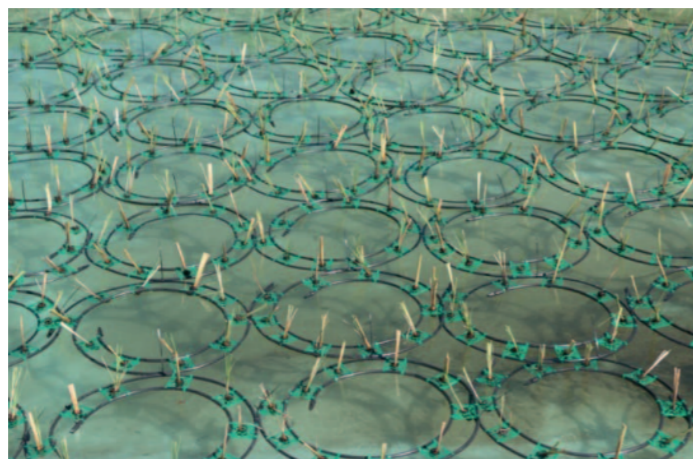
De acordo com Brix (2001) e Fernández (1997), os processos que ocorrem para depuração de contaminantes com macrófitas flutuantes ocorrem por três mecanismos primários:

- Filtração e sedimentação de sólidos.
- Incorporação de nutrientes nas plantas e sua posterior colheita.
- Degradação da matéria orgânica por um grupo de microrganismos facultativos associados às raízes das plantas; e nos escombros do fundo da lagoa, dependendo do desenho.

Durante a fase de crescimento, as macrófitas absorvem e incorporam nutrientes em sua própria estrutura e funcionam como substrato para microrganismos que promovem a assimilação desses nutrientes através de transformações químicas, incluindo nitrificação e desnitrificação.

3.1. Filtros de Macrófitas em Flutuação – FMF

Este sistema combina as vantagens de áreas úmidas de fluxo livre superficial e aquáticos. Sua principal característica é o manuseio de macrófitas emergentes como macrófitas flutuantes sustentadas por uma estrutura flutuante que permite o entrelaçamento das suas raízes e órgãos submersos, formando um tapete filtrante banhado por águas residuais, conforme mostra a figura 6. Os mecanismos de remoção fornecidos pela vegetação são mais eficientes.



4. Tratamento alternativo com carvão ativado

O carvão ativado é o principal adsorvente comercial aplicado nas operações de adsorção, que é o processo físico-químico em que as moléculas, átomos ou íons ficam retidos na superfície de uma substância. Apesar da alta eficiência, a aplicação de carvão ativado em larga escala é inviável devido o valor comercial desta substância.

Buscando alternativas sustentáveis para se obter este produto, encontrou-se opções como a queima de cascas de coco, cascas de castanha-do-pará, sementes de açaí, e caroços de tucumã que são encontrados na região. Almagro e Rocha (2015) relatam que as fibras de coco possuem alto poder adsorativo, portanto seriam uma boa alternativa para ser utilizada.

5. Proposta de tratamento de água bruta para a comunidade

Para se montar uma Estação de Tratamento de água, a primeira etapa é identificar o manancial, este deve ser adequado sob o ponto de vista sanitário. Além de outros estudos como caracterização sanitária e ambiental da bacia, considerando: condições de proteção e as tendências de ocupação da bacia analisando interferência que possam afetar quantidade e qualidade; abordagem do problema de transporte de sedimentos (erosão e assoreamento); análises de impactos decorrentes das análises físico-químicas, bacteriológicas e toxicológicas das águas do manancial; dados de monitoramento e recomendações existentes; condições da bacia a montante e a jusante; tratabilidade das águas do manancial e compatibilização com diretrizes estabelecidas pelo Plano diretor da Bacia Hidrográfica.

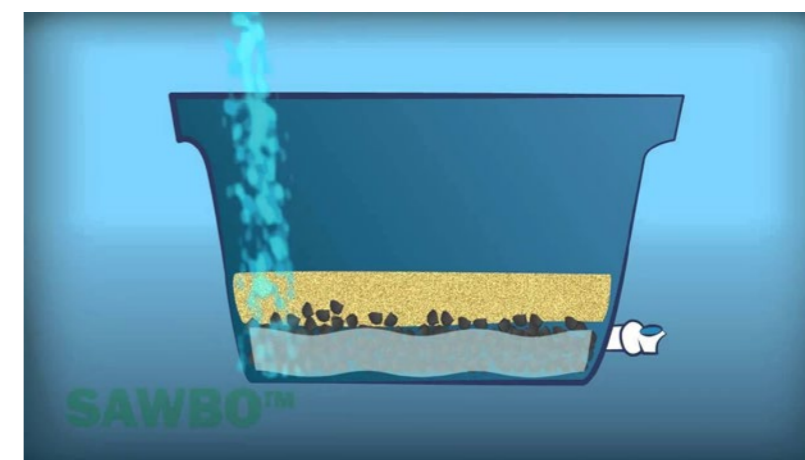
Preliminarmente, a indicação do melhor manancial para a população é a montante do lago, ou seja, a água que vem do rio Solimões, pois a jusante está carregada dos dejetos da comunidade que não possui uma rede de esgoto sanitário.

Visando um acesso igualitário ao projeto, a captação de água pode ser realizada manualmente e individualmente pelos próprios moradores no local indicado para ser o manancial.

O tratamento da água bruta captada passará por um processo de peneiramento para retirar os agentes físicos existentes. Por ser um projeto sustentável, as peneiras podem ser fabricadas artesanalmente com folhas de palmeiras da região e com três aberturas diferentes para retenção dos materiais, estas aberturas serão com os diâmetros 9,5 mm, 0,15 mm e 0,06 mm.

A utilização das macrófitas servirá para remoção de partículas, nutrientes e matéria orgânica que ainda passem pelo jogo de peneiras. As plantas aquáticas ficarão flutuando no reservatório escolhido por cada residência, sendo utilizado macrófitas emergentes com suas raízes entrelaçadas nos flutuadores, como o sistema FMF citado no tópico 3.1. Deverá ser realizado um estudo de eficiência em função do tempo que o sistema levará para filtrar a água.

No mesmo reservatório estará disposto o leito filtrante, montado de forma sustentável com areia fina, bastante encontrada na região, carvão ativado e agregado graúdo, como exemplo a figura 5 exemplifica uma vista de corte do sistema proposto, sem adição das macrófitas.



6. Considerações Finais

Os catalenses não pensam em se mudar do local pelo fato de estarem habituados à vida ribeirinha calma e tranquila. Portanto, a proposta é uma boa alternativa para a comunidade ter acesso igualitário à água tratada. Cada família poderá se servir de um filtro de barro para manter a água tratada em sua residência e a comunidade dispor de moradores para cuidar e manter o sistema em funcionamento. Deve-se reforçar a necessidade da realização de estudos preliminares e a correta análise do manancial sugerido para assegurar a qualidade da água servida. Os índices endêmicos na região também não são altos, mas a questão de tratar o saneamento na região deve ser amplamente discutido pelo governo do estado e a prefeitura de Iranduba, visto que se trata da saúde pública. Espera-se com o estudo apresentado que a comunidade seja alcançada com mais projetos e intervenções por parte do poder executivo ou alguma entidade filantrópica.



Referências

ALENCAR, Edna Ferreira; SOUSA, Isabel Soares de. Tradição e mudanças no modo de habitar as várzeas dos rios Solimões e Japurá, AM. **Illuminuras**, Porto Alegre, v. 17, n. 41, p.203-232, 2016.

ALMAGRO, A. S.; ROCHA, S. M. S. Aplicação de bioadsorvente de casca de coco verde para o tratamento de efluentes oleosos. **XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**. Campinas, SP, 2015.

BRIX, H. and SCHIERUP, H. The use of aquatic macrophytes in water-pollution control. In **Ambio**. Stockholm, volume 18, pages 100–107, 1989. 223, 224, 226, 237

CASTELNOU, Antonio M. N.; FLORIANI, Dimas. Sustentabilidade socioambiental e diálogo de saberes: o pantanal mato-grossense e seu espaço vernáculo como referência. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 7, p.41-67, 2003.

DIAS, E. A. P. **As faces da cidade ribeirinha de Mocajuba (PA): paisagem e imaginário-rio geográfico amazônico**. Belém: UFPA, 2005.

DOS SANTOS, Lucimar Augusto. A falta de saneamento é o principal responsável pelos índices de Doença de Veiculação Hídrica? **Um estudo das populações que habitam as margens de igarapés em Manaus – AM**. Manaus, 2006.

FAUVEAU, V.; HENRY, F.J.; BRIEND, A.; YUNUS, M.; CHAKRABORTY J. (1992). **Persistent diarrhea as a cause of childhood mortality in rural Bangladesh**. Acta Paediatr Suppl.

FERNÁNDEZ, J. **Filtro autoflotante de macrofitas para la depuración de aguas residuales**. pages 171–180, 2001. 224, 225, 230, 232

FRAXE, Therezinha J. P. **Cultura cabocla-ribeirinha: mitos, lendas e transculturalidade**. Annablume, São Paulo, 2004.

SANDOVAL M.; CELIS J.; JUNOD J. Recientes aplicaciones de la depuración de aguas residuales con plantas acuáticas. **Theoria**, 14:17–25, 2005. 224, 227, 236, 237

SOUZA, José Camilo Ramos de; ALMEIDA, Regina Araújo de. Vazante e enchente na Amazônia brasileira: impactos ambientais, sociais e econômicos. **VI SEMINÁRIO LATINO-AMERICANO DE GEOGRAFIA FÍSICA**, 2010.

VALE, Julio Daniel do. **Composição, diversidade e abundância da ictiofauna na área do Catalão, Amazônia Central**. 54p. Dissertação (Mestrado em Biologia Tropical e Recursos Naturais) – Universidade Federal do Amazonas e Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA, Manaus, 2003.

Tratamento de esgoto sanitário na área do igarapé Mauixi – Município de São Gabriel da Cachoeira-AM

Treatment of sanitary sewage in a flooded area in the Mauixi river - São Gabriel da Cachoeira city in Amazonas

Marcos André Fernandes Barros, graduando em engenharia civil, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM.

marcos2007sgc@hotmail.com

Jussara Socorro Cury Maciel, doutora, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM.

jussaracury7@gmail.com

Resumo

O tratamento do esgoto sanitário é fundamental para garantir a saúde e qualidade de vida da população. Quando o esgoto não é tratado, temos a contaminação de rios, córregos e águas subterrâneas, prejudicando a fauna e a flora locais, colocando em risco a saúde das pessoas que consomem essa água. Este serviço básico, garantido pela Constituição Federal, é uma realidade distante nas pequenas cidades do Brasil. Na cidade de São Gabriel da Cachoeira, noroeste do Estado do Amazonas, devido à escassez de recursos para uma infraestrutura adequada, os dejetos e efluentes do esgoto sanitário produzido pelos moradores às margens do igarapé Mauixi, são lançados diretamente no copo d'água sem o tratamento adequado. Após diálogos com a Secretaria de Meio Ambiente do Município e buscando alternativas para atenuar o problema, este estudo visa através de pesquisa bibliográfica em artigos acadêmicos e relatórios técnicos, identificar alternativas que venham a possibilitar esse tratamento.

Palavras-chave: Saneamento; São Gabriel da Cachoeira-AM; Alternativas tratamento de esgoto

Abstract

The treatment of sewage is essential to ensure the health and quality of life of the population. When sewage is not treated, we have the contamination of rivers, streams and groundwater, harming the local fauna and flora and putting the health of people who consume this water at risk. This basic service, guaranteed by the Federal Constitution, is a distant reality in small towns in Brazil. In the city of São Gabriel da Cachoeira, northwest of the State of Amazonas, due to the scarcity of financial resources for an adequate infrastructure, the waste and sewage effluents produced by the residents on the banks of the Mauixi stream are dumped directly into the water glass without the proper treatment. After dialogues with the Municipal Secretary of Environment and seeking alternatives to mitigate the

problem, this study aims, through bibliographical research in academic articles and technical reports, to identify alternatives that may make this treatment possible.

Keywords: Sanitation; São Gabriel da Cachoeira-AM; Alternative sewage treatment

1. Introdução

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal e é definido pela Lei nº. 11.445/2007 – Lei do Saneamento Básico, como o conjunto dos serviços, infraestrutura e instalações operacionais de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, drenagem urbana, manejo de resíduos sólidos e de águas pluviais.

Como benefícios do referido sistema, podemos destacar a melhoria e redução dos custos no sistema de Saúde Pública, a universalização do serviço promove a diminuição da mortalidade infantil e a contenção de doenças, especialmente as de veiculação hídrica, além de reduzir os custos com internações hospitalares e tratamentos médicos. Melhorias na preservação do meio ambiente também são visíveis, pois ao tratar o esgoto antes de lançá-lo nos corpos d'água, se evita a poluição dos ecossistemas aquáticos, preservando a fauna e a flora locais, além de benefícios da qualidade de vida da população, estímulo à economia e o aumento nas atividades no turismo, pois praias e rios limpos e livres de contaminação atraem turistas, gerando renda e desenvolvimento econômico para as regiões turísticas.

No Brasil esse processo torna-se um desafio para os administradores públicos que, encontram até hoje dificuldades em cumprir a normativa, sobretudo em municípios de pequeno porte, devido à pouca disponibilidade de recursos financeiros, bem como em virtude da dificuldade de constituir uma equipe técnica especializada no assunto (LISBOA; HELLER; SILVEIRA, 2013).

Segundo o Instituto TRATABRASIL, foram registradas mais de 167 mil internações e 1.898 óbitos por doenças de veiculação hídrica no ano de 2020, totalizando mais de R\$ 70 milhões em gastos com internações no Sistema Único de Saúde – SUS. O valor presente da economia total com a melhoria das condições de saúde da população brasileira entre 2004 e 2016 foi de R\$ 1,7 bilhão, que resultou num ganho anual de R\$ 134 milhões. O Panorama do Saneamento Básico no Brasil -SNIS-2021, contabiliza cerca de 362,4 mil quilômetros de rede de coleta de esgotos, nas quais estão ativas cerca de 39 milhões de domicílios atendidos com a rede pública existente. Com base nesses dados, atualmente 55% da população total do país e 63% da população urbana possuem acesso a rede de esgoto, ou seja, pouco mais da metade da população brasileira é atendida e as regiões que apresentam o menor índice de atendimento são as do Norte e Nordeste. Quanto ao tratamento de esgoto, 79,8% do volume coletado recebe algum tipo de tratamento antes de ser lançado no corpo receptor. Porém, do volume gerado, em relação ao volume de água consumido, apenas 50,8% recebem tratamento, ou seja, cerca de metade do esgoto está sendo descartado de forma incorreta na natureza. Ainda de acordo com o Instituto, em 2021, quase 100 milhões de brasileiros não têm acesso à coleta de esgoto e 3,1% das crianças e adolescentes não possuem banheiro em casa. O percentual de esgoto não tratado no mesmo ano, representava 5,3 milhões de piscinas olímpicas despejadas na natureza.

O esgoto doméstico é um dos principais contaminantes dos mananciais superficiais (CARREIRA *et al.*, 2001), visto que o seu lançamento em estado bruto, ou sem o tratamento adequado, em recursos hídricos altera as características naturais da água, comprometendo sua qualidade para abastecimento humano ou até mesmo para outros usos menos exigentes (RIBAS; FORTES NETO, 2008).

Assim, este estudo visa através de pesquisa bibliográfica em artigos acadêmicos e relatórios técnicos, identificar alternativas que venham a possibilitar o tratamento adequado desse esgoto despejado diretamente no igarapé Mauixi, na cidade de São Gabriel da Cachoeira-AM.

2. Caracterização da área de estudo

A cidade de São Gabriel da Cachoeira-AM, está localizada a uma distância de mais de 850 km aproximadamente em linha reta da capital Amazonense (Manaus), Mesorregião Norte Amazonense (Figura 1), a uma latitude 0° 7' 48" norte e longitude: 67° 5' 20" oeste, estando a uma altitude de 93 m acima do nível do mar. De acordo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2021) o município ocupa uma área territorial de 109.181,245 km². Tem uma população estimada de 47.031 habitantes dos quais 50,28% residem na zona urbana e 49,72% na zona rural. Em São Gabriel da Cachoeira, nove entre dez habitantes são indígenas, sendo o Município com maior predominância de população indígena no Brasil.



Figuras 1 – Localização da cidade de São Gabriel da Cachoeira-AM. Fontes: WIKIPÉDIA/Google Earth.

Ainda de acordo com dados do IBGE (2021), as internações devido a casos de diarreia no Município, foram de 0.3 para cada 1.000 habitantes. Comparado com todos os municípios do Estado, fica na posição 46 de 62. Quando comparado a outras cidades do Brasil, essa posição é de 3.907 de 5.570, respectivamente. Apenas 11% dos domicílios do Município possuem um sistema com esgotamento sanitário adequado. Quando comparado com os outros municípios do Estado, fica na posição 36 de 62 e quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é a de 4.281 de 5.570.

A cidade é cortada por muitos igarapés, dentre eles, se destaca o igarapé Mauixi, que corta a área central da cidade. Neste percurso, o igarapé passa pelos bairros da Nova Esperança, Boa Esperança, Fortaleza e Graciliano Gonçalves (Figura 2). Esse importante igarapé foi durante muito tempo utilizado como fonte de abastecimento para a população local, além de ser um importante recurso natural para a biodiversidade da região. Infelizmente, o igarapé sofre com a poluição causada pelo despejo de esgoto sanitário e resíduos sólidos sem tratamento adequado, o que coloca em risco a saúde da população e a preservação desse importante corpo d'água.



Figura 2 – Vista aérea da cidade de São Gabriel da Cachoeira-AM. A linha vermelha mostra a área do igarapé MAUXXI. O círculo azul destaca a área da captação da água que atualmente abastece a cidade. Fonte:earthexplorer.usgs.gov

Informações do Departamento de Defesa Civil do Município, contabilizam atualmente aproximadamente 258 famílias morando na área do igarapé Mauixi. Apesar de ser uma área de Proteção Permanente, as famílias continuam no local e muitas resistem a ideia de mudar para outros bairros longe dessa área.

As moradias no local são feitas em alvenaria e madeira e na maior parte tem a cobertura de alumínio. Elas possuem entre dois ou três quartos. As casas possuem banheiro com vaso sanitário, mas não possui o sistema de fossa séptica, pois na maioria dos terrenos, não existe condições de escavar o terreno, principalmente por causa do nível d'água do igarapé, e por isso, os dejetos são lançados diretamente no curso d'água (Figura 3).



Figura 3 – Destinação local das águas servidas sem tratamento adequado. Casas localizadas no igarapé Mauixi na área dos bairros Graciliano Gonçalves (1) e Nova Esperança (2), respectivamente. Na presente foto, o rio está no período da vazante. Fonte: Autor.

No período da cheia do rio Negro, esse problema é bastante agravado pois o rio acaba represando o curso d'água, ocasionando um grande acúmulo de lixo e de dejetos. Esses eventos causam um grande efeito negativo, pois contaminam a água, causando uma série de doenças e acabam afetando a fauna e a flora local, causando o desequilíbrio ecológico da região. Diante da triste realidade apresentada, é fundamental que sejam adotadas medidas para mitigar esse desastre ecológico, buscando alternativas para o tratamento do esgoto sanitário.

3. Alternativas de Tratamento do Esgoto

O objetivo do tratamento do esgoto é remover os poluentes da água previamente usada pela população, de forma a devolvê-la aos corpos hídricos em boas condições e de acordo com os parâmetros exigido pelos órgãos ambientais.

Neste sentido, o Quadro 1, mostra algumas alternativas para realizar o tratamento:

Quadro 1 – Sistemas de tratamento de esgoto pesquisados

Tratamento biológico	Descrição
Fossas sépticas com sumidouro	A fossa séptica com sumidouro é um sistema de tratamento de esgoto doméstico utilizado em áreas rurais e urbanas sem acesso a sistemas públicos de tratamento de esgoto. Ele consiste em um tanque de concreto ou plástico, que atua como um compartimento de separação de sólidos e líquidos. O esgoto é direcionado para a fossa séptica, onde os sólidos se separam e se acumulam no fundo, formando um lodo que é decomposto por bactérias anaeróbicas. O

	líquido restante flui para o sumidouro e se infiltra no solo, onde é tratado pelas bactérias presentes no solo.
Fossas sépticas seguidas de filtro anaeróbico	Na fossa séptica com filtro anaeróbico os sólidos do esgoto se separam e afundam no fundo, formando um lodo que é decomposto por bactérias anaeróbicas. O líquido restante flui para outro compartimento, que contém um filtro, onde as bactérias anaeróbicas continuam a decompor a matéria orgânica presente no esgoto. Este filtro é feito de cascalho e areia, que atuam como um meio filtrante para as bactérias e removem os sólidos suspensos no líquido.
Valas de infiltração	As valas de infiltração consistem em um sistema de disposição do efluente do tanque séptico, que orienta a sua infiltração no solo sob condição essencialmente aeróbia e consiste em um conjunto ordenado de caixa de distribuição, caixas de inspeção e tubulação perfurada assentada sobre camada suporte, geralmente de pedra britada.
Biorremediação vegetal (Fossa Verde)	Processo natural e sustentável de tratamento de esgoto que utiliza plantas e microrganismos presentes no solo para remover contaminantes do efluente. O sistema de fossa verde consiste em uma vala ou caixa de alvenaria impermeabilizada com camadas de cascalho, material terroso e casca de coco, onde são plantadas espécies vegetais que possuem habilidades específicas de biorremediação. As raízes das plantas permitem que o efluente passe através da camada de solo, onde os microrganismos presentes nas raízes e no solo atuam na degradação dos contaminantes. Pela evapotranspiração, a água retorna limpa ao ambiente.
Estação de Tratamento de Efluentes	Sistema de esgotamento sanitário que através de processos físicos, químicos ou biológicos removem as cargas poluentes do esgoto, devolvendo ao ambiente o produto final, efluente tratado, em conformidade com os padrões exigidos pela legislação ambiental.
Wetlands construídos	São sistemas projetados, os quais são constituídos por lagoas ou canais artificiais rasos, que abrigam plantas aquáticas.

Fonte: Adaptado pelo autor.

4. Análise das alternativas

Levando em consideração as características do local, e com o objetivo de propor sistema de tratamento de esgoto que tenha condições viáveis e eficientes para ser implantado no igarapé Mauixi, na cidade de São Gabriel da Cachoeira-AM, o Quadro 2 apresenta as vantagens e desvantagens sobre materiais, sistemas e processos para a sustentabilidade. ENSUS 2023 – XI Encontro de Sustentabilidade em Projeto.

Quadro 2 – Resumo analítico dos sistemas de tratamentos pesquisados.

Tipo de tratamento biológico	Vantagem	Desvantagem
Fossas sépticas com sumidouro	Baixo custo de instalação e manutenção em comparação com outras opções de tratamento de esgoto.	Pode ocorrer a contaminação do solo quando não se realiza a manutenção devida. Mau cheiro e a proliferação de vetores de doenças podem ocorrer caso o sistema não seja bem projetado.

Fossas sépticas seguidas de filtro anaeróbico	Baixo custo de instalação e manutenção em comparação com outras opções de tratamento de esgoto. A construção de filtros anaeróbicos para o tratamento do esgoto complementa o serviço da fossa séptica. No filtro, a camada de pedras faz com que os efluentes domissanitários passem pela película de microrganismos nelas aderida, que digerem grande parte da matéria orgânica que pode contribuir para poluição de corpos hídricos.	O lodo depositado no fundo deve ser periodicamente removido (1 – 3 anos), para que não haja perda de eficiência. Necessidade de profissional técnico para escolha correta da granulometria dos agregados é fundamental para o bom desempenho do filtro.
Vala de infiltração	Baixo custo de instalação e manutenção em comparação com outras opções de tratamento de esgoto.	Exige grande área para implantação e dependendo do número de pessoas e do tipo do terreno, pode ser necessária várias linhas de tubos/valas.
Biorremediação vegetal (Fossa Verde)	A fossa verde é uma tecnologia limpa e de baixo custo, na qual podem ser utilizados diversos materiais reciclados como cacos de telhas, pneus usados etc.	A colmatação deve ser observada e não é indicado para locais com altos índices de precipitação.
Estação de Tratamento de Efluentes	Contribui para a preservação de nascentes, rios, lagos e mares, evitando a contaminação do meio ambiente.	Necessita de uma área extensa para implantação, dispense de muitos recursos para aquisição, manutenção e funcionamento.
Wetlands construídos	Baixo custo de implantação e manutenção, bem como a simplicidade de operação.	Necessidade de manejo das macrófitas.

Fonte: Adaptado pelo autor.

Neste sentido, esta pesquisa identificou dois sistemas de tratamento de esgoto que podem ser alternativas viáveis financeiramente e de fácil manutenção, a saber:

4.1. Fossas sépticas com sumidouro:

São unidades simples e econômicas de tratamento em nível primário nos quais ocorre simultaneamente, em câmara única ou em série, a sedimentação dos sólidos sedimentáveis e a digestão anaeróbia do lodo que permanece acumulado no fundo durante alguns meses, tempo suficiente para sua estabilização” (MANUAL DE SANEAMENTO, FUNASA, 2015). (Figura 4). Para realizar a disposição final do efluente vindo do tanque séptico, o sumidouro proporcionará a infiltração no solo desse líquido, processo feito pelas aberturas na área vertical da câmara).

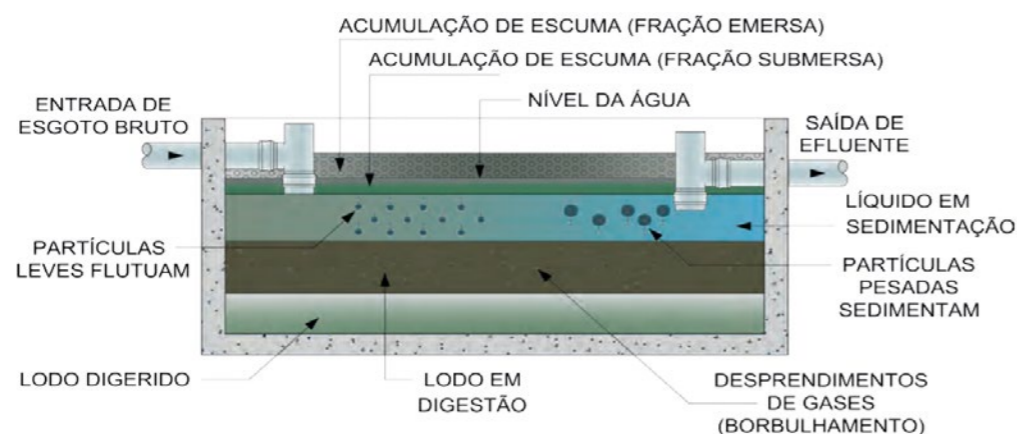


Figura 04 - Funcionamento geral de um tanque séptico. Fonte: Manual de Saneamento, FUNASA, 2015.

Esse sistema é utilizado em algumas residências no local, na maioria feitas em alvenaria, porém, é feito o dimensionamento de forma incorreta e sem acompanhamento técnico adequado. Como sugestão para baratear o custo dessas construções, pode ser utilizado o trabalho desenvolvido pelo Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Francisco José Francisco Fernandes, que elaborou um projeto barato e prático usando tubos e conexões de PVC. Esse sistema deve ser priorizado nos locais com a cota acima do nível do igarapé, que ocorrem nos bairros Fortaleza, Nova Esperança, Graciliano Gonçalves e Boa Esperança.

Para os terrenos com a cota um pouco acima do igarapé, o ideal é a utilização de Fossa séptica com Bombonas Plástica. Os tanques sépticos também podem ser construídos com a utilização de bombonas de plástico de 200 litros e se torna uma alternativa viável e atraente economicamente para a presente demanda (Figura 5). Além disso, o produto plástico (polietileno) é mais resistente à oxidação e aos processos químicos naturais que ocorrem dentro de um tanque séptico. O dimensionamento será feito de acordo com a NBR 7229 /1993 que trata de projetos, construção e operação de sistemas de tanques sépticos assim como a NBR 13969/1997 que trata de unidades de tratamento complementar e disposição final de efluentes líquidos providas de tanques sépticos. O sistema deve ser construído por gravidade, em outras palavras, a primeira bombona deve estar em nível superior a segunda, e esta, superior a terceira (CARDOSO *et al.*, 2017).

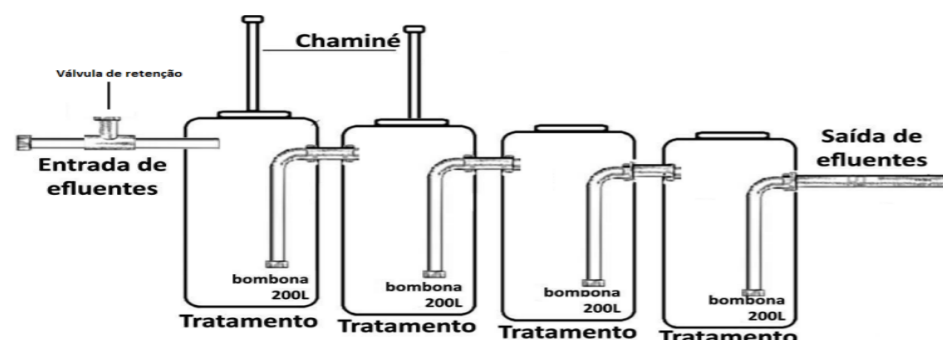
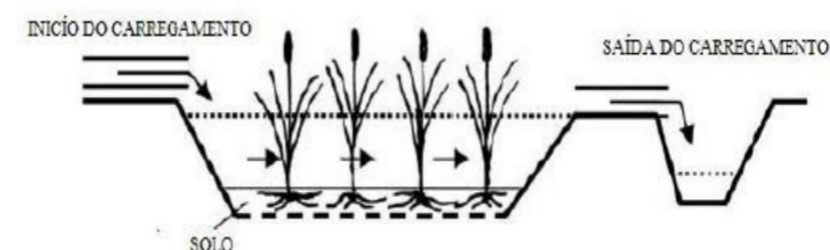


Figura 05 – Esquema da Fossa Séptica com bombonas de 200 litros. Fonte: MANUAL DE INSTALAÇÃO DA FOSSA DE BOMBONAS – Iniciativa Verde.

4.2. Wetlands construídos:

Os *wetlands* construídos são capazes de promover a depuração de águas residuárias através de uma combinação de processos físicos, químicos e biológicos, que incluem sedimentação, precipitação, adsorção às partículas do material filtrante, assimilação pelos tecidos das plantas e transformações microbiológicas (VYMAZAL; KROPFLOVÁ, 2008). As *wetlands* foram pensadas para tirar proveito da capacidade de assimilação e conversão de matéria orgânica (carbono) e nutrientes (nitrogênio e fósforo), como ocorre nos alagados naturais. Um projeto de um alagado construído busca imitar a natureza, servindo para as mesmas funções e ainda para o tratamento de esgotos. O funcionamento de uma *wetland* é basicamente por gravidade, permeabilidade e degradação biológica. Atua como um tratamento secundário – remoção de matéria orgânica por meio de reações bioquímicas - e terciário de esgotos – controle e remoção de nutrientes. O tratamento secundário acontece pelo fato de o sistema ser também um filtro granulométrico. O terciário, principalmente pela presença das macrófitas. A importância das plantas para o sistema se deve principalmente pela zona de raízes, que concentra as bactérias consumidoras de matéria orgânica e realizam processos bioquímicos para remoção de nutrientes (POÇAS, 2015). As *wetlands* construídas podem ser de fluxo horizontal (superficial ou subsuperficial, conforme as ilustrações (Figuras 06, e 07) ou vertical (ascendente ou descendente, (Figura 08). Na intenção de potencializar a remoção de compostos nitrogenados desenvolveram-se sistemas híbridos, que é uma associação em série das *wetlands* construídas de fluxo vertical e horizontal (POÇAS, 2015).



Figuras 06 – Esquema de uma Wetland de fluxo de horizontal superficial. Fonte: VYMAZAL (2007), retirado de Scientia Amazonia, v.2, n.1, 2013, p. 28-40.



Figura 07 - Sistema de Fluxo Horizontal subsuperficial. Ecocell, Pelotas (2003).

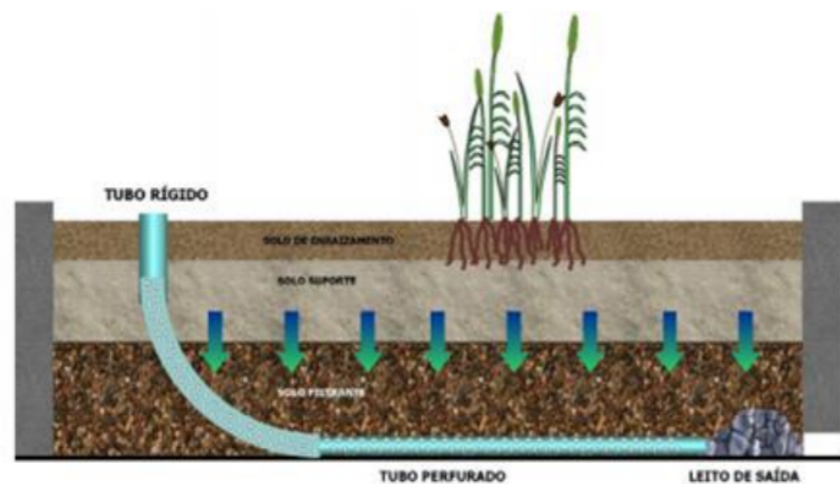


Figura 08. Sistema de fluxo vertical descendente. Ecocell, Pelotas (2003).

5. Considerações Finais

Considerando a pesquisa realizada sobre os tipos de tratamento de esgoto com o objetivo de atenuar a contaminação do meio ambiente causado pelo lançamento de águas servidas diretamente no igarapé Mauixi, na cidade de São Gabriel da Cachoeira e levando em consideração as dificuldade e escassez de recursos públicos para poder implantar Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) no local, foram analisados neste estudo 6 tipos de sistema alternativos e atualmente utilizados. Desta forma, levando em conta o baixo custo de implantação e manutenção, bem como a simplicidade de operação, sugerimos a utilização de fossa séptica, e de acordo com a característica do terreno, a utilização de sumidouros e/ou *wetlands* construídos para a complementação desse tratamento. Ainda a título de contribuição, estudos na região do igarapé são necessários para estabelecer os tipos e os locais mais adequados para construção das *wetlands*.

Referências

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969: **Tanques sépticos - Unidades de tratamento complementar e disposição dos efluentes líquidos - Projeto, construção e operação**. Rio de Janeiro. 60 p. 1997.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229: Construção e instalação de fossas sépticas e disposição dos efluentes finais**. Rio de Janeiro. 37 p. 1982.
- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7229: Projeto, construção e operação de sistema de tanques sépticos**. Rio de Janeiro. 15 p. 1993.
- BRASIL. **Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei

no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. Diário Oficial da União, 2007. Disponível em: https://dspace.mj.gov.br/bitstream/1/1707/1/LEI_2007_11445.html. Acesso em 12 de março de 2023.

CARDOSO, Iago Prado et al. Tanque Séptico de Bombonas: Um Sistema Individual de Esgotamento Sanitário. **Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego**, v. 16, n. 1, p. 2-22, 2022.

CARRERA, R. et al. Distribuição de coprostanol (5 β (H)-coleston-3 β -ol) em sedimentos superficiais da Baía de Guanabara: indicador da poluição recente por esgotos domésticos. **Quim Nova**, v. 24, p. 37-42, 2001.

CAUDURO, Flávia; SARTOR, Mirian; MÜLLER, Christiane Ribeiro. Tratamento de efluentes sanitários em áreas alagadiças e/ou com lençol freático superficial—Estudo de caso. **Águas Subterrâneas**, v. 33, n. 3, 2019.

DE ARAÚJO ALMEIDA, Rogério; DA SILVA PITALUGA, Douglas Pereira; REIS, Ricardo Prado Abreu. Tratamento de esgoto doméstico por zona de raízes precedida de tanque séptico tanque séptico. **Revista Biociências**, v. 16, n. 1, 2010.

ECOCELL – PROJETOS E CONSULTORIA AMBIENTAL. GERBER, Wagner; GERBER, Michel; SCHULZ, Guilherme. **Resumo informativo: Tratamento de efluentes com plantas aquáticas emergentes**. Pelotas, 2003. 12 p.

FUNASA. Ministério da Saúde. **Fundação Nacional de Saúde. Manual de Saneamento**. Brasília, DF, 4ed, 2015.

IAQUELI, André Luiz. **Wetlands Construídos: Aplicações, benefícios e vantagens do sistema**. 2016.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Brasil, AM, São Gabriel da Cachoeira. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/sao-gabriel-da-cachoeira/panorama>. Acesso em 12 de março de 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Esgoto**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/esgoto/>. Acesso em 12 de março de 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Principais estatísticas**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/>. Acesso em 12 de março de 2023.

INSTITUTO TRATA BRASIL. **Saúde**. Disponível em: <https://tratabrasil.org.br/principais-estatisticas/saude/>. Acesso em 12 de março de 2023.

LISBOA, Severina Sarah; HELLER, Léo; SILVEIRA, Rogério Braga. Desafios do planejamento municipal de saneamento básico em municípios de pequeno porte: a percepção dos gestores. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, p. 341-348, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/esa/a/994sJtj6TWMPMFgFGRF8Fzk/?lang=pt&format=html>. Acesso em 12 de março de 2023.

MANUAL DE INSTALAÇÃO DA FOSSA DE BOMBONAS. **Iniciativa Verde**, 14 fev.2019. Disponível em:



<https://www.iniciativaverde.org.br/noticias/manual-de-instalacao-da-fossa-de-bombonas>. Acesso em 13 de março de 2023.

MENDONÇA, Alexandre Antonio Jacob de. **Avaliação de um sistema descentralizado de tratamento de esgotos domésticos em escala real composto por tanque séptico e wetland construída híbrida**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO E DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL, **Plano Nacional de Saneamento Básico no Brasil**, 2021. Disponível em: <http://antigo.snis.gov.br/panorama-do-saneamento#:~:text=O%20Panorama%20do%20Saneamento%20B%C3%A1sico%20no%20Brasil%202021,quadro%20geral%20da%20prest%C3%A7%C3%A3o%20dos%20servi%C3%A7os%20no%20pa%C3%ADs>. Acesso em 12 de março de 2023.

POÇAS, C. D. **Utilização da Tecnologia de Wetlands para Tratamento Terciário: Controle de Nutrientes**. 2015. 93 p. Dissertação (Mestre em Ciências) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo.

POÇAS, Cristiane Dias. **Utilização da tecnologia de wetlands para tratamento terciário: controle de nutrientes**. 2015. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/6/6139/tde-23112015-122556/publico/CristianeDiasPocas.pdf>

RIBAS, T. B. C.; FORTES NETO, P. Disposição no solo de efluentes de esgoto tratado visando a redução de coliformes termotolerantes. **Revista Ambiente & Água**, v. 3, n. 3, p. 81-94, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/242628509_Disposicao_no_solo_de_efluentes_de_esgoto_tratado_visando_a_reducao_de_coliformes_termotolerantes.

SOUZA, Tamara Daiane de et al. **Uso de sistemas alagados construídos no tratamento de águas negras em áreas rurais**. 2020.

TRINDADE, Juliana Flores et al. **Métodos de tratamento de esgoto para pequenas comunidades**. Salão do Conhecimento, 2017.

VON SPERLING, Marcos. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. Editora UFMG, 2014.

VYMAZAL, J.; KROPFLOVÁ, L. **Wastewater Treatment in Constructed Wetlands With Horizontal Sub-Surface Flow**. República Tcheca: Springer, 2008.

Representação de amostras têxteis no contexto do acervo virtual de uma materioteca

Representation of textile samples in the context of the virtual collection of a material library

Emanoela Mardula, mestranda, IFSC/ Udesc
emanoela.mardula@gmail.com

Dulce Maria Holanda Maciel, doutora, Udesc
dulceholanda@gmail.com

Icléia Silveira, doutora, Udesc
icleiasilveira@gmail.com

Lucas da Rosa, doutor, Udesc
darosa.lucas@gmail.com

Daniela Novelli, doutora, Udesc
danovelli@gmail.com

Resumo

O presente artigo aborda a representação digital de materiais têxteis no contexto de acervos com finalidade acadêmica. O objetivo que norteou esta pesquisa, foi o mapeamento de possibilidades para a apresentação digital de tecidos, que atendem às suas propriedades e desta forma, atendam as demandas dos usuários de materiotecas virtuais. Aplicou-se a pesquisa qualitativa e descritiva com revisão da literatura e um levantamento em acervos virtuais de diferentes naturezas que contemplam apresentação digital de tecidos. Como resultado, apresentam-se estratégias para atender às necessidades informacionais de designers de moda, diante da pesquisa em bibliotecas de materiais on-line.

Palavras-chave: Biblioteca de materiais; Materioteca virtual; Seleção de materiais têxteis; Representações gráficas digitais

Abstract

This article addresses the digital representation of textile materials, in the context of academic collections. The objective that guided this research was the mapping of possibilities for the digital presentation of fabrics, which attend to their properties and, in this way, meet the demands of users of virtual material libraries. Qualitative and descriptive research was applied with a literature review and a survey of virtual collections of different natures that include a digital presentation of fabrics. As



a result, strategies are presented to meet the informational needs of fashion designers, based on research in online material libraries.

Keywords: *Material library; Virtual material library; Material selection textile; Digital graphic representations*

1. Introdução

O setor produtivo que circunda a moda prevê o encadeamento de inúmeras etapas e processos, esta investigação no entanto, dedica-se às etapas em que ocorre o contato entre os designers e os acervos de materiais. Inserida neste panorama, encontra-se a Materioteca do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) Campus Jaraguá do Sul. Na perspectiva de otimizar e dinamizar o acesso e a gestão deste acervo, projeta-se um ambiente virtual complementar ao espaço físico. O presente artigo decorre de uma investigação derivada deste propósito.

No âmbito acadêmico, as materiotecas podem ser compreendidas como um recurso didático e constituídas de um conjunto de elementos e informações que dialogam com o pensamento projetual e podem fornecer aos designers, fundamentos para decisões assertivas e conscientes. Ao tratar de projetos de moda e vestuário, o tecido é matéria prima fundamental à constituição dos produtos, desta forma, o escopo desta pesquisa volta-se aos acervos têxteis. Enquanto recursos físicos, os elementos catalogados podem ser verificados em sua escala real e, passíveis de manipulação, possibilitam a compreensão de aspectos próprios de sua constituição. Entretanto, ao considerar a transposição deste acervo para a virtualidade, vislumbra-se o desafio de adaptar a representação das amostras, para sua versão digital.

Pelo que se refletiu até aqui, questiona-se sobre como desenvolver representações gráficas digitais de amostras têxteis que atendam às necessidades destes usuários. No intuito de responder à problemática, se estabelece como objetivo norteador a esta pesquisa, identificar possibilidades de apresentação dos materiais, que atendam as demandas dos designers de moda e vestuário, enquanto usuários de materiotecas virtuais.

Com o intento de alcançar este objetivo, o presente artigo apresenta uma breve revisão literária que defende a relevância das bibliotecas de materiais no âmbito do ensino do design e da moda, e encaminha a reflexão aos desafios percebidos no processo de seleção do material, desta forma, busca-se caracterizar qualidades essenciais ao embasamento desta decisão projetual. Em uma segunda etapa, investiga-se em distintas proposições de ambientes virtuais, a apresentação de artigos têxteis, e procura-se identificar estratégias de comunicação apropriadas às representações das características evidenciadas na literatura. Por fim, propõe-se um quadro comparativo, no intuito de contrastar as representações gráficas digitais mapeadas e a comunicação das propriedades requeridas em projetos de moda e vestuário.

Ao considerar a complexidade do processo de gestão da informação em acervos e suas possibilidades diante dos avanços tecnológicos, compreende-se que este diálogo busca meios de dinamizar a apresentação dos materiais catalogados. Em decorrência, estudos que se propõe a explorar esta relação, contribuem com as reflexões sobre o tema no âmbito acadêmico, e podem resultar em melhorias nas estratégias de comunicação adotadas nestes espaços.

Na perspectiva de sua finalidade, compreende-se esta pesquisa como aplicada, com abordagem qualitativa do problema e descritiva quanto aos objetivos, onde a metodologia proposta tem como procedimentos técnicos: (i) revisão bibliográfica e (ii) pesquisa documental em acervos têxteis. A base teórica abordou a relevância das materiotecas ao ensino de design e de moda (DANTAS; BERTOLDI, 2016; COSTA, 2005; XAVIER; SILVA, 2021) e, a seleção de materiais em projetos da mesma área (FERRANTE; WALTER, 2010; ASHBY; JOHNSON, 2011; ANDRADE, 2016; UDALE, 2015), a pesquisa considerou ainda, a comunicação em ambientes virtuais (CASTILHO; MARTINS, 2005).

2. Bibliotecas de materiais enquanto suporte à seleção de material em projetos de design de moda e vestuário

A presente seção apresenta o embasamento teórico da pesquisa, compreendido em três momentos apresentados a seguir. A fundamentação introduz, inicialmente, o conceito da biblioteca de materiais e situa-a na esfera acadêmica enquanto apoio, entre outras finalidades, ao processo de seleção dos materiais. Neste ponto, a perspectiva referente à escolha do material, busca evidenciar possíveis aspectos a serem observados pelos designers e, cujas informações são requeridas por ocasião da consulta aos acervos. Já em conexão com a investigação feita à campo, a abordagem final deste item trata da comunicação em ambientes virtuais.

2.1. Bibliotecas de materiais nos contextos acadêmicos de moda e design

A constituição física dos produtos de moda e de vestuário é exponencialmente diversa, dada a grande quantidade de materiais que podem ser empregados na produção de artigos de moda e vestuário e ainda, a possibilidade de combinações entre estes. Esta multiplicidade de alternativas, conforme apontam Xavier e Silva (2021), representa um desafio ao designer que necessita determinar o insumo adequado ao seu projeto. A fim de criar subsídios para pesquisa e ampliar o contato entre seus usuários e os materiais, as materiotecas estabelecem-se enquanto acervos com amostras e informações referentes aos materiais (DANTAS; BERTOLDI, 2016). Em uma variação que concentra seu enfoque nos tecidos, a Teciteca representa uma funcionalidade similar, correspondendo a uma coleção de materiais têxteis organizados e catalogados para fins didáticos e pedagógicos (COSTA, 2005).

Em referência ao papel dos substratos na instância projetual, Ferrante e Walter (2010, p. 158) sintetizam que “A ponte de ligação entre a ideia e a realização é naturalmente o material, que é selecionado e processado/conformado até reproduzir fisicamente a ideia sob a forma de objeto”. A partir deste entendimento, observa-se que a materialização dos projetos exige que o designer compreenda o complexo e imbricado encadeamento de fatores atrelados a escolha da matéria-prima e aponte assertivamente o substrato que responde às demandas projetuais.

No design, este processo de escolha dos recursos a serem empregados no projeto, é reconhecido como ‘seleção de material’. Diversos autores abordam esta temática, que se encontra mais estabelecida em determinadas áreas, caso das engenharias, e em processo de solidificação teórica em outras, caso do design e, mais recentemente sob a ótica da moda



(ANDRADE, 2016). Tendo em vista a relevância do material escolhido sobre o produto, e sua relação com as informações demandadas pelos projetistas aos catálogos de materiais, o próximo tópico oportuniza-se ampliar esta reflexão.

2.2. A seleção de materiais em projetos de moda e design

Os critérios de análise que determinam a seleção dos materiais, variam de acordo com a área de abordagem e também a proposição de cada autor, embora haja correspondência em muitos atributos a serem considerados. Nesse sentido, observa-se a abordagem de Ferrante e Walter (2010) que no âmbito do design de produtos, elencam os seguintes critérios referentes à concepção da ideia (custo, ecologia, estética, funcionalidade e viabilidade técnica), e consideram também as propriedades e a disponibilidade do recurso, bem como os requisitos de desempenho da peça final. Compreende-se que o processo produtivo dos produtos de vestuário, bem como os requisitos de usabilidade e função estética desejados em materiais para moda possuem suas próprias especificidades, entretanto, identifica-se uma similaridade com os atributos requeridos à matéria-prima indicados por Ferrante e Walter (2010).

Considera-se pertinente atentar a esta estratégia de seleção de materiais, por considerar que, enquanto um recurso que subsidia esta etapa projetual, a materioteca, deve retornar aos usuários, informações que retratem de maneira fidedigna e eficiente as questões que emergem da problemática dos materiais. Em busca de um meio que ampare o designer nesta etapa, Ashby e Johnson (2011) propõem um modelo de estrutura às informações dos materiais. Os autores indicam o cruzamento entre as intenções direcionadas ao projeto, com dados referentes aos atributos estéticos, atributos percebidos (percepções), atributos técnicos, e processos.

A partir da compreensão desta multidimensionalidade encerrada nos materiais, estima-se que tais unidades de informações encontrem estratégias capazes de articular em seu escopo informacional, os dados necessários para que o usuário compreenda seu catálogo sob múltiplas perspectivas. A este respeito, Ashby e Johnson (2011, p. 124) apontam que “[...] para serem eficientes, a classificação e a indexação devem ser adaptadas à natureza da “população” de objetos que devem ser classificados e à finalidade da busca.” Nesse sentido, julga-se pertinente resgatar o estudo de Andrade (2016), que abordou a seleção de materiais para moda e, a partir de estudos sobre a teoria já estabelecida em design e ainda, sob a perspectiva de metodologias dirigidas à moda, considerou relevante ordenar as qualidade e requisitos para seleção e materiais têxteis em quatro tópicos: (i) características técnicas, (ii) atributos ergonômicos, (iii) fatores estéticos e ainda (iv) fatores diversos que impactam nas decisões referentes à estes substratos.

Ao verificar a formatação de Andrade (2016) para análise dos materiais no projeto de moda e vestuário, identifica-se que o tópico inicial (i), destina-se à observação de aspectos como a conservação do material, as exigências no processo de fabricação que o insumo requererá (a exemplo da costurabilidade dos têxteis), a tecnologia embutida nesta matéria prima (caso dos têxteis com funcionalidades específicas, como repelente, agentes antibacterianos, ou ainda outras funções que podem ser agregadas) e ainda, o aspecto ecológico que envolve este recurso (tal como a possibilidade de reutilização, tempo previsto

para deterioração em caso de descarte ou ainda, a exigência de recursos durante o processo de extração e manufatura desta matéria).

A segunda questão referida pela autora (ii), diz respeito às qualidades ergonômicas que a matéria prima transmitirá ao produto final. Neste ponto, considera-se a adequação às normas vigentes, e várias perspectivas atreladas ao conforto: termofisiológico, sensorial, ergonômico e psico-estético. As qualidades estéticas do material (iii) são entendidas como: cor, estampas e padronagens, texturas, brilho, textura e ornamentações, e ainda as relações da matéria-prima com as tendências. Em um critério extra de análise (iv), a autora aponta ainda, o caimento dos tecidos, o comportamento das fibras, a gramatura do material, os tratamentos têxteis de acabamento, os custos e a própria disponibilidade do material como fatores a serem observados.

Sob a ótica didática apresentada na obra de Udale (2015), os seguintes critérios são levantados como subsídios às decisões do designer de moda durante a seleção do material: (i) funcionalidade, (ii) estética e (iii) custo. Em busca de contemplar estes fatores, a autora indica ao designer, levar em conta o desempenho tecnológico que o material pode oferecer, os recursos de modelagem previstos ao produto, o volume pretendido à silhueta e a estrutura desejada para amparar a forma projetada. A autora sugere ainda que o designer considere os aspectos de elasticidade que podem estar relacionados tanto às questões estéticas do produto, quanto aos aspectos ergonômicos. Outros fatores arrolados dizem respeito à coloração, afinidade com as tendências, padronagem e textura que a superfície analisada apresenta.

Compreende-se que os atributos apontados por Andrade (2016) e Udale (2015), podem ser aferidos com maior facilidade em um contato direto entre o designer e as amostras dos artigos concorrentes. Diante deste entendimento, reitera-se que o acesso à biblioteca de materiais, pode representar um papel fundamental na escolha do designer. Em consonância, Xavier e Silva (2021, p. 681) indicam que, ao oferecer este acesso, as materiotecas possibilitam aos usuários verificar, “em primeira mão, características físicas e sensoriais”.

Cabe aqui, refletir sobre como esta percepção é alterada diante da transposição do meio físico ao digital. Neste contexto, diante da imaterialidade das amostras, Xavier e Silva (2021, p. 681) atentam que se torna “necessário articular outros meios para comunicar informações sensoriais e intangíveis dos materiais”. Desta forma, ao considerar a adaptação de um acervo de materiais constituído originalmente em ambiente físico, para uma perspectiva mediada pela virtualidade, julga-se apropriado ponderar que a representação destes materiais por recursos digitais, deve ainda comportar a transmissão de informações acerca do máximo possível, de atributos necessários ao entendimento sobre o material, conforme encaminhado no processo de seleção dos mesmos. Para tanto, cabe investigar o tratamento teórico que emerge da gestão da informação e do design em diálogo com as representações digitais de materiais têxteis.

2.3. A comunicação dos têxteis por meio de representações gráficas digitais

Credita-se à condição ideal da pesquisa em bibliotecas de materiais, o contato do usuário com a amostra física, pois esta situação subentende que o interessado poderá apreender as dimensões próprias à corporeidade do substrato analisado. Nessa perspectiva, Ashby e Johnson (2011, p.41) argumentam que “A natureza física das amostras é o ponto fundamental: novas ideias - inspiração - podem surgir com mais rapidez pelo manuseio”. Em acordo com os



autores, estima-se que a possibilidade de verificar o material pessoalmente seja vantajosa, ao passo que permite tocá-lo a fim de conferir a textura, manuseá-lo e desta forma compreender o caimento e a gramatura, possibilita ainda investigar a transparência, as nuances da cor ou mesmo outros acabamentos aplicados sobre o material. Entretanto, nem sempre esta é a realidade.

Sob a premissa de que o contato físico não é possível ou requerido, cabe conjecturar sobre outros meios que estenderiam ao material, a capacidade de transmitir a seu interlocutor, tais informações. Diante das distintas possibilidades de comunicação que se configuram na sociedade contemporânea, Castilho e Martins (2005, p 45) apontam que “a “democratização” da Internet, [...] impõe uma nova forma de pensar, multilateral, pouco linear, que tem obviamente influenciado nossos comportamentos [...] reorganizando nossa forma de ser e de processar as informações”. Os autores assinalam ainda, que a internet, coexiste à uma existência multimidiática e sincrética com relação à linguagem. Nesse sentido, considera-se a complexidade e riqueza de possibilidades derivada de um cenário permeado por hiperlinks e *hiperlinks*.

A disposição da informação em ambientes virtuais, pressupõe o alinhamento de diversos recursos comunicativos, tais quais elementos textuais, imagens, vídeos e áudios. Vale ressaltar ainda, que esta multiplicidade de elementos pode ser enriquecida por conexões com outros elementos, através do uso de *hiperlinks*. Este pressuposto encontra respaldo nas pesquisas de Castilho e Martins (2005), quando os autores evidenciam que é recorrente na cultura midiática contemporânea a formatação de textos mistos, resultantes da associação entre elementos verbais, visuais, sonoros, táteis, ou ainda, os que evocam também, os sentidos do olfato e paladar.

Ao investigar a comunicação dos aspectos subjetivos e intangíveis em materioteças, Xavier e Silva (2021, p. 679) indicam que “no contexto da apresentação virtual do acervo, estas informações devem ser traduzidas para a comunicação em linguagem verbal e visual”. Os autores destacam, no âmbito da linguagem visual, a utilização de registros fotográficos e audiovisuais que demonstram o material em diversas situações e permitem ao usuário, absorver informações sobre suas características sensoriais e intangíveis sem precisar de apoio textual. Já ao tratar da linguagem verbal, Xavier e Silva (2021, p. 689) inferem que a opção por “palavras únicas ou expressões verbais curtas”, bem como a adoção de um padrão ao composto informativo apresentado nas fichas de cada material, são aspectos que podem suprir eventuais lacunas no entendimento do usuário com relação à amostra observada.

Neste cenário, considera-se pertinente atentar às complexas interações que constituem os ambientes virtuais das bibliotecas de materiais, e observar as estratégias encontradas para linguagens visuais, em diferentes segmentos, para comunicar as propriedades dos materiais têxteis, enquanto aparato às soluções projetuais.

3. Procedimentos Metodológicos

A partir da hipótese levantada, de que a observação a determinados critérios na representação virtual dos materiais pode otimizar a utilização dos acervos *on-line*, e ao

considerar a bibliografia que fundamenta o segundo tópico, compreende-se que o percurso metodológico previsto oportuniza a conexão entre um olhar macro, que estende-se ao cenário dos acervos de materiais que são mediados pela tecnologia digital, e o recorte micro, que diz respeito à busca por soluções às demandas da Materioteca do IFSC.

A delimitação da amostra se deu a partir de uma investigação exploratória, onde os seguintes critérios foram adotados: (i) recursos de acesso livre, (ii) *sites* nacionais (iii) catálogos voltados aos materiais têxteis e, (iv) diferentes finalidades de uso (comercial, acadêmico e industrial). Desta forma, a partir dos acervos investigados, elegeu-se um representante à cada modalidade (tendo em vista a finalidade do acervo), conforme apresenta-se no Quadro 1.

Quadro 1: Apresentação da amostra consultada

Código	Nome	Caracterização do Ambiente Virtual	Caracterização do Acervo	Finalidade/ Perfil operacional
A1	Tecidoteca Moda UEM	Blogspot vinculado à instituição de ensino	Amostras têxteis	Acadêmica
A2	Tex Prima	Loja virtual de vendas por varejo	Tecidos	Comercial dirigido ao consumidor final (B to C)
A3	Original by Brasil	Plataforma virtual voltada ao mercado	Tecidos, aviamentos, soluções industriais, etc.	Comercial dirigido outras empresas (B to B)

Fonte: Autores

4. Resultados e Discussões

Apresenta-se a seguir, os registros coletados nestes espaços, os quais buscam demonstrar as escolhas quanto a linguagem visual na apresentação digital de seus tecidos. Cabe destacar que, optou-se nesta investigação, por consultar um material similar em todas as bases analisadas. Entende-se que esta padronização entre as amostras, resulta em uma base comparativa mais consistente. Para este exercício, o material selecionado foi a *malha*, de maneira geral, este termo define um tecido que resulta do entrelaçamento dos fios por laçadas.

Conforme mencionado no Quadro 01, o Acervo 1 (A1) representa o contexto acadêmico, desta forma entende-se que sua finalidade se volta ao ensino. A Figura 01, registra a coleta das informações visuais apresentadas na ficha individual de uma amostra catalogada como ‘Bandeira Têxtil 051: Meia Malha Circular 100% Algodão’.

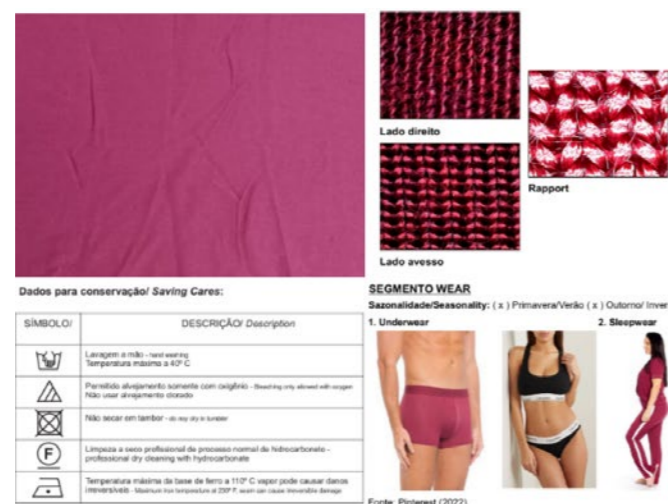


Figura 1: Informações visuais coletadas em A1. Fonte: Adaptada pelos autores, com base em A1.

A investigação em campo revelou que a estratégia do primeiro acervo analisado, alterna entre linguagem verbal e visual. Dentre as informações apresentadas na Figura 01, pode-se encontrar um registro fotográfico realista (canto superior esquerdo), o qual permite uma visualização geral da amostra, onde se pode identificar os aspectos de sua superfície (coloração, textura, representação de motivos gráficos, entre outros). Outro recurso é a apresentação de imagens ampliadas (canto superior direito), as quais evidenciam a diferença entre o lado direito e avesso do material e demonstram seu aspecto estrutural. Um terceiro elemento (canto inferior esquerdo) informa, por meio de símbolos gráficos, a manutenção adequada ao tecido. Por fim, são relacionadas sugestões de uso da malha, por intermédio de fotografias que retratam o produto final já confeccionado com o material em questão.

Em visita ao ambiente virtual do A2, pode-se identificar que a marca em questão, adota variadas estratégias de divulgação. A Figura 02, registra a coleta das informações visuais apresentadas na guia destinada ao produto apresentado como 'Malha Comfy'.

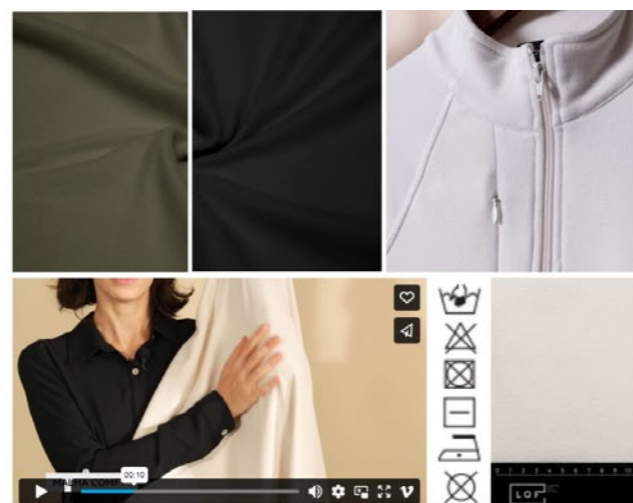


Figura 2: Informações visuais coletadas em A2. Fonte: Adaptada pelos autores, com base em A2.

A observação do espaço virtual do A2, sintetizada através da Figura 02, apresenta a aposta em diferentes meios visuais para apresentar as propriedades do material selecionado. Através de uma fotografia realista (canto superior esquerdo) têm-se uma visualização geral do material, a disposição do tecido insinua um movimento de torção e permite a compreensão de aspectos relacionados à gramatura e caimento do tecido. Nota-se também, uma preocupação em apresentar a variação cromática disponível ao produto (centro superior). Assim como no A1, há uma indicação de possíveis usos, com a foto de um produto (canto superior direito). Outra similaridade com o acervo anterior, é a presença de simbologias que indicam a manutenção adequada ao material (centro inferior). Entretanto, no A2, esta informação está acessível através do *hiperlink* de um arquivo intitulado 'Informe de Uso Completo'. Sinaliza-se também, a proporção do material através da sobreposição de uma escala milimetrada à uma foto do tecido planejado (canto inferior direito). Observa-se como um diferencial, a apresentação de um vídeo agregado à guia do produto. Neste recurso, pode-se conferir uma pessoa manipulando o tecido (o que permite verificar aspectos como elasticidade, caimento, opacidade, entre outros).

O terceiro acervo verificado (A3), tem como intuito apresentar ao mercado inovações em materiais, através das amostras agregadas à plataforma pelas empresas colaboradoras. A Figura 03 transmite as informações visuais relacionadas à meia malha canelada 'Azul Nobreza'.



Figura 3: Informações visuais coletadas em A3. Fonte: Adaptada pelos autores, com base em A3.

As informações visuais apresentadas na Figura 3 foram justapostas em uma única imagem (lado esquerdo), entretanto, podemos identificar duas propostas diferentes nesta composição. No plano de fundo, o tecido no rolo (canto superior direito), colabora para identificação de aspectos como a cor e existência (ou não) de padrões na superfície. O elemento em formato de gota (canto inferior direito), apresenta uma fotografia ampliada do produto onde o mesmo encontra-se disposto de forma irregular. Esta representação permite aferir o aspecto canelado

próprio ao tecido em questão, bem como, indica a gramatura e o caimento, através das dobras formadas pelo material conforme a posição registrada.

Ao debruçar-se sobre os dados obtidos, percebe-se uma variedade de propostas visuais à apresentação dos materiais que condiz às múltiplas proposições dos acervos denominados ao recorte. Diante disso, considera-se que contemplar por meio das expressões visuais as informações que o designer de moda e vestuário necessita ao selecionar os materiais adequados à determinado projeto, representa um grande desafio.

Com o intuito de relacionar as propriedades requeridas à seleção dos tecidos face às suas possibilidades de apresentação em meios virtuais, estrutura-se o Quadro 02, onde se apresenta este exercício comparativo entre representações digitais encontradas nos acervos acessados, e as propriedades dos materiais. Os aspectos pertinentes à escolha dos materiais, de acordo com as autoras abordadas na fundamentação teórica, envolvem, entre outros fatores, as características técnicas e funcionais, além dos atributos ergonômicos vinculados aos substratos.

Neste sentido, determinou-se como parâmetro comparativo os fatores a seguir: (i) cor, (ii) textura, (iii) padronagem/design de superfície, (iv) opacidade, (v) gramatura/caimento do tecido, (vi) elasticidade e ainda, o (vii) aspecto estrutural do material, a (viii) manutenção recomendada e as (ix) indicações de uso à cada tecido. Considerou-se que tais critérios são passíveis de expressão através do discurso visual e por tanto, condizentes a esta proposta.

Quadro 2: Comparativo entre as representações dos materiais e propriedades dos tecidos

PROPRIEDADES PERTINENTES À SELEÇÃO DOS TECIDOS	ACERVOS		
	A1	A2	A3
Cor	X	X	X
Textura	X	X	X
Padrão/ design de superfície	X	X	X
Opacidade	-	X	-
Gramatura/ caimento	-	X	X
Elasticidade	-	X	-
Estrutura	X	-	-
Manutenção	X	X	-
Indicação de uso	X	X	-

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

A análise dos dados expostos no Quadro 02, aponta que de maneira geral, os recursos escolhidos são capazes de transmitir uma parcela das informações necessárias ao designer para que este decida sobre a utilização ou não, acerca do insumo observado. Entretanto, identifica-se que a opção por comunicar as qualidades dos tecidos apenas por meio de fotografias (especificamente no caso das amostras recolhidas em A1 e A3), não transmitiu informações sobre a opacidade ou transparência dos materiais, diferente do que ocorre durante seu manuseio, (conforme observa-se no vídeo em A2).

A partir da comparação entre os acervos, constata-se que o registro do tecido planejado, conforme acontece em A1, não permite ao leitor apreender algo referente à sua gramatura e espessura, tampouco revela algo sobre seu caimento, pois não indica como este elemento se comportaria quando disposto em outras dimensões. Porém, ao transmitir à esta superfície uma impressão de movimento, conforme ocorreu em A2 e no destaque em A3, o comportamento do material e a conformação de suas dobras, podem indicar que se trata de um tecido mais, ou menos, encorpado e ainda, se este material tem um caimento fluido ou arma-se com facilidade quando utilizado em um sentido do fio diferenciado.

A capacidade elástica dos materiais não fica evidente através dos registros fotográficos, encontrados em A1 e A3, entretanto, a comunicação audiovisual em A2, permite compreender o desempenho do tecido frente a esta condição de alteração dimensional, esticando-se e retraindo-se. Também se confronta as propostas visuais, ante a comunicação dos aspectos técnicos da estrutura dos têxteis. Neste quesito, destaca-se a apresentação do A1, que através de imagens ampliadas transmite ao interlocutor, uma referência sobre como este tecido é feito, e também informa sobre a identificação do ‘lado direito’ e ‘lado avesso’.

Ao considerar a manutenção necessária a cada material, percebe-se que tanto A1, quanto A2, optaram por indicar estes cuidados através de ícones gráficos já difundidos a esta finalidade, o que favorece o entendimento e caminha ao encontro das indicações de padronização preconizadas por Xavier e Silva. O último fator contemplado, é ainda, de grande relevância no âmbito projetual. A indicação de uso dos materiais não restringe a escolha do designer, mas indica segmentos onde os materiais já são incorporados. Tal aspecto se apresenta em A1 e A2.

Evidenciou-se, portanto, que diferentes soluções visuais são capazes de compor uma resposta adequada à problemática identificada, o que corrobora com o direcionamento mencionado por Castilho e Martins (2005) que indicam esta profusão midiática na comunicação contemporânea. Nesse sentido, compreende-se que o projeto de um ambiente virtual à Materioteca do IFSC deve considerar uma estratégia de gestão da informação que valorize a linguagem visual. Acredita-se que tal ambiente, deva oportunizar a inserção de múltiplas fontes imagéticas além da digitalização das amostras, tais quais as fotografias ampliadas ou microscopia, representações por símbolos gráficos e demonstrações através de vídeos.

5. Conclusão ou Considerações Finais

A pesquisa retratada abordou como problemática, a comunicação das propriedades de materiais têxteis, em linguagem visual dirigida a ambientes virtuais. Neste contexto,



apontou-se o objetivo de identificar possibilidades às representações gráficas digitais de tecidos em bibliotecas de materiais, no intuito de amparar o processo de seleção dos materiais em projetos de moda e vestuário. A revisão bibliográfica sustentou este objetivo ao situar o estabelecimento das materiotecas no âmbito acadêmico e relacionar a seleção dos materiais como etapa fundamental ao projeto de moda, estes estudos permitiram ainda, destacar aspectos relevantes nas propriedades dos materiais têxteis. Uma breve abordagem da comunicação na contemporaneidade introduz as linguagens, e a dinâmica apropriada aos ambientes virtuais.

Considera-se que os resultados pretendidos foram alcançados, a investigação de campo resultou em uma reflexão sobre distintas maneiras de construir o discurso visual dos materiais. Por fim, confronta-se as informações obtidas em campo, com as referências abordadas, o que permite visualizar vantagens e desvantagens nas estratégias identificadas e desta forma, apontar possíveis encaminhamentos à problemática que rege esta investigação.

Acredita-se que este estudo possa ter continuidade através da prototipagem de um ambiente ideal, que atenda a todos os requisitos abordados no Quadro 02, bem como a validação destes dados com usuários. Por fim, entende-se que a condição interdisciplinar que constitui esta abordagem a torna demasiada para se exaurir no escopo de um artigo, entretanto, espera-se ter contribuído para que as bibliotecas de materiais atentem às diversas possibilidades que se apresentam ao meio digital em busca de melhorias em seus próprios ambientes.

Referências

- ANDRADE, Raquel Rabelo. **Uma ferramenta para a seleção de tecidos no desenvolvimento de produtos de moda**. 2016 153 f. Tese (Doutorado em Design). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – UNESP, Bauru, SP. 2016. Biblioteca Depositária: Unesp – Bauru. Disponível em: <https://bitly.com/COnih5> Acesso em: 02 dez. 2022.
- ASHBY, Michael; JOHNSON, Kara. **Materiais e Design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- Bandeira têxtil 051: meia malha circular. (n.d) **Tecidoteca Moda UEM**. Disponível em: <https://bitly.com/t43V0J> Acesso em: 20 nov. 2022.
- CASTILHO, Kathia; MARTINS, Marcelo M. **Discursos da Moda: semiótica, design e corpo**. 2. ed. São Paulo: Editora Anhembi Morumbi, 2005.
- COSTA, Maria Izabel. A Teciteca no contexto da interdisciplinaridade universitária: um espaço dinâmico e interativo. In: COLÓQUIO DE MODA, 11., CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM DESIGN E MODA, 2., 2005, Salvador. **Anais eletrônicos** [...]. s.l. ABEPEN, 2005. 1-5. Disponível em: <https://bitly.com/cesnY3> Acesso em: 12 nov. 2022.
- DANTAS, Denise; BERTOLDI, Cristiane Aun. 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. Disponível em: <https://bitly.com/s8u7Qq> Acesso em: 03 dez. 2022. DOI:10.29147/2526-1789.DAT.2016v1i2p62-75

FERRANTE, Maurizio; WALTER, Yuri. **A materialização da ideia: noções de materiais para design de produto**. Rio de Janeiro: LTC, 2010.

Malha comfy. (n.d.). **Loja de varejo Texprima**. Disponível em: <https://bitly.com/Z5J5Av> Acesso em: 02 dez. 2022.

Meia malha. (n.d). **Original by Brasil**. Disponível em: <https://bitly.com/q7YF7n> Acesso em: 28 nov. 2022.

UDALE, Jenny. **Tecidos e Moda: Explorando a integração entre o design têxtil e o design de moda**. 2.ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

XAVIER, Silvia Resende; SILVA, André Carvalho Mol. Comunicação de aspectos subjetivos e intangíveis dos materiais: análise de recursos para apresentação de informações em materiotecas virtuais. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE DESIGN DA INFORMAÇÃO (CIDI), 10., 2021. Curitiba. **Anais eletrônicos** [...]. Curitiba: SBDI, 2021. p 678-691. Disponível em: <https://bitly.com/M7dGdX> Acesso em: 03 dez. 2022. DOI: 10.5151/cidicongic2021-051-355759-CIDI-Educacao.pdf



Debatendo a aplicação de ACV na ETE da lagoa da conceição: uma revisão crítica da aplicação de ACVs em ETES

Debating LCA application in Lagoa da Conceição's WWTP: a critical review on LCA applied to WWTPs

Clayton Diogo Schinkel, Universidade Tuiuti do Paraná

clayton.schinkel@hotmail.com

Resumo

A ocupação irregular do território da Lagoa da Conceição em Florianópolis-SC, e deficiências na infraestrutura de tratamento de efluentes causaram impactos no estado trófico da Lagoa. Após o transbordo da Lagoa de Evapoinfiltração, em janeiro de 2021, essa alteração se acentuou. O transbordo evidenciou a necessidade de um olhar mais atento aos impactos gerados pelo sistema de gestão de efluentes do bairro da Lagoa através de uma visão holística. ACV (avaliação de ciclo de vida) é uma ferramenta reconhecida na quantificação de impactos ambientais causados por um produto/sistema. Assim, esse artigo se propõe a debater o uso de ACVs em ETES através de uma revisão narrativa da literatura, relacionando os resultados das aplicações com o caso da Lagoa. Essa revisão identificou 03 linhas de discussão: Uso de ACV para identificar pontos críticos e oportunidades de melhorias nas infraestruturas, comparação de infraestruturas convencionais e alternativas, e a circularidade do ciclo de vida em ETES.

Palavras-chave: ACVs (Avaliação de Ciclo de vida), Tomadas de decisão, Estação de Tratamento de Efluentes

Abstract

The irregular occupation of the territory in Lagoa da Conceição, and the deficiencies on the wastewater management system, impacted negatively the trophic state of the coastal lagoon. After the wastewater overflow in Lagoa da Conceição's Wastewater Treatment Plant (WWTP) the impact increased. The overflow manifested the need for an accurate quantification of the impacts caused by the WWTP. LCA (Life Cycle Assessment) it's a recognized tool for quantifying environmental impacts caused by a product/system. Thus, this article aims to discuss the application of WWTPs through a critical review, establishing relations between the results found by these applications, and the use of LCA in Lagoa da Conceição's case. 03 lines of discussion were identified on the articles review: the role of LCA in identifying critical spots and improvement opportunities in WWTPs, comparison between conventional and alternative infrastructures, and the life circularity on WWTPs.

Keywords: LCA (Life Cycle Assessment), Decision-Making, WasteWater Treatment Plants

1. Introdução

A paisagem da Lagoa da Conceição é fruto de uma ocupação que inicialmente deu-se junto aos morros, e logo espalhou-se pelo território em direção às águas da laguna. A ocupação urbana atual é desordenada apresentando-se como um conjunto confuso e sem planejamento, servido por uma rede viária composta de ruelas e caminhos, que se encontra saturada e não obedece a qualquer hierarquia dificultando a conexão da área (SANTIAGO E DANIEL, 2003).

Esse processo de desenvolvimento urbano sem planejamento e infraestrutura adequada vem alterando a qualidade da água da Lagoa da Conceição. Desde 2007, o seu estado trófico (capacidade de alimentar a produção primária) aumenta devido à entrada de efluentes ricos em nutrientes e matéria orgânica (DA SILVA et al., 2017; CABRAL et al., 2019).

O rompimento da barragem de uma das LEI (Lagoa de Evapoinfiltração) da ETE da Lagoa, que ocorreu no dia 25 de janeiro de 2021, atingiu a Lagoa despejando aproximadamente 100.000 m³ de efluente com alto teor de matéria orgânica, nutrientes, e outros compostos químicos, é apenas uma consequência da negligência operacional do sistema de tratamento.

A dificuldade de planejamento imposta pelo traçado urbano irregular da Lagoa, em conjunto com o desastre ambiental do transbordo da LEI, evidenciam a necessidade de intensificar o olhar técnico sobre a infraestrutura urbana de coleta e tratamento de efluentes existente.

Há diversos métodos para avaliação de impactos ambientais (Análises Custo-Benefício, Análise de Riscos Ambientais, Pegada de Carbono...). Entre esses, a Avaliação de Ciclo de vida (ACV) é a mais abrangente em termos de impactos ambientais considerados (GUÉRIN-SCHNEIDER et al., 2018). ACV foi formalizada no final dos anos 1980 e emergiu para uma norma ISO em 2006 (ISO 14044).

A ACV é conhecida por ser uma ferramenta importante para mensurar impactos ambientais e econômicos, auxiliando nos processos decisórios (COROMINAS et al., 2020; GALLEGO-SCHMID et al., 2019; COROMINAS et al., 2013). No caso da Lagoa da Conceição, a aplicação de uma ACV no sistema vigente pode contribuir para futuras melhorias e modificações em seu planejamento urbano, levando a soluções de menor impacto ambiental, aumentando a qualidade de vida dos moradores locais, e assim colaborando para a reversão do processo de eutrofização das águas.

O objetivo deste artigo é revisar a aplicação das ferramentas de ACVs em sistemas de gestão e tratamento de efluentes, com vistas a debater sua aplicação no caso da Lagoa da Conceição. Para tal, foram observados os parâmetros e os resultados da implementação de ACVs em sistemas de gestão ambiental divulgados na literatura. O que se espera, é prover suporte ao uso de ACVs como uma ferramenta informacional para suporte à decisão que visem diminuir impactos ambientais e promover a sustentabilidade ambiental.

Com esse intuito, esse artigo se dedica a fazer uma revisão crítica de 10 artigos de estudos de aplicação de ACVs. Explorar a relação de aplicações de ACVs para tomadas de decisão informadas leva à algumas questões que esse artigo propõe discutir:

- como as experiências de aplicação de ACVs em ETES contribuem para maior sustentabilidade ambiental dos sistemas de gestão de efluentes?



- quais são os pontos críticos de impactos identificados nas ACVs?
- quais os perfis de oportunidades de melhorias identificadas nas ACVs comparativas?
- quais correlações são possíveis estabelecer entre o estado trófico da Lagoa e a contribuição das ACVs apresentadas?

Para responder as perguntas aqui propostas, o artigo está estruturado em quatro sessões resumidas a seguir. Na segunda seção será abordada a definição de ACV, e sua relação como ferramenta de avaliação de impactos ambientais e sua contribuição para tomada de decisão informada. A terceira seção é referente aos procedimentos metodológicos, que inclui uma caracterização da área de estudo. Na quarta seção, será apresentado a revisão de 09 artigos que relacionam a aplicação de ACVs em ETEs, na função de informante para tomadas de decisão. Na quinta e última seção, uma discussão acerca dos artigos apresentados, e algumas indicações em relação ao caso da lagoa.

2. A contribuição de ACVs para sustentabilidade ambiental

2.1 Ferramenta para promoção da sustentabilidade

ACVs desempenham um papel importante na promoção da sustentabilidade ambiental através do fornecimento de avaliações quantitativas de impactos ambientais de produtos, processos ou sistemas. Através de uma perspectiva que analisa o ciclo de vida completo de um produto ou sistema, “do berço ao túmulo”, as ACVs provêm uma análise holística dos impactos ambientais causados pelo objeto de estudo. Diversas são as maneiras nas quais ACVs contribuem para sustentabilidade ambiental:

- avaliando o impacto Ambiental do objeto estudado: ACVs entregam uma perspectiva holística sobre os impactos relacionados ao ciclo de vida de um material, produto ou sistema (ISSO 14.040), não apenas localmente, mas em escala global;
- apoiando o processo para decisões mais sustentáveis: através de aplicações da ACV, e da quantificação de impactos ambientais. Dessa forma, tomadores de decisão podem se basear em dados e informações para tomar decisões mais assertivas na promoção da sustentabilidade.
- Promovendo eficiência na utilização de recursos: identificando oportunidades para diminuir o uso de recursos como água, e energia ou então no uso racional de matérias prima;

A ACV é uma ferramenta que fornece base para a adoção de medidas mitigadoras preventivas ou corretivas, preconizadas pela produção mais limpa (Sampaio Lopes et. al, 2017). Trata-se de uma metodologia importante pois trata com clareza de questões ambientais complexas, gerando números que permitem a tomada de decisões em bases objetivas. (COLTRO, 2007).

Apesar do seu sucesso, seu uso continua relativamente raro entre agentes públicos (BIDSTRUP, 2015). Uma possível explicação para tal fato, é a complexidade apresentada na aplicação do método para não-especialistas.

2.2 ACV como ferramenta para apoio à decisão informada

É evidente a necessidade de quantificar os impactos causados pelo sistema de coleta e tratamento de efluentes na região da Lagoa da Conceição. Entender quais são os pontos

críticos mais relevantes desse sistema para alteração do estado trófico da bacia hidrográfica, e em outras categorias de impactos, pode contribuir com melhores tomadas de decisão em relação à futuros cenários, mas também, na reversão do processo de eutrofização que a Lagoa se encontra.

As ACVs podem ser uma ferramenta valiosa para tomadas de decisões informadas, uma vez que conseguem abranger e quantificar o impacto ambiental do objeto avaliado. Como ferramenta de tomada de decisão ACVs podem ajudar a:

- identificar oportunidades de melhorias: identificando gargalos nos impactos produzidos em diferentes fases do ciclo de vida do objeto analisado;
- comparando cenários e soluções: além de identificar pontos de redução dos impactos causados, através da comparação da quantificação de impactos de diferentes produtos ou serviços, é possível identificar a opção menos impactante na perspectiva ambiental, e;
- promover transparência: através da quantificação real dos impactos causados, é possível comunicar a real performance ambiental de um determinado produto ou serviço;

De modo geral, ACVs têm um papel fundamental na promoção de análises quantificadas de impactos ambientais, provendo aos tomadores de decisão informações holísticas e científicas sobre o objeto estudado (GUÉRIN-SCHNEIDER et al., 2018).

3. Procedimentos metodológicos

O procedimento metodológico escolhido foi a realização de uma revisão narrativa da literatura acadêmica vigente. Foram utilizadas as palavras-chave: LCA (*Life Cycle Assessment*), *Decision-Making*, *WasteWater Treatment Plants*. Na busca pelos artigos optou-se por trabalhar com a string na língua inglesa. Um fator importante para a escolha de artigos, foi identificar artigos que trouxessem comparações entre cenários, deixando evidente a contribuição de ACVs como ferramenta para tomada de decisões. O limite dos sistemas das ACVs não foi fator decisivo na escolha dos artigos, apesar da maioria dos artigos selecionados tratarem apenas da fase operacional. Por último, priorizou-se artigos com relevância, utilizando a quantidade de citações como parâmetro.

A caracterização da área de estudo também fez parte do procedimento metodológico com a finalidade de entender as características urbanas do local, assim como da infraestrutura vigente (ETE da Lagoa da Conceição). Dessa forma, foi possível relacionar as características dos sistemas abordados nos estudos revisados com as características da infraestrutura do local.

4. Caracterização da área de estudo

A ocupação do território da lagoa da Conceição teve início em meados do século XVIII, com a construção da igreja Nossa Senhora da Conceição em 1751. Pelos 200 anos seguintes, a comunidade manteve-se em semi-isolamento, evoluindo demograficamente de forma natural, a partir, principalmente do crescimento vegetativo da população (SANTIAGO E DANIEL, 2003). Seu processo de urbanização, porém, iniciou-se apenas a partir de 1950, ocupando-se o sopé do morro da Lagoa, e o entorno da igreja Nossa Senhora da Conceição. A partir desse

núcleo partiam caminhos, sempre pelas terras baixas, onde foram se conformando moradias em forma de chácaras (SOUZA, 2003). Originadas pela delimitação dos sopés do morro, e pelas margens da bacia hidrográfica, resultou em um traçado urbano sinuoso, de glebas compridas, que se estruturam através de vielas e servidões.

O processo de divisão das antigas glebas ganhou impulso e produziu uma mudança significativa na paisagem (SOUZA, 2003). As grandes e estreitas parcelas de terra começam a ser desmembradas em lotes e a propriedade privada que passa a dirigir o crescimento urbano e o desenho de uma nova paisagem (BARBOSA et al., 2021).

A ETE Lagoa da Conceição foi implantada em 1987 e atendia uma população de 4.000 habitantes (BARBOSA et al., 2021). Desde sua implantação, a ETE recebeu algumas melhorias, e hoje conta com unidades de tratamento preliminares, tratamento secundário por reatores UASB, seguido de valas de oxidação, decantador secundário, e pós tratamento por desinfecção (Barbosa et al., 2021). Após essas etapas o efluente tratado é destinado para duas LEIs, que se localizam próximas à ETE, no Parque das Dunas da Joaquina.

Segundo Barbosa et al., (2021) diversas falhas no tratamento dos efluentes foram detectadas ao longo dos últimos anos pela Agência Reguladora de Serviços Públicos do Estado de Santa Catarina, essas falhas estão principalmente ligadas à ineficácia na remoção de nitrogênio e fósforo. Ademais, de acordo a NOTA TÉCNICA N°04 / PES (2021) o transbordo de 25 de janeiro de 2021, que lançou grande carga de fósforo e nitrogênio, associado à baixa capacidade de renovação das águas, promoveu um processo de hipereutrofização, estimulando o desenvolvendo de microalgas que absorvem os nutrientes.

5. Aplicações de ACVs em ETEs

Os estudos revisados demonstram uma variação de configurações e objetivos que passam por: mensuração de impactos de infraestruturas existentes, comparações entre cenários de reuso de subprodutos, comparação entre diferentes tecnologias, comparação entre métodos de avaliação, ou identificação de oportunidades de melhorias, entre outros... O quadro 1 apresenta um resumo dos artigos revisados contendo informações como: autores e ano da publicação, objetivo, escopo e fronteira do sistema, limitações, os cenários avaliados, metodologia de impacto utilizada, e os resultados obtidos.

Tabesh et al. (2019) utilizaram a ETE de Teerã, Irã, como objeto de estudo para uma aplicação de ACV a fim de identificar as fontes críticas de impactos ambientais causados pela infraestrutura existente. No estudo em questão, a aplicação de ACV permitiu concluir que a matriz energética do Irã acentua a média geral dos impactos ambientais causados pela ETE, por conta de seu alto gasto energético.

Garfi et al. (2017) utilizaram ACV como forma de realizar uma comparação entre uma ETE convencional com ETEs baseadas em sistemas “naturais” como Wetlands construídos, e Lagoas de Alta Taxa. A aplicação de mensurações parametrizadas na ACV permitiu a conclusão de que uma ETE convencional pode apresentar um potencial de impacto ambiental de 2 a 5 vezes maior que sistemas naturais.

O estudo de Renou et al. (2008) apresenta uma comparação entre 5 diferentes métodos de avaliação de impactos. O resultado demonstrou que na grande maioria dos impactos avaliados não houveram diferenças notáveis, com exceção das categorias de toxicidade. Essa conclusão ajuda a identificar que é preciso mais consenso entre as metodologias, em relação à impactos de toxicidade, para que ACVs se tornem ainda mais precisos.

Questões como a viabilização de estruturas de saneamento descentralizadas em comparação às estruturas centralizadas foram discutidas por Risch et al. (2021) e Opher & Fiedler (2016). Utilizando-se da ACV na avaliação de cenários comparativos entre estruturas centralizadas, em condições de densidade urbana diferentes, e à estruturas descentralizadas aplicadas na escala de uma residência, Risch et al. (2021) concluiu que o grau de viabilização entre tratamentos centralizados ou descentralizados dependem muito do contexto local (matriz energética, densidade urbana, topografia).

Quadro 1: Síntese das publicações

Tabela de artigos revisados					
Referência e local	Objetivo(s)	Escopo	Cenários	Método	Resultados
Irã. Tabesh, M., Feizee Masooleh, M., Roghani, B., & Motevallian, S. S. (2019).	- Identificar as fontes críticas de impactos ambientais causados pela ETE e comparar com cenários que propõe melhorias no sistema de tratamento.	ETE de lodo ativado, considerando desde a produção dos químicos utilizados no tratamento, seu transporte, fase de operação do tratamento, reuso de biogás, e descarte do lodo; - Limitações: Falta de informações de características do solo e do aquífero, portanto os impactos de irrigação dos plantios com efluentes tratados na salinização do solo e na dispersão de metais pesados não foram considerados.	- 1º cenário: a produção dos químicos utilizados no tratamento. - 2º cenário: uso de biogás para atender a demanda energética da planta; - 3º cenário: emissão dos gases subprodutos do tratamento de efluentes; - 4º cenário: transporte do lodo para ser utilizado em plantios;	Eco-Indicador 99 Endpoint	- O uso de biogás em vez de gás natural contribui significativamente para aliviar os impactos causados pela ETE avaliada; - Na comparação entre descarte do efluente tratado em um corpo hídrico, e no reuso para irrigação de plantios, o reuso na irrigação é uma prática mais ecológica, aliviando impactos de eutrofização;
Espanha. Pasqualino, J. C., Meneses, M., Abella, M., & Castells, F. (2009).	Através de uma ACV determinar os estágios de tratamento com maiores contribuições nos impactos avaliados, e propor cenários de melhoria para esses estágios.	ETE de convencional. Considera os químicos usados no tratamento, sua produção e logística, o transporte dos efluentes até a ETE, a energia consumida pela operação, serviços e manutenções; - Limitações: Não foram consideradas as fases de construção da infraestrutura e de outros produtos, assim como também não foi considerado a demolição da infraestrutura e equipamentos, e nem o sistema de distribuição de águas.	- 1º cenário: cenário existente da ETE; - 2º cenário: cenário que considera melhorias após aplicação de ACV no cenário existente. As melhorias são relativas à: alternativas de uso de biogás, e alternativas de descarte de lodo.	CML2000	- O tratamento líquido dos efluentes apresenta os maiores impactos relativos à: acidificação, mudanças climáticas, oxidação fotoquímica, e fatores abióticos. - O tratamento do lodo é o maior contribuinte para os impactos de eutrofização, eco toxicidade, e esgotamento de ozônio estratosférico. - O uso de biogás para geração de energia e calor para o reator aeróbico diminui os impactos gerados pelo tratamento líquido. - Reuso de lodo tratado diminui impactos gerados pela ETE estudada.
França. Renou, S., Thomas, J. S., Austin, E., & Pons, M. N. (2008).	Avaliar, através de um estudo de caso, a influencia dos métodos de avaliação de impacto utilizados	Considera a ETE convencional, atividades atreladas: produção de químicos, produção de eletricidade.	Apenas um cenário comparativo: utilização de 5 metodologias diferentes na mesma aplicação de ACV.	CML 2000, Eco Indicador 99,	- Na maioria das categorias de impactos não foram identificadas diferenças notáveis entre os resultados obtidos entre os métodos. A categoria de

	na aplicação da ACV em sistemas de tratamento de efluentes.	transporte de químicos, resíduos e lodo, e descarte em aterro. - Limitações: Apenas 5 categorias de impactos foram analisadas. A comparação dos métodos só foi realizada na fase de operação, deixando de fora as demais fases.		Ecopontos 97, EDIP 96 e EPS.	toxicidade apresentou diferenças notáveis, revelando que necessita mais consenso entre as metodologias.
Espanha. Garfi, M., Flores, L., & Ferrer, I. (2017).	Avaliar e comparar os impactos causados por formas alternativas de tratamento de efluentes (Wetlands e lagoas de alta taxa) em relação à um sistema convencional existente em comunidades pequenas.	Considera os fluxos de recursos materiais e energéticos para construção e operação (período de 20 anos) das infraestruturas, considerado também o descarte do lodo. - Limitações: Reuso de água tratada, e da biomassa de algas não foram considerados. Transporte dos materiais para a construção das infraestruturas também não foram contabilizados por serem considerados pouco representativos nos impactos causados.	Apenas um cenário comparativo entre três infraestruturas diferentes: ETE convencional, Wetlands Construído, e Lagoa de alta taxa.	ReCiPe midpoint	- Uma ETE convencional pode apresentar um potencial de impacto ambiental de 2 a 5 vezes maiores que sistemas naturais. - Em termos de custo, estruturas convencionais apresentar custos 2 a 3 vezes superiores em relação à sistemas naturais. Lagoas de Alta Taxa são as mais econômicas. - Wetlands construídas e Lagoas de Alta Taxa podem ajudar a diminuir impactos ambientais, e financeiros em pequenas comunidades.
Brasil. Lopes, T. A. S., Queiroz, L. M., Torres, E. A., & Kiperstok, A. (2020)	ACV de uma ETE composta por reator UASB seguida de Wetlands construída considerando as fases de construção e operação.	ETE composta por reator UASB + Wetlands construída. O sistema engloba coleta e bombeamento, pré-tratamento, desinfecção, descarte do lodo e do efluente tratado. - Limitações: Baixa qualidade de dados referentes à sistemas de tratamento de esgoto em países desenvolvidos. A ACV não avalia a eficiência das tecnologias de tratamento e as condições de funcionamento do sistema.	Não há cenários comparativos, apenas a discussão dos resultados da ACV de uma ETE descentralizada.	CML 2000 e Cumulativ e Energy Demand (CED)	- A fase de construção não deve ser excluída de ACVs aplicadas em tecnologias de baixa complexidade operacional (Wetlands construídos). Isso se deve ao nível de energia embutida nos materiais de construção utilizados (cimento e ferro). - Emissão de gases provenientes do reator UASB tem grande potencial de impacto na categoria de aquecimento global. Há uma correlação entre eficiência na remoção e nutrientes e Potencial de aquecimento global.
Canadá. Kobayashi, Y., Ashbolt, N. J., Davies, E. G. R., & Liu, Y. (2020).	Avaliar e comparar a performance ambiental de vários sistemas descentralizados de tratamento de águas cinza que possam servir uma comunidade de pequena escala em	Aborda desde a construção das plantas de tratamento, da infraestrutura de coleta, as fases operacionais, assim como a fase de fim de ciclo. - Limitações: Por falta de dados, os valores	22 cenários ao total foram comparados. Todos os cenários foram avaliados em 03 escalas: 3.500 PE, 350 PE e 5 PE. Dentre os cenários é possível dividir em categorias: centralizado	TRACI midpoint	- Sistemas naturais de tratamento (Wetlands), nem sempre apresentam melhor performance em relação à outros sistemas como MBR. - Economias por escala em plantas de tratamento podem ser invalidadas por

	região de frios intensos.	de parâmetros usados nesse estudo não são específicos para tratamento de águas cinzas em regiões frias. Emissões diretas de dióxido de carbono na fase operacional não foram incluídas de acordo como as regras da IPCC de 2006.	convencional sem reuso de efluente tratado; Descentralizado de Wetlands Construída com e sem reuso de águas cinzas, Descentralizado de Membrana MBR com e sem reuso de água cinza;		impactos causados pelo sistema de coleta. - Para maximizar os efeitos benéficos ambientais de ETEs descentralizadas, é recomendado a reutilização de águas cinzas; - Considerar os impactos da matriz energética na fase de operação é necessário para eficácia da ACV;
Israel. Opher, T., & Friedler, E. (2016).	Introduzir a ACV como meio de pensar políticas ambientais no gerenciamento de ETEs, através de um estudo comparativo que avaliou ETEs hipotéticas, de sistemas centralizados e descentralizados, com e sem reuso de águas tratadas.	Sistema centralizado, e sistemas descentralizados com e sem reuso de água. Considerado desde a construção e operação do sistema de coleta, planta de tratamento, e reuso de águas.	04 cenários avaliados: cenário convencional sem separação e reuso de água tratada, e cenários com separação de águas cinzas e negras, e tratamento e reuso em escalas diferentes.	ReCiPe 1.07 Midpoint	- A maioria dos impactos é dominada pela produção energética, que no caso de Israel apenas 10% da matriz energética provém de fontes renováveis. - A fase de construção não é representativa em relação a maioria das categorias de impacto, mas se mostra representativa no esgotamento de metais; - Taxas altas de vazamentos no sistema de coleta aumentam impactos de eutrofização;
Suécia. Shanmugam, K., Gadhamshetty, V., Tysklind, M., Bhattacharyya, D., & Upadhyayula, V. K. (2022).	Desenvolver e aplicar uma estrutura de avaliação orientada para sistemas de tratamento de efluentes com objetivo de auxiliar na formulação de estratégias de melhoria da performance circularidade no gerenciamento de efluentes. ACV foi utilizada em situação hipotética avaliando 5 cenários de melhorias da circularidade da ETE estudada.	Abrange a fase a operação da ETE, tratamento do lodo, e combustão de biogás. Nos cenários de melhoria de circularidade foi avaliado a utilização dos subprodutos de cada cenário. - Limitações: Dificuldades em incorporar prioridades regulatórias conflitantes; A estrutura desenvolvida é incapaz de avaliar sistemas de tratamento naturais.	05 cenários avaliados. Um cenários base "business as usual" sem reuso de gás, ou de lodo tratado, e outros cenários considerando diferentes reusos de biogás e do lodo tratado.	Método do IPCC (midpoint) + Ecoinvent + Método de Boulay + ILCD-2011 Midpoint+ (v. 1.08)	- A estrutura de avaliação desenvolvida demonstrou pontos positivos, podendo ser aplicado a diferentes tipologias de ETEs e reuso de subprodutos, apresentou modularidade de dados, e apresentou correlação entre as melhoras na circularidade e retorno financeiro;

Fonte: Elaborado pelo autor.

6. Discussão

Apesar de largamente utilizada para fins científicos, como o uso de governanças municipais, as ACVs ainda são uma ferramenta pouco utilizada, principalmente pela sua dificuldade técnica, i.e., a falta de base de dados confiáveis, complexidade laboral, e softwares abertos.

Todos os estudos relacionam que as ACVs são de vital importância para a tomada de decisão informada, e na promoção da sustentabilidade ambiental no gerenciamento do



tratamento de efluentes urbanos. Dentro dos artigos revisados há 03 linhas de pesquisas identificadas que demonstram como essas experiências contribuem para o alcance de maior sustentabilidade ambiental na gestão de efluentes. Dividiremos essas linhas em subseções, com uma subseção a mais de observações gerais. Em cada subseção se discutirá possíveis aplicações de ACVs relacionadas aos resultados dos artigos estudados.

7. Identificação de pontos críticos e oportunidades

O propósito de todo sistema de tratamento de efluentes é mitigar a exposição humana à poluentes danosos provenientes desse processo. Definir aonde estão os pontos críticos dos impactos gerados evidencia pontos a serem melhorados nessas infraestruturas, e também oportunidades para aumento da circularidade do efluente tratado.

Relações entre as fases de construção e operação demonstram ser um ponto crítico na escolha de um sistema de tratamento de efluente. Em ETEs centralizadas e convencionais, a contribuição do alto gasto energético em fase operacional demonstra ser um ponto crítico dessa tipologia, como confirmado nos estudos de Renou et al. (2008), Pasqualino et al. (2009), Opher & Fiedler (2016), Tabesh et al. (2019), Lopes et al. (2020), e Kobayashi et al. (2020). A fase operacional de plantas convencionais demanda um alto consumo de energia, principalmente na fase de tratamento do efluente líquido como Pasqualino et al. (2009) descreve em seu estudo, demonstrando como o reator aeróbio de uma ETE pode representar até 70% do consumo energético. A matriz energética demonstra ser um fator influente nessa tipologia de estrutura, como foi demonstrado por Opher et al. (2016), que em seu estudo identificou que a maioria dos impactos identificados eram provenientes da matriz energética de base não renovável. Por outro lado, Lopes et al. (2020) afirma que uma matriz energética baseada em sistema hidráulico (renovável) pode contribuir para diminuir impactos relativos à fase de operação de uma ETE.

No caso de ETEs que contam com reatores anaeróbios, é identificado como oportunidade a captação e reuso de biogás para abastecimento elétrico de ETEs, como confirmam Pasqualino et al. (2009) e Tabesh et al. (2019).

No caso da ETE da Lagoa, apesar de contar com matriz energética considerada renovável, descobrir através de uma ACV qual a influência da matriz energética na média dos impactos específicos possibilitaria entender se o gasto energético é um ponto crítico a ser avaliado, e se, portanto, seria necessário ou não buscar fontes alternativas de suprimento de energia, ou então, mudanças no sistema vigente. Comparar o sistema centralizado da ETE da Lagoa, com sistemas alternativos de tratamento é necessário para entender se há melhores maneiras de lidar com os efluentes, e portanto, evitando a contaminação da Lagoa.

8. Comparação de infraestruturas

Os estudos de Renou et al. (2008), Opher & Fiedler (2016), Garfi et al (2017), Kobayashi et al. (2020), Risch et al (2021), e Shanmugam et al (2022) demonstram o potencial que aplicações de ACVs tem para comparação de infraestruturas, uma vez que a mesma tem o potencial de prover informações para apoiar processos decisórios, pela identificação de pontos críticos nos impactos gerados em todo seu ciclo de vida.

Quando comparados sistemas convencionais, e sistemas de base natural, há um consenso de que sistemas convencionais tem potencial de impacto muito maior que de base natural,

podendo ser de 2 a 5 vezes mais impactantes, segundo Renou et al. (2008). Isso se deve a alguns fatores, o principal é a baixa dependência do uso de energia elétrica para seu funcionamento, e a diminuição no uso de químicos. Além de se provarem mais ambientalmente sustentáveis, os sistemas de base natural também se provaram menos custosos.

A influência da centralização, ou não, de ETEs também é um ponto importante a ser discutido, e também demonstram variações que dependem de contextos específicos como mencionado anteriormente. Opher & Fiedler (2016) demonstraram que sistemas descentralizados, diante das condições testas em seu estudo, são preferíveis ao uso de um sistema centralizado, mas recomendam testes em diferentes contextos. Risch et al. (2021) demonstram em seu estudo que sistemas centralizados apresentam menor impacto à categoria de ecossistemas (endpoint), mas apresentam maior impacto à categoria de recursos. Quanto à categoria de impactos à saúde humana não houve uma definição clara.

Porém, para ter uma comparação assertiva entre tipologias de sistemas e de sua distribuição, Risch et al. (2021), afirma que é necessário entender o contexto local, dependendo do tamanho da população, características geográficas, e matriz energética utilizada.

As comparações entre diferentes fases do ciclo de vida de um sistema de tratamento de efluente é um ponto bastante discutido entre os estudos revisados. De acordo com Lopes et al. (2020), a fase de construção não pode ser excluída das ACVs quando avaliados sistemas de base natural, pois a energia embutida dos materiais de construção tem papel representativo no potencial de impactos. Na contramão, no estudo de Opher et al. (2016) argumenta-se que a fase de construção é pouco significativa em relação à fase de operação, devido ao alto gasto energético da mesma. Essa diferença entre estudos reforça o argumento de que a matriz energética é altamente determinante nos impactos de uma ETE quando se estuda sistemas convencionais.

9. Circularidade

Há diversas maneiras de melhorar a circularidade do ciclo de vida de sistemas de tratamento de efluentes. A separação de águas cinzas e negras pode propiciar uma melhora nos impactos, como abordam Opher & Fiedler (2016), Kobayashi et al. (2020), e Shanmugam et al. (2022), através do reuso de águas cinzas seja para usos potáveis ou não potáveis. Shanmugam et al. (2022) evidencia que o reuso de água cinza é uma maneira de evitar o descarte de efluentes diretamente em corpos hídricos, dessa forma diminuindo impacto relativo à eutrofização. No caso de Opher & Fiedler (2016), que em seu estudo compararam diferentes sistemas de tratamento em uma cidade hipotética com dados de Israel, o reuso de água (potável e não potável) também beneficiaram a queda de impactos ambientais, pois a principal fonte de suprimento de água provém de dessalinização de água do mar.

Como mencionado anteriormente, em ETEs convencionais o alto gasto energético pode influenciar diretamente os impactos ambientais. Nesses casos, a reutilização de biogás gerada por reatores anaeróbios pode ser uma medida mitigadora. No estudo de Tabesh et al. (2019) identificou-se que se canalizado e reutilizado, o biogás gerado pelo sistema de tratamento era suficiente para atender a demanda de energia, portanto, ajudando a reduzir os impactos causados pela matriz energética. Shanmugam et al (2022) criou uma estrutura de avaliação para determinação de “futuras opções circulares”, avaliando opções de reuso de biogás, e



reciclagem de lodo. Esse estudo identificou que o biogás gerado pela planta abrangia 88% da energia demandada reduzindo significativamente o uso de energia provindo da matriz energética Indiana que é baseada na queima de carvão. O estudo também comparou outros usos de biogás, como para gás de cozinha, e como combustível para ônibus. Em relação à reciclagem do lodo, usos como fertilizante do solo, insumo para produção de cimento, ou produção de *hydrochar pellets*, são opções de reciclagem apresentadas por Pasqualino et al. (2009) e Shanmugam et al (2022).

Pensando no caso da lagoa, praticar o descarte do lodo em aterro, a não reutilização do biogás, e o despejo do efluente tratado em corpo hídrico próximo, são aspectos que podem ser repensados através do ponto de vista da circularidade. Algumas possibilidades de estudos de aplicação de ACVs no contexto da lagoa surgem em decorrência dessa pesquisa. Por exemplo, a comparação de estruturas descentralizadas e de base natural para tratamento de águas cinzas diminuindo o efluente enviado à LEI. Repensar o envio de lodo tratado à aterros, dando outros usos que possam ser mais produtivos como condicionador de solo, ou para indústria cimentícia. A reutilização de biogás também poderia ser um cenário a ser estudado, avaliado o reuso para prover gás de cozinha para moradores impactados pelo transbordo da LEI da Lagoa.

10. Observações gerais

Entre os artigos avaliados, a falta de base de dados adequada para especificidades locais é uma das limitações mais recorrentes entre os estudos. A necessidade de dados específicos faz com que a fase de inventário seja uma das mais laborais, e também a mais importante para o sucesso da aplicação da ACV, pois os dados de entrada influenciam completamente a quantificação dos impactos gerados. Pensando em nível nacional, a construção de uma base de dados poderia contribuir com o cenário atual facilitando a elaboração de novos e diversos estudos na área.

11. Conclusão

Apesar de ainda incipientes, os estudos de aplicação de ACVs em ETEs já demonstram uma grande carga de possíveis funções de ACVs para a promoção da sustentabilidade ambiental através da tomada de decisões informadas.

No caso da Lagoa da Conceição, que se encontra em estado trófico avançado, em grande parte pela influência de problemas associados ao tratamento (ou a falta deste). Os estudos de ACV revisados nesse artigo demonstram a mesma como uma ferramenta interessante para mapear pontos críticos dos impactos causados pelo sistema de gestão de efluentes responsável pelo saneamento do bairro.

Através de uma visão holística a aplicação de ACVs na Lagoa poderia auxiliar a identificar os pontos críticos dos impactos ambientais da ETE da Lagoa, assim como testar possibilidades de aumento de ciclo de vida através de cenários comparativos com o sistema original, ou então comparar estruturas alternativas de tratamento de efluentes com a estrutura existente.

Referências

- BARBOSA, Leticia (coord.). RELATÓRIO BACIA HIDROGRÁFICA DA LAGOA DA CONCEIÇÃO **Saneamento Ambiental - Esgotamento Sanitário..** [S. l.], 2021. Disponível em: https://www.marquitoagroecologia.com/_files/ugd/1fc524_a7a7a61a505744cb88473c39797ac91b.pdf. Acesso em: 1 jan. 2023.
- BIDSTRUP, Morten. Life cycle thinking in impact assessment—Current practice and LCA gains. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 54, p. 72-79, 2015.
- COLTRO, Leda et al. Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão. **Campinas: Cetea/Ital**, v. 1, 2007.
- COROMINAS, Lluís et al. The application of life cycle assessment (LCA) to wastewater treatment: A best practice guide and critical review. **Water research**, v. 184, p. 116058, 2020.
- COROMINAS, Lluís et al. Life cycle assessment applied to wastewater treatment: state of the art. **Water research**, v. 47, n. 15, p. 5480-5492, 2013.
- GALLEGO-SCHMID, Alejandro; TARPANI, Raphael Ricardo Zepon. Life cycle assessment of wastewater treatment in developing countries: a review. **Water research**, v. 153, p. 63-79, 2019.
- GARFÍ, Marianna; FLORES, Laura; FERRER, Ivet. Life cycle assessment of wastewater treatment systems for small communities: activated sludge, constructed wetlands and high rate algal ponds. **Journal of Cleaner Production**, v. 161, p. 211-219, 2017
- GUÉRIN-SCHNEIDER, Lætitia et al. How to better include environmental assessment in public decision-making: Lessons from the use of an LCA-calculator for wastewater systems. **Journal of Cleaner Production**, v. 187, p. 1057-1068, 2018.
- KOBAYASHI, Yumi et al. Life cycle assessment of decentralized greywater treatment systems with reuse at different scales in cold regions. **Environment international**, v. 134, p. 105215, 2020.
- LOPES, Thaís AS et al. Low complexity wastewater treatment process in developing countries: A LCA approach to evaluate environmental gains. **Science of The Total Environment**, v. 720, p. 137593, 2020.
- OPHER, Tamar; FRIEDLER, Eran. Comparative LCA of decentralized wastewater treatment alternatives for non-potable urban reuse. **Journal of environmental management**, v. 182, p. 464-476, 2016.



PASQUALINO, Jorgelina C. et al. LCA as a decision support tool for the environmental improvement of the operation of a municipal wastewater treatment plant. **Environmental science & technology**, v. 43, n. 9, p. 3300-3307, 2009

PES – Projeto Ecoando Sustentabilidade (Santa Catarina). **Nota Técnica N°03/PES/2021**. Mortandade de organismos e cheiro de água podre na Lagoa da Conceição. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 25 de fevereiro de 2021. 13p.

PES – Projeto Ecoando Sustentabilidade (Santa Catarina). **Nota Técnica N°04/PES/2021**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2021. 15 p.

RENOU, S. et al. Influence of impact assessment methods in wastewater treatment LCA. **Journal of cleaner production**, v. 16, n. 10, p. 1098-1105, 2008.

RISCH, Eva; BOUTIN, Catherine; ROUX, Philippe. Applying life cycle assessment to assess the environmental performance of decentralised versus centralised wastewater systems. **Water Research**, v. 196, p. 116991, 2021.

SANTIAGO, Alina Gonçalves et al. Espaços livres e forma urbana: interpretando características e conflitos em Florianópolis (SC). **Paisagem e Ambiente**, n. 33, p. 51-66, 2014.

SHANMUGAM, Kavitha et al. A sustainable performance assessment framework for circular management of municipal wastewater treatment plants. **Journal of Cleaner Production**, v. 339, p. 130657, 2022.

SILVA, Victor Eduardo Cury et al. Space time evolution of the trophic state of a subtropical lagoon: Lagoa da Conceição, Florianopolis Island of Santa Catarina, Brazil. **RBRH**, v. 22, 2017.

TABESH, Massoud et al. Life-cycle assessment (LCA) of wastewater treatment plants: a case study of Tehran, Iran. **International Journal of Civil Engineering**, v. 17, p. 1155-1169, 2019.

Caracterização Físico-Mecânica de Solo-Cimento para fins de produção de paredes em Taipa de Pilão

Physical-Mechanical Characterization of Soil-Cement for the Production of Rammed Earth Walls

Anderson Renato Vobornik Wolenski, Doutor, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus São Carlos, Docente de Estruturas e Tecnologias da Construção Civil.

anderson.wolenski@ifsc.edu.br

Cristiano Augusto Heuser, Graduando, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

cristiano.h03@aluno.ifsc.edu.br

Éder Luciano Welter, Graduando, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

eder.lw@aluno.ifsc.edu.br

Ezequiel Koppe, Doutor, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

ezequiel.koppe@ifsc.edu.br

Cássio Alexandre Bariviera, Mestre, Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC).

cassio.bariviera@ifsc.edu.br

Resumo

Pesquisas acerca dos sistemas construtivos e inovadores têm sido frequentes em ações que buscam edificações sustentáveis. A urgência por esta demanda tem levado a estudos que possam romper o paradigma da construção civil que visualiza, nos materiais não renováveis, a única forma exitosa em uma edificação. A Taipa de Pilão é uma alternativa exitosa, uma vez que tem a terra como principal componente, de modo a obter impacto no custo-benefício, redução no consumo energético e melhoria no conforto termo acústico. Neste sentido, o presente estudo caracterizou física e mecanicamente solos extraídos de 3 (três) municípios da região oeste de Santa Catarina, como forma de conceber paredes autoportantes em Taipa de pilão, sendo este um método construtivo altamente inovador para o contexto de uma edificação sustentável.

Palavras-chave: Resistência Mecânica; Sustentabilidade; Taipa de Pilão; Paredes Autoportantes.

Abstract

Research on innovative construction systems has been frequent in actions that seek sustainable buildings. The urgency of this demand has led to studies that can break the paradigm of the



construction industry that sees non-renewable materials as the only successful way to build. Rammed earth is a successful alternative, as it uses earth as its main component, resulting in cost-benefit impact, reduced energy consumption, and improved thermal and acoustic comfort. This study characterized physically and mechanically extracted soils from three municipalities in the western region of Santa Catarina, as a way of conceiving self-supporting walls in rammed earth, which is a highly innovative construction method for the context of a sustainable building.

Keywords: mechanical strength, sustainability, rammed earth, self-supporting walls.

1. Introdução

As técnicas que usam o compósito solo-cimento como principal material constituinte em uma edificação possuem em comum a minimização dos impactos ambientais negativos, quando comparados a insumos tradicionais e não renováveis, como o cimento e o aço, que despontam como grandes vilões do efeito estufa ao gerar grandes quantidades de CO₂. Inserir a terra crua como um componente construtivo ou como uma possibilidade mais sustentável, portanto, resulta em mudanças significativas para a cadeia produtiva da construção civil.

Para, além disso, utilizar um material extraído *in loco*, tal como o solo da própria área a ser edificada, representa um impacto positivo na redução dos custos totais da obra, pois contribui diretamente na redução do consumo energético durante a construção. Podendo ainda somar a isso, uma melhora significativa do conforto térmico e acústico proporcionados pelo uso deste material e apreciados no pós-ocupação.

Milani e Barboza (2016) destacam que muitas pesquisas são voltadas para a confecção de tijolos ou blocos que adotam a técnica de prensagem ou da compactação do material, para produzir paredes de vedação. Em comum, tais técnicas compartilham da estabilização do solo a partir de uma incorporação mínima de cimento ou da cal, de modo a se tornar uma importante alternativa às matérias-primas tradicionais da construção civil, cada vez mais escassas e com custos crescentes. De acordo com Sakr *et al.* (2010) a construção civil é uma das atividades econômicas que mais consomem matérias-primas virgens em seus processos e que geram crescentes impactos ambientais resultantes da extração, consumo e descarte de bens naturais ou manufaturados, da ampla ocupação e modificação da paisagem, e conseqüentemente, da degradação e poluição ambiental causados por esses processos. Logo, o ciclo da cadeia produtiva de uma edificação se torna corresponsável na ampla rede de transformação dos insumos, vez que esta é seguida por uma extensa gama de resíduos, gerados antes, durante e após as distintas etapas de uma construção.

Quando os resíduos da construção civil não são gerenciados da maneira correta, desconsiderando o ciclo de vida do material e a sua posterior disposição na natureza, estes continuam causando impactos negativos, degradando solos, comprometendo corpos hídricos superficiais e lençóis freáticos, obstruindo sistemas de drenagem, intensificando enchentes e degradando a paisagem de modo geral (YEHEYIS *et al.*, 2013; PASSUELLO *et al.*, 2014).

A incorporação dos ditos Materiais a 0 Km tem contribuído muito para mudar este paradigma cíclico da construção civil, vez que esses materiais podem ser adquiridos

localmente, sem necessidade de transporte ou transformação, e que, no fim da sua vida útil, podem facilmente ser reincorporados ao ambiente (SOUZA, 2021). Esta visão sistêmica sobre a manufatura e o uso dos materiais de uma edificação é resultado de um necessário movimento de incentivo ao uso de insumos locais e que incorporem uma industrialização mínima. Tal abordagem busca proporcionar construções mais sustentáveis, saudáveis, econômicas, socialmente acessíveis e identificadas com o lugar onde estão inseridas.

De modo análogo, a pesquisa aqui proposta permeia questões de cunho técnico, baseadas nos aspectos sustentáveis ao seguir um conceito novo, mas que mundialmente tem se consolidado cada vez mais e se apresentado em manifestos e projetos da construção civil, denominado Arquitetura km 0. Estudar o material solo-cimento busca um enquadramento no tripé Ambiental-Cultural-Econômico pautado pela ideia original da sustentabilidade, ao adotar materiais extraídos *in loco*, mas precisamente de solos encontrados nos municípios de Águas de Chapecó, Palmitos e São Carlos, região oeste do Estado de Santa Catarina, a fim de seguir o conceito de materiais Km 0 e agregar tecnologia na caracterização físico-mecânica do solo-cimento, visando seu emprego em paredes autoportantes de taipa de pilão.

Cabendo destacar que a taipa de pilão não figura como algo novo no Brasil, vez que diversas construções históricas em muitas regiões do país guardam esta técnica por trás de seus rebocos e pinturas caiadas, mas que infelizmente entrou em desuso no início do século XIX com o advento do cimento Portland. Segundo Minke (2022), as construções com terra de modo geral são conhecidas há mais de nove mil anos, sendo um material amplamente utilizado em diversas culturas antigas, tanto em casas, quanto em templos e edifícios religiosos e as com terra compactada, mais precisamente, há pelo menos cinco mil anos.

Em linhas gerais, a taipa de pilão consiste em apiloar/compactar camadas de terra crua entre formas de madeira, camadas essas que resultam em paredes monolíticas, autoportantes e de material isotérmico, entretanto, bastante rudimentares tendo em vista o caráter artesanal da sua execução (PISANI, 2004). Sobre esta técnica tradicional, Minke (2022) destaca que esta ainda é usada em diversos países, todavia, a emergência do uso de métodos e materiais mais sofisticados e de ferramentas mais apropriadas, como formas moduladas e apiloadores pneumáticos, tem possibilitado a execução desta técnica de modo mais eficiente, tornando seu uso mais expressivo, mesmo nos países desenvolvidos, dada a sua viabilidade econômica e o caráter ecológico do seu material básico.

Um dos primeiros países a empregar tecnologia neste sistema construtivo foi o Egito, através do arquiteto Hassan Fathy da Universidade do Cairo, onde a partir da inserção de novos equipamentos, métodos, ferramentas e design, revelaram novas possibilidades para o uso da taipa de pilão (GATTI, 2012). Em relação ao método tradicional, a taipa de pilão apresenta diversos benefícios, como a associação facilitada com outros materiais ou subsistemas, formas projetadas, esbeltas das estruturas, possibilidade de modulação das paredes, a agilidade na execução e também resultados estéticos mais interessantes (VERALDO, 2015), evidenciando que, para além do seu caráter sustentável, a taipa de pilão mostra-se também viável técnica e economicamente na atualidade.

Esta visão pautada na sustentabilidade e na viabilidade técnica contribui para fundamentar o presente artigo, que objetiva caracterizar do ponto de vista físico-mecânico o material solo-cimento em âmbito laboratorial, a fim de viabilizar a técnica construtiva da Taipa de Pilão em âmbito comercial, seja por empresas e indústrias da construção civil ou por

profissionais que busquem incorporar a nova Arquitetura Km 0 em seus projetos para edificações mais sustentáveis na região oeste de Santa Catarina.

Por fim, podem-se citar como objetivos específicos deste trabalho: (1) analisar os aspectos físicos do material solo-cimento de três municípios do oeste catarinense, tais como composição granulométrica, limites de liquidez e plasticidade, densidade e umidade; (2) analisar o comportamento mecânico do compósito solo-cimento, a partir de corpos de prova moldados com compactação e teor de umidade ótimo; e (3) ter subsídios para uma futura incorporação, na construção civil local, destes materiais nos municípios de Águas de Chapecó, Palmitos e em São Carlos-SC.

2. Materiais e Métodos

As etapas experimentais da pesquisa aqui proposta demandam do correto procedimento metodológico intrínseco de cada ensaio, o que implica em seguir rigorosamente as normas técnicas de classificação constituinte do solo-cimento.

Neste sentido, este trabalho está pautado em normas relacionadas à caracterização físico-mecânica dos materiais: solo, cimento e agregado miúdo, bem como, em trabalhos científicos (normatizados e/ou empíricos) que auxiliaram no entendimento das metodologias aqui adotadas, com destaque para a recente publicação da NBR 17014:2022 - Taipa de Pilão - Requisitos, procedimentos e controle. Na sequência, tem-se o detalhamento dos ensaios físicos e mecânicos desta pesquisa.

2.1. Características físicas

Este artigo partiu da seleção e correção do solo encontrado na região do extremo oeste catarinense, mais precisamente, nos municípios de Águas de Chapecó, Palmitos e São Carlos, a fim de reconhecer as características físicas do solo (extraído *in loco*) para verificar sua conformidade em termos de coesão, compactação e composição granulométrica.

Durante a extração descartou-se uma primeira parcela de solo, visto as suas características estritamente orgânicas. Com a seleção do solo mais adequado, avaliou-se a distribuição dos tamanhos de partículas (EMBRAPA, 2017), e os limites de plasticidade (ABNT NBR 7180:2016) e de liquidez (ABNT NBR 6459:2016). A Figura 1a mostra o equipamento de Casagrande adotado para determinação de tais limites.

Além disso, realizou-se o ensaio de densidade real dos grãos dos solos (DNER ME 093:1994) e a análise do teor mínimo de cimento requerido para estabilização físico-química completa do solo (DNIT ME 414:2019), com as provetas de 250 mL dispostas com diferentes percentuais de cimento (Figura 1b).

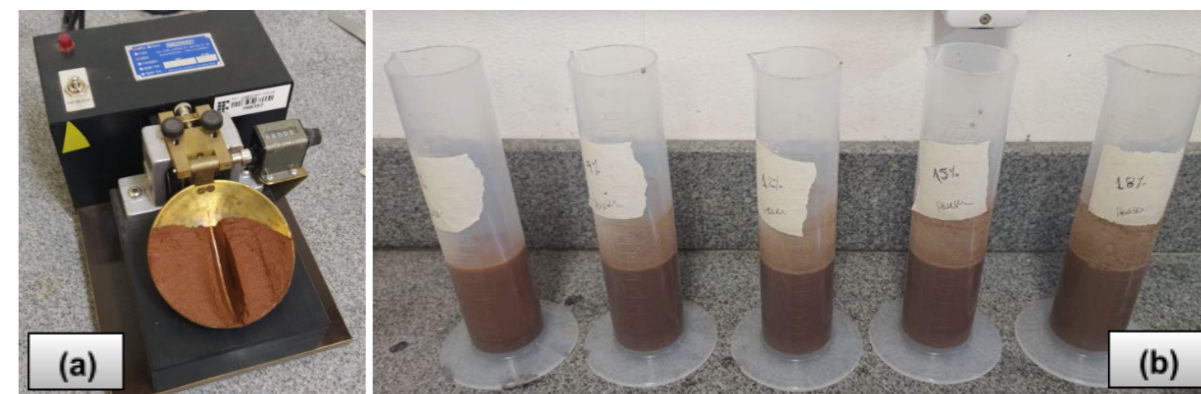


Figura 1: Equipamento de Casagrande usado para determinação dos limites plásticos dos solos (a); disposição das provetas para o ensaio de determinação ótima do teor de cimento (b).

Estes ensaios iniciais apontaram a necessidade de correção granulométrica do solo obtido a partir da adição de agregados miúdos, sendo a areia natural média adotada neste trabalho. O termo solo-mistura, portanto, refere-se à mistura do solo com areia necessária para melhoramento da distribuição granulométrica e melhor empacotamento das partículas.

2.2. Características mecânicas

2.2.1. Moldagem dos corpos de prova

Os corpos de prova (CPs) foram moldados por compactação, com três camadas de mesma altura e compactadas com 15 golpes por camada (ABNT NBR 12023:2012). Espalhou-se o solo-cimento dentro dos moldes CBRs (\varnothing 10 cm), com quantidade suficiente para produzir uma camada compactada de mesma altura, conforme sequência ilustrada pela Figura 2.





Figura 2: Mistura do solo-cimento: (a) solo com 10% de cimento, (b) mistura do solo-cimento seco e adição de água em uma mistura homogênea, e (c) solo-cimento pronto para moldagem das amostras.

O solo-mistura foi adotado em seu estado seco, com adição de 10% de cimento, seguida da mistura manual dos materiais e com adição de água em um teor de 12%, a fim de atingir a umidade ótima de compactação.

2.2.2. Ensaios para resistência mecânica à compressão

Foram confeccionados 03 (três) corpos de prova (CPs) de cada tipo de solo, de modo a determinar a resistência à compressão do solo-cimento (f_{c0}), conforme recomenda a ABNT NBR 12025:2012. Após 28 dias de cura (ambiente seco), o rompimento dos CPs foram realizados a uma taxa de incremento de tensão de $(0,15 \pm 0,10)$ MPa/min, em uma prensa servo controlada com capacidade máxima de 1.000 kN (Intermetric iM Unique 2223©).

3. Resultados

Os resultados e discussões foram divididos conforme a caracterização física e mecânica do solo-cimento compactado, fruto principal deste estudo. Ao longo dos resultados, quando se refere ao solo-mistura, faz-se referência a mistura de 50% de solo *in loco*, em conjunto com 50% de areia natural, como forma de alcançar um melhor empacotamento das partículas e coesão. Adicionados ao solo-mistura, adotou-se um percentual de 10% de cimento CP V-ARI, a fim de melhorar a resistência mecânica à compressão.

3.1. Características físicas

Na Tabela 1 são apresentados dados referentes à granulometria e limites de consistência, realizados a fim de caracterizar fisicamente os solos utilizados.

Tabela 1: Dados de caracterização física dos solos adotados neste trabalho.

Partículas de Solo Argiloso < 0,002mm	Partículas de Solo Siltoso < 0,05mm	LL (%)	LP (%)	IP (%)	Local
86,22	13,78	49,20	38,9	10,3	São Carlos, SC
73,37	20,15	50,14	29,73	23,28	Palmitos, SC
79,48	18,73	46,77	29,90	16,39	Águas de Chapecó, SC

A análise resultou na constatação de que o solo contém grande quantidade de material fino (partículas < 0,075mm). Esta característica é predominante de solos residuais de basalto da Formação Serra Geral, conforme relatado por Menegotto *et al.* (2016) e Wolenski *et al.* (2022). Entretanto, ao realizar a mistura do solo, a qual resulta no solo-mistura composto pelas proporções de 50% de solo e 50% de areia, temos a redução da quantidade de finos, a fim de alcançar um teor médio de 50% de material argilo-siltoso, como força de promover resistência mecânica, sem perder a importante propriedade de coesão entre as partículas.

Para os limites de consistência, os resultados apresentados na Tabela 1 e Figura 3 mostram que o grande percentual de partículas finas presente no solo induz a elevados teores de umidade para o limite de liquidez e o limite de plasticidade.

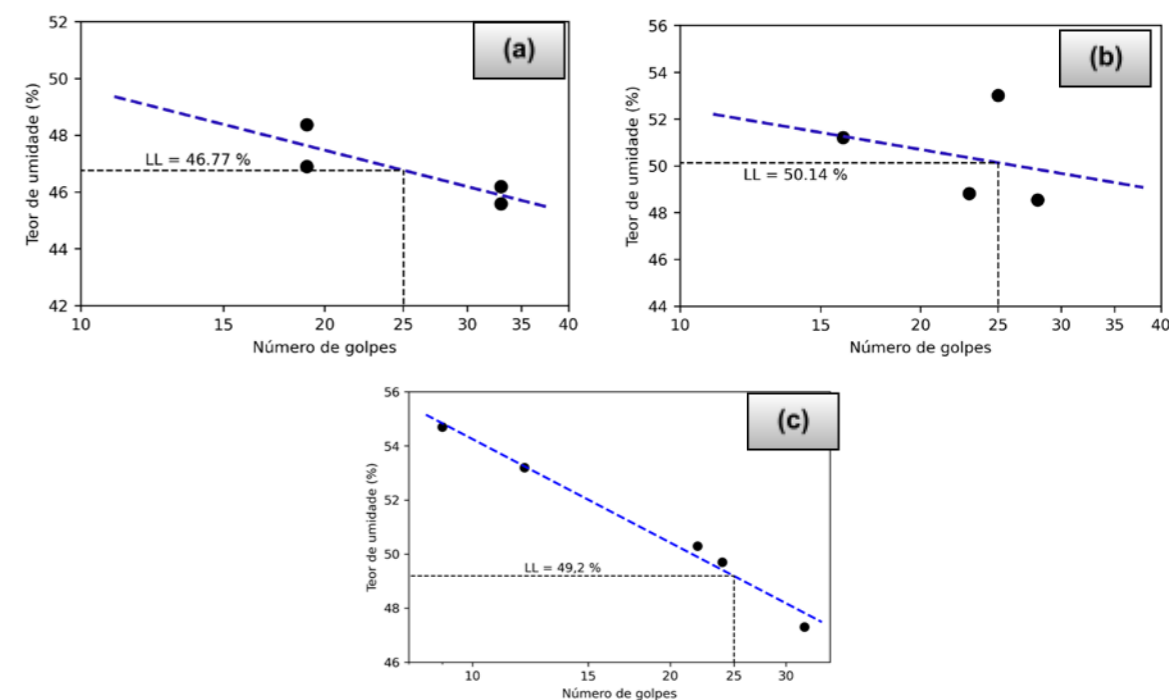


Figura 3: Resultado do ensaio para o limite de liquidez para cada um dos solos estudados: (a) solo de Águas de Chapecó; (b) solo de Palmitos; e (c) solo de São Carlos.

Na Figura 4 têm-se os resultados para o teor máximo de cimento a ser incorporado para promover a completa estabilização físico-química dos solos estudados.

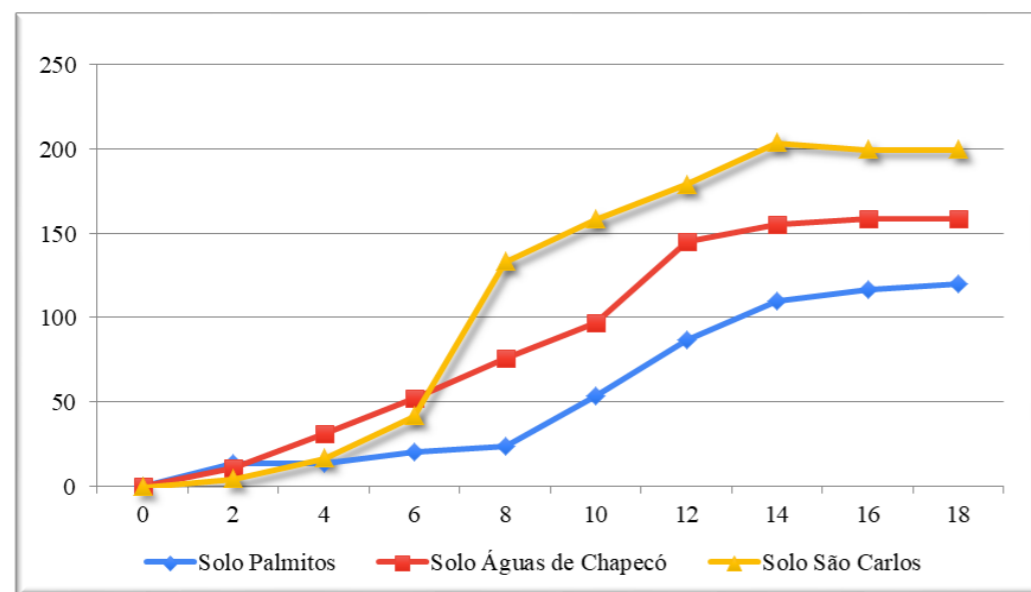


Figura 4: Resultado para o método de dosagem físico-químico de solo-cimento.

Os ensaios evidenciam que os solos requerem teores limitados entre 14 e 16% de cimento para sua estabilização. Contudo, a fim de otimizar a relação custo-benefício da parede em taipa de pilão, adotou-se um percentual padrão de 10% de adição de cimento em todas as misturas ensaiadas, sendo este teor suficiente para alcançar a resistência mecânica mínima exigida pela norma ABNT NBR 17014:2022.

3.2 Características mecânicas

Para estabilização intergranular e melhor empacotamento das partículas do solo-mistura, adotou-se um percentual de adição de cimento CP V-ARI de 10%, em relação à massa total de solo-mistura, a fim de obter um material de baixa permeabilidade, elevada densidade e capacidade de carga mínima para atestar seu uso em paredes, inicialmente, sem função estrutural. A mistura destes materiais (solo, areia e cimento), submetido ao estado ótimo de compactação, é o que denominamos neste trabalho de solo-cimento.

Foram confeccionados 03 (três) corpos de prova (CPs) em moldes CBRs, como forma de obter a resistência mecânica à compressão. A Figura 5 ilustra os corpos de prova moldados, extraídos do molde e aguardando a cura para posterior rompimento.



Figura 5: Amostras (a) moldadas no CBR, (b) extrator de CBR, (c) amostras aguardando tempo de cura para o ensaio de resistência mecânica.

Na Figura 6 têm-se os resultados da resistência f_{c0} (MPa) para 3 (três) corpos de prova, com as estatísticas para o valor médio, desvio padrão (Sd) e coeficiente de variação (CV%), além do valor médio ($f_{c0,m}$ em MPa) e o intervalo de confiança para 95% da média.

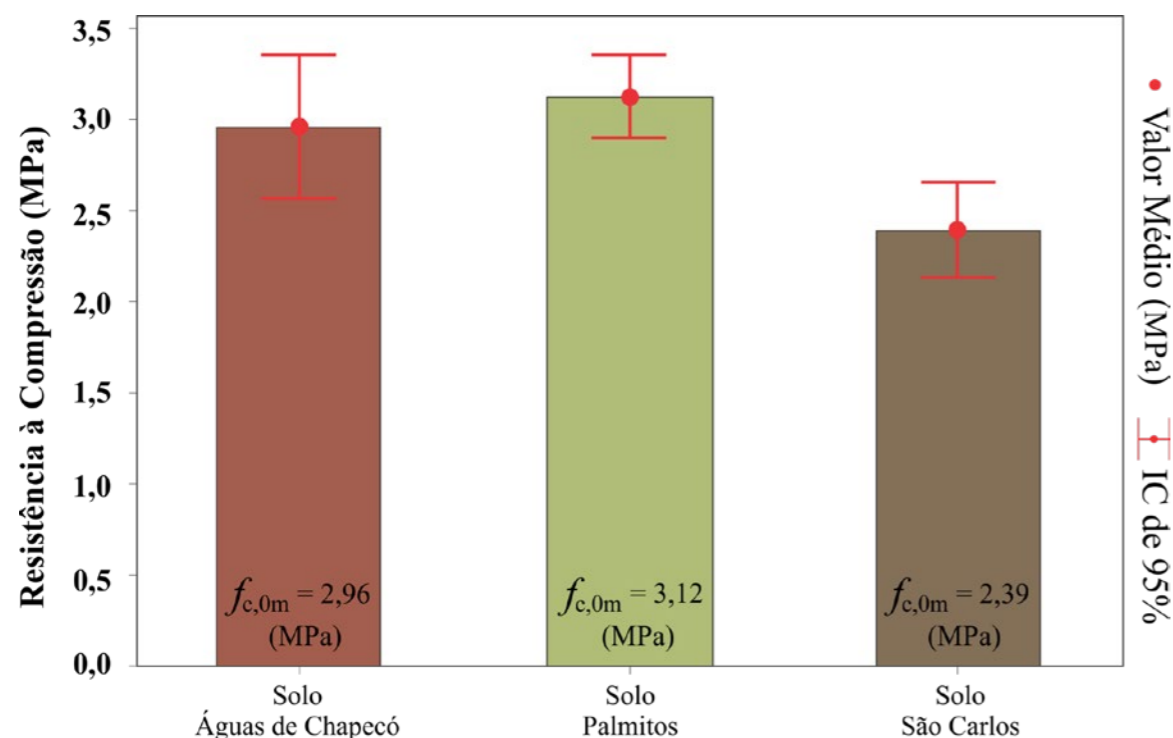


Figura 6: Resultados para resistência mecânica à compressão para cinco corpos de prova com traço de 50% de solo e 50% de areia e teor de 10% de cimento para cada um dos solos estudados.

A resistência $f_{c,m}$ alcançou CVs(%) próximos de 10%, valores ótimos para uma determinada amostra. Como comparativo, para madeiras e concretos, as respectivas normas admitem um CV(%) de até 18% para solicitações normais. Destaca-se ainda que todos os solos atingissem valores mínimos de 2 MPa, conforme exigido pela ABNT NBR 17014:2022, com destaque ao solo de Palmitos que ultrapassou os 3 MPa de resistência média.

Durante o rompimento dos CPs foram observadas zonas preferenciais de falha, conforme ilustra a Figura 7, sendo iniciadas nas regiões entre as camadas de compactação e rompidas por cisalhamento ao longo da seção longitudinal da peça.

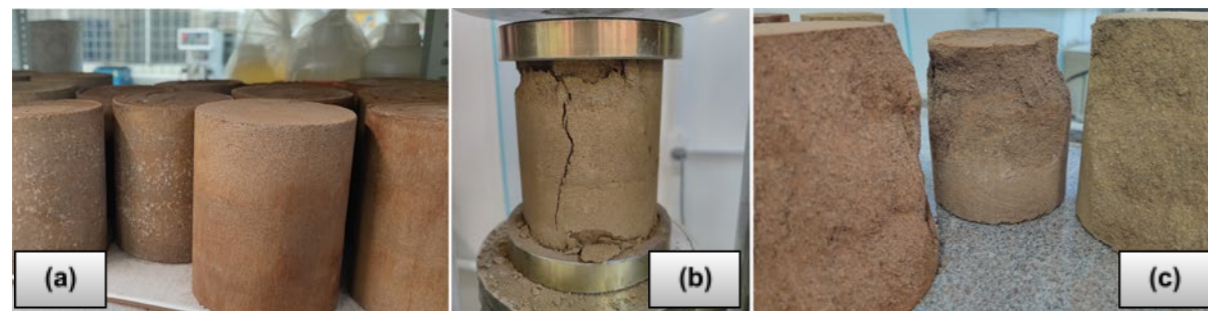


Figura 7: Corpos de prova moldados (a), durante o rompimento (b) e após rompimento (c).

Como discussões futuras, entende-se como oportuna e relevante a avaliação de outros percentuais de mistura, solo e agregado miúdo, uma vez que a alteração da composição granulométrica e do empacotamento das partículas parece ser o principal fator de ganho de

resistência mecânica, associado ao percentual e tipo de cimento adotado. O uso do cimento de alta resistência inicial também pode ser trocado por cimentos mais sustentáveis, como o CP II-E, Z ou F, a fim de promover melhoria da sustentabilidade do compósito, por meio do uso de cimento que contém em sua composição os resíduos advindos de escória, pozolana ou filer.

4. Considerações Finais

As conclusões deste estudo foram pautadas em dois pontos principais de inovação, sendo: os aspectos técnico e sustentável. Como fator técnico, destaca-se a contribuição enquanto pesquisa essencial para a criação de uma nova cadeia produtiva no oeste catarinense, mais precisamente nas cidades de Águas de Chapecó, Palmitos, São Carlos e de seus entornos, de modo a incorporar o uso do solo-cimento, aqui caracterizado, em um extenso estudo sobre a aplicabilidade deste material como parte do processo construtivo da taipa de pilão.

Paralelamente, o aspecto sustentável pautado na concepção dos Materiais Km 0, amplamente discutidos em países desenvolvidos, revelam a lacuna destes temas no Brasil, onde tal temática ainda é desconhecida por uma parcela considerável de profissionais que atuam na construção civil.

A junção destes dois pontos foi essencial para caracterizar, do ponto de vista físico e mecânico, o material solo-cimento como um sistema construtivo inovador e ainda pouco conhecido dentro do ramo da construção civil. Ao utilizar a terra de maneira inovadora contribui-se para edificações mais eficientes do ponto de vista energético e econômico, ampliando o campo de atuação de profissionais e empresas que buscam inovar de maneira sustentável em seus projetos.

Ressalta-se por fim, a importância de normas técnicas acerca da caracterização do solo-cimento, para além da NBR 17014:2022 de Taipa de Pilão, vez que, este tema torna-se fundamental para a promoção da inserção de técnicas de construção com terra na construção civil, tanto para criar competitividade frente aos materiais convencionais e usados em grande escala e de grande impacto ambiental, como também para ampliar o leque de possibilidade de sua aplicação em projetos e obras.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 17014 (2022). **Taipa de Pilão - Requisitos, procedimentos e controle**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

_____. NBR 6459 (2016). **Solo – determinação do limite de liquidez**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

_____. NBR 7180 (2016). **Solo – determinação do limite de plasticidade**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.



_____. NBR 7181 (2016). **Solo – análise granulométrica**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

_____. NBR 12023 (2012). **Solo-cimento – ensaio de compactação**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

_____. NBR 12025 (2012): **Solo-cimento: ensaio de compressão simples de corpos de prova cilíndricos: método de ensaio**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Normas Técnicas.

CORREIA, M.; GÓMES, F.; CARLOS, G.D. CORREIA, J. (2014). Reflexões do projeto versus contributo do patrimônio vernáculo para a arquitetura contemporânea sustentável. In: 14º Seminário Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra, SIACOT. **Anais**. El Salvador, p. 80-87.

DNER ME 093 (1994). **Agregado graúdo para concreto de cimento**. Departamento Nacional de Estradas de Rodagem.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo**. 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2017, 574p.

GATTI, Fábio. **Arquitectura y construcción en tierra: estudio comparativo de las técnicas contemporáneas en tierra**. Dissertação de mestrado. Barcelona, UPC, 2012, p. 45.

MENEGOTTO, M.L.; BANDEIRA, F.O.; SARTORI, L.; MORAIS, M. **Caracterização Geotécnica Preliminar do Solo da Área Experimental da UFFS – Campus Chapecó**. 18º Congresso Brasileiro de Mecânica dos Solos e Engenharia Geotécnica 2016, Belo Horizonte, Brasil: ABMS.

MILANI, A.P.S; BARBOZA, C.S. (2016). Contribuição ao estudo de propriedades de solo-cimento autoadensável para fabricação de paredes monolíticas. **Ambiente Construído**, v.16, p. 143-153.

MINKE, G. **Manual de construção com terra: a terra como manual de construção e seu uso na arquitetura**. Lauro de Freitas: Solisluna, 2022. 224 p. Traduzido por Jorge Simões.

PASSUELLO, A.C.B; OLIVEIRA, A.F.; COSTA, E.B. e KIRCHHEIM, A.P. (2014). Aplicação da avaliação do ciclo de vida na análise de impactos ambientais de materiais de construção inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 7-20.

PISANI, M.A.J. Taipas: a arquitetura de terra. **Sinergia**, São Paulo, v. 5, n. 1, 2004, p. 9-15.

SAKR, D.A.; SHERIF, A.; EL-HAGGAR, S.M. (2010). Environmental management systems' awareness: an investigation of top 50 contractors in Egypt. **Journal of Cleaner Production**, v. 18, n. 3, p. 210-218.

SOUZA, E. (2021). Materiais a 0 km e a ideia de preservar o meio ambiente e as culturas locais. **ArchDaily Brasil**. Acessado via www.archdaily.com.br.

VERALDO, Ana Carolina. **Análise do processo construtivo de taipa mecanizada: estudo de caso da sede do canteiro experimental da UFMS**. Dissertação de mestrado. Campo Grande, UFMS, 2015, p. 9.

YEHEYIS, M. (2013). An overview of construction and demolition waste management in Canada: a lifecycle analysis approach to sustainability. **Clean Technologies and Environmental Policy**, v. 15, p. 81-91.

WOLENSKI, A.R.V.; BORÇATO, A.G.; FACCIN, C.L.; KIPPER, M.H. Caracterização Físico-Mecânica de Solo-Cimento oriundo do Município de São Carlos (SC). In: TERRA BRASIL, 8., 2022, Florianópolis. **Anais** [...]. Florianópolis: UFSC, 2022. p. 50-58. Disponível em: <http://redeterrabrasil.net.br/>. Acesso em: 25 mar. 2023.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Ensino e Engenharia de Santa Catarina (FEESC) e ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC) pelo auxílio financeiro aos projetos de pesquisa que originaram o presente artigo.



Modelos Mentais e Rotinas Organizacionais: uma discussão sobre Capacidade Absortiva e Sustentabilidade

Mental Models and Organizational Routines: a discussion on Absorptive Capacity and Sustainability

Ricardo Luis Barcelos, Dr., UNISUL

ricardo.barcelos73@gmail.com

Carlos Ricardo Rossetto, Dr., UNIVALI

rossetto@univali.br

Rachel F. Magnago, Dr., UNISUL

rachelfaverzanimagnago@gmail.com

Resumo

Este documento é parte de artigo de doutorado defendida em 2022, sendo discussão teórica acerca da Capacidade Absortiva e o Desempenho Sustentável de organizações e suas relações. A discussão se debruça sobre indagações como: “quais rotinas organizações permitem aquisição de conhecimento verde externo?” ou “quais modelos mentais permitem aquisição de conhecimento verde nas organizações”? A discussão teórica propõe hipóteses quanto a relação entre: modelos mentais sustentáveis (MMS) e rotinas organizacionais (RO) como direcionadores da capacidade absorptiva verde e o desempenho sustentável das organizações? Provido por uma análise de conteúdo, tendo como base artigos indexados na SCOPUS e WEB of SCIENCE, se propõe, sob a lente do modelo de Lane et al (2006), duas hipóteses a serem testadas sobre a relação dos MMS e das RO como direcionadores da CAV.

Palavras-chave: Capacidade Absortiva; Sustentabilidade; Desempenho Sustentável

Abstract

This document is part of a doctoral article defended in 2022, being a theoretical discussion about the Absorptive Capacity and Sustainable Performance of organizations and their relationships. The discussion focuses on questions such as: “which organizational routines allow the acquisition of external green knowledge?” or “which mental models allow the acquisition of green knowledge in organizations”? Does the theoretical discussion propose hypotheses regarding the relationship between: sustainable mental models (MMS) and organizational routines (OR) as drivers of green absorptive capacity and the sustainable performance of organizations? Provided by a content analysis, based on articles indexed in SCOPUS and WEB of SCIENCE, it proposes, under the lens of

the model by Lane et al (2006), two hypotheses to be tested on the relationship between MMS and RO as drivers of CAV.

Keywords: Absorptive Capacity; Sustainability; Sustainable Performance

1. Introdução

A busca pela Sustentabilidade Global é uma preocupação legítima e premente na sociedade. A agenda dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis 2030 (ODS), proposta pelos países signatários da Organização das Nações Unidas (ONU) é sinal claro de que ações para mitigação de impactos negativos à sociedade, meio ambiente e desenvolvimento econômico são necessárias (TROWBRIDGE et al., 2022). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, adotados por todos os estados membros das Nações Unidas em 2015, contribuem incentivando a sociedade a considerar as questões ambientais como relevantes. Consequentemente, os países signatários a ONU consideram políticas que orientam organismos internos às Práticas de Gestão Ambiental Sustentável. A partir deste momento tornam-se parte de uma abordagem estratégica das organizações onde questões ambientais e a melhora do desempenho ambiental são prioridades (SADELI et al., 2020). É notado que a procura por sustentabilidade ambiental emerge nas organizações por questões que não podem mais ser ignoradas. Fatores como mudanças climáticas globais e degradação ambiental; o esgotamento dos recursos naturais e o crescente reconhecimento do papel das organizações como agentes de mudança estimularam o interesse pelo desempenho ambiental sustentável (R. ABIDIN et al., 2016; ACQUAYE et al., 2018; SETYADI, 2019). Como fator influente do Desempenho Ambiental Sustentável, as capacidades organizacionais são recorrentemente abordadas em pesquisa científicas (AL-ABRROW et al., 2022; MOUSAVI et al., 2018). Dentre as capacidades dinâmicas a capacidade das organizações em adquirir conhecimento, modificá-los e aplicá-los para obter desempenho foi originariamente conceituada em 1990 por Cohen e Levinthal (1990), como Capacidade Absortiva. Mas até a atual data, no ano de 2022, muito já foi escrito sobre a relação entre capacidade absorptiva e o desempenho ambiental sustentável, ao ponto do surgimento do conceito de Green Absorptive Capacity, ou em português, Capacidade Absortiva Verde.

Com a crescente preocupação com os problemas ambientais, a capacidade absorptiva verde (CAV), a capacidade de uma empresa de identificar, adquirir, internalizar e aplicar o conhecimento ambiental em um ambiente dinâmico, tem sido proposta e cada vez mais enfatizada por pesquisadores (Cui et al., 2020). Este artigo discute teoricamente a influência dos Modelos Mentais e Rotinas Organizacionais sob a ótica dos direcionadores da Capacidade Absortiva relatados no modelo de Lane et al. (2006). Lane et al. (2006) explicam que os modelos mentais dos colaboradores são fatores internos críticos da capacidade de absorção. Mas que, as rotinas organizacionais também influenciam a assimilação e a aplicação do conhecimento.

Este artigo propõe uma discussão teórica quanto a influência dos Modelos Mentais Sustentáveis e o Rotinas Organizacionais, como direcionadores da Capacidade Absortiva Verde sobre o desempenho ambiental de organizações.

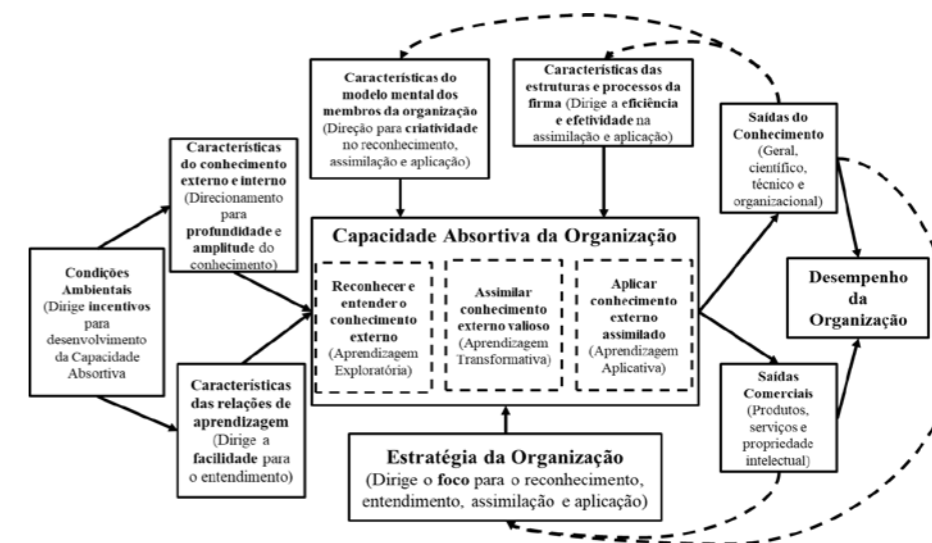
2. Discussão

2.1. Capacidade Absortiva e os direcionadores do modelo De Lane, Koka E Patak (2006)

Os primeiros autores a abordar consistentemente o conceito de capacidade absorptiva foram Cohen e Levinthal (1990). Segundo eles, a capacidade absorptiva é definida como a capacidade da organização de avaliar o valor do novo conhecimento externo, assimilá-lo e aplicá-lo para fins comerciais. No modelo desenvolvido pelos autores, são apresentadas três dimensões: reconhecimento do valor da informação, assimilação do conhecimento pela empresa e aplicação do conhecimento para gerar inovação. Cohen e Levinthal (1990) também argumentam que a capacidade de absorver novas informações dependerá do nível de conhecimento prévio na organização, que está relacionado a habilidades e experiências de aprendizagem, e ao reconhecimento do valor de novas informações. A importância das atividades internas de Pesquisa e Desenvolvimento (P e D) como geradores de informações para a organização que sugerem, além dessa geração de novos conhecimentos, aumentam a capacidade da empresa de assimilar e implantar informações existentes. Essa habilidade faz com que a empresa acumule, ao longo do tempo, uma base de conhecimento relevante (COHEN e LEVINTHAL, 1990).

Nesta mesma perspectiva, Lane e Lubatkin (1998) trouxeram a visão da capacidade absorptiva no nível interorganizacional, estabelecendo que a capacidade de absorção se refere à capacidade de uma organização de aprender de outra organização, sendo determinada pelas características relativas das duas organizações. Já em 2006, Lane et al. (2006), definiram a capacidade de absorção através de três processos: identificar e compreender novos conhecimentos externos potencialmente valiosos através da aprendizagem investigativa; assimilar esse novo conhecimento através da aprendizagem transformadora; e finalmente, usar este conhecimento assimilado para criar conhecimento e resultados comerciais. Lane et al. (2006), propõem um modelo que enfatiza a perspectiva processual da capacidade absorptiva relativa a rotinas de aprendizagem organizacional. Os autores estabeleceram três processos da capacidade absorptiva para usar o conhecimento externo, a saber: (1) Reconhecer e compreender novos conhecimentos externos potencialmente valiosos através da aprendizagem investigativa; (2) Assimilar novos conhecimentos valiosos através da aprendizagem transformadora; (3) Uso do conhecimento assimilado para criar conhecimentos e resultados comerciais através da aprendizagem exploratória (LANE; KOKA; PATHAK, 2006).

Figura 1. Modelo da Capacidade Absortiva de Lane, Koka e Pathak



Nota. Fonte: Adaptado de Lane, Koka e Pathak (2006)

O modelo proposto por Lane et al. (2006) inclui fatores que influenciam os resultados da capacidade absorptiva. Notam-se na figura os seguintes fatores de influência:

- Características do conhecimento externo e interno, que direcionam para a profundidade e amplitude do conhecimento;
- Características das relações de aprendizagem, que dirigem a facilidade para o entendimento;
- Estratégia da organização, que dirige o foco para o reconhecimento, assimilação e aplicação;
- Características das estruturas e processos da firma, que dirigem a eficiência e a efetividade na assimilação e aplicação; e
- Características dos modelos mentais dos membros da organização, que dirigem a criatividade no reconhecimento, assimilação e aplicação.

Especificamente as características dos modelos mentais e dos processos, em função da proposição feita no artigo, merecem destaque.

Inicialmente, Lane et al. (2006) explicam que os modelos mentais dos colaboradores são fatores internos críticos da capacidade de absorção. Os autores argumentam que a criação de vantagem competitiva a partir do conhecimento são fruto das formas únicas e valiosas de como esses conhecimentos são combinados e aplicados. Essa singularidade surge do conhecimento pessoal e dos modelos mentais dos indivíduos dentro da empresa, que examinam o ambiente, trazem o conhecimento para a empresa e exploram o conhecimento em produtos, processos e serviços. Em suma, são os membros individuais da empresa que adicionam a criatividade necessária para ajudar a empresa a criar valor a partir de novos conhecimentos.

É importante ressaltar que os modelos mentais dos indivíduos, principalmente os modelos mentais compartilhados impactam a cognição coletiva, bem como a ação comportamental



subjacente à utilização do conhecimento externo. O processo de transferência de conhecimento envolve o engajamento social entre os indivíduos, facilitado por meio de relacionamentos e interações interpessoais, assim como modelos mentais centralizados de indivíduos em diferentes funções e organizações, e a presença destes fatores aumenta sua eficácia (OJO e RAMAN, 2015). Kiss e Barr (2017) ao se referirem a centralização do modelo mental a um número limitado de conceitos centrais compartilhados pelos indivíduos reforçam as ideias de Ojo e Raman (2015). Os autores explicam que estes modelos servem como nexo de relacionamentos entre os membros da organização. A centralização do modelo mental ajuda a canalizar a atenção para a combinação apropriada de conhecimentos que levam a soluções precisas. Adamides e Karacapilidis (2020) exemplificam que modelos mentais compartilhados relacionados a mudanças complexas permitem que as empresas percebam e respondam a um maior número de estímulos diferentes, aumentando assim sua capacidade de inovação.

Mas, Lane et al. (2006) afirmou que as rotinas organizacionais também influenciam a assimilação e a aplicação do conhecimento. A importância das rotinas para as capacidades dinâmicas das organizações, inclusive a capacidade absorptiva, é reconhecida por Mousavi et al. (2018) e Al-Abrow et al. (2022) quando explicam que as capacidades ocorrem na forma de várias rotinas, que coordenam as atividades da organização, apoiando a criação de habilidades. As rotinas, no contexto da Capacidade Absortiva, se relacionam com desempenho organizacional quando estas permitem à organização um rearranjo de recursos e processos através da aquisição, assimilação e aplicação de conhecimento, permitindo a organização aptidões evolutivas (HELFAT e PETERAF, 2009; TEECE et al., 2009). Mousavi et al. (2018) explica, que no contexto do desempenho sustentável, as capacidades podem ser vistas como rotinas organizacionais pelas quais as empresas reconfiguram recursos implementando mudanças em seus processos para contribuir com a transição para uma indústria mais sustentável.

Al-Abrow; Ali; Alnoor, (2022) argumentam que apesar das rotinas trazerem estabilidade a organização, são as suas mudanças que irão permitir a evolução e a melhoria de desempenho. Ou seja, apesar dos riscos que mudanças possam trazer, o redesenho sólido da rotina oferece potencial para reforçar o desempenho organizacional por meio de melhorias de padrões que constituem a rotina e, portanto, influenciam sua eficiência. O trabalho dos autores ainda comenta que além do redesenho de rotinas contribuir à sustentabilidade organizacional, o comportamento dos funcionários pode contribuir para a Capacidades Absortiva Verde.

2.2 A Capacidade Absortiva Verde, Modelos Mentais Sustentáveis e Rotinas Organizacionais

Conforme Zhou et al. (2021), a Capacidade de Absorção Verde, frente ao conceito original de capacidade de absorção, pode ser considerada como a capacidade de uma empresa de identificar, assimilar e explorar o conhecimento externo verde ou ambiental. Ou seja, ao conceito originário se dá a especificidade do tipo de conhecimento a ser gestado: ambiental e verde. Uma definição mais ilustrativa de restrição à tipicidade de conhecimento aplicado na Capacidade Absortiva Verde é dada por Chen et al. (2015) como “a capacidade de compreender, conectar, combinar, identificar e aplicar o conhecimento ambiental” (p.15677). Ou seja, não há discussões sobre as questões determinadas por Lane et al. (2006) quanto ao

reconhecimento, assimilação e transformação, e aplicação do conhecimento, proposto pelo autor. Mas sim à restrição na tipologia de conhecimento como afirmado por Apeji e Sunmola (2022) onde a capacidade de absorção verde refere-se a uma capacidade organizacional de obter, integrar, converter, utilizar e aplicar o conhecimento ambiental para uso comercial. Inclusive, esta característica da Capacidade Absortiva Verde de estar relacionada especificamente ao conhecimento verde ou ambiental, é destacado no trabalho de Chen et al. (2015b).

As discussões e estudos sobre a Capacidade Absortiva Verde vem se intensificando, inclusive em multinível ou quanto aos microfundamentos. Mais especificamente quanto ao escopo deste artigo, trabalhos como o de Lin e Chen (2017), indicam que rotinas e atividades de transferência de conhecimento entre indivíduos contribuem para a melhoria contínua da fonte de conhecimento verde organizacional, sendo essencial no contexto da busca deecoinovação. Zhang et al. (2020) reforçam a importância das rotinas na Capacidade Absortiva Verde dizendo que rotinas podem criar continuamente mudança organizacional e adaptação sendo associados à transferência de novos conhecimentos e habilidades de produção e tecnologias verdes.

Já com relação aos indivíduos, o estudo de Meirun; Makhoulfi; Hassan (2020) afirma que o desempenho inovativo verde é altamente impactado pelo sucesso na absorção, assimilação e aplicação do conhecimento verde recém-explorado pelos indivíduos da alta administração. Esse sucesso da Capacidade Absortiva Verde também é viabilizado por uma visão compartilhada verde, definindo por Chen et al. (2020) como “uma direção estratégica clara e comum de metas e aspirações ambientais coletivas que foram internalizadas pelos membros de uma organização”. Ou seja, os indivíduos tendo um papel fundamental na Capacidade Absortiva Verde. Nesta perspectiva se entende que o construto Capacidade Absortiva Verde tem seus resultados influenciados pelo uso adequado dos direcionadores, aqui chamados neste artigo como os Modelos Mentais Sustentáveis e Rotinas Organizacionais. Esses direcionadores para a Capacidade Absortiva Verde sob a visão de Lane et al. (2006), podem influenciar através da Capacidade Absortiva Verde, o Desempenho Ambiental Sustentável.

Para um entendimento mais detalhado sobre a participação dos indivíduos e das rotinas na Capacidade Absortiva Verde, os itens a seguir aprofundam a discussão sobre os temas.

2.3 Modelos Mentais Sustentáveis para a Capacidade Absortiva Verde

Modelos Mentais são um recurso usados pelo cérebro humano para lidar com a complexidade, são representações cognitivas da realidade externa. Os Modelos Mentais podem ser explicados como redes nas quais os nós são conceitos e as ligações direcionadas entre os conceitos são relações causais percebidas. Os modelos mentais existentes - de gestores, políticos, consumidores, de todos - influenciam em grande parte as decisões que estão sendo tomadas e, portanto, esses modelos são parte dos próprios problemas e soluções nos processos organizacionais (GARRITY, 2018; LEVY et al., 2018; ROSNER, 1995). Especificamente ligados a questões da sustentabilidade ambiental, autores vem trabalhando com o construto Modelos Mentais Sustentáveis (MMS). Hoffman et al. (2014) e Hielscher e Will (2014) explicam que os Modelos Mentais Sustentáveis são fortemente ligados à



determinados conceitos: como administração de recursos, redução no impacto ambiental negativo, conservação da água, o próprio desempenho ambiental sustentável, entre outros.

A questão da influência dos indivíduos, ligados a Capacidade Absortiva Verde já é citada em 2014 por Chen et al. (2014) quando explicam que quando os membros de uma organização compartilham uma visão, eles são mais capazes de buscar a exploração e exploração de novos conhecimentos. Inclusive, na argumentação lembram Jansen et al. (2005) que à época já afirmava que uma visão compartilhada dos membros da organização é benéfica para coordenar atividades de exploração e exploração. Em consonância, os trabalhos Chen et al. (2014) e de Pham et al. (2019) afirmam que uma visão compartilhada verde possibilita uma direção estratégica clara e comum de objetivos e aspirações ambientais coletivas. Sendo essas internalizadas pelos membros de uma organização, concluindo então que a visão compartilhada verde de membros de uma empresa afeta positivamente sua Capacidade Absortiva Verde. Então, em 2021, os trabalhos de Yahya; Jamil; Farooq (2021) e Baeshen; Soomro; Bhutto (2021) afirmam que os fatores humanos podem melhorar significativamente empresas em relação à gestão ambiental e à inovação verde.

A partir deste ponto se iniciam alguns questionamentos sobre quais fatores e características cognitivas podem favorecer mais adequadamente a Capacidade Absortiva Verde. Coincidentemente em 2021 Abbas et al., (2021) indicam que o comportamento dos funcionários é crucial para o controle da degradação ambiental que garante o desempenho ambiental verde. E nesse sentido os achados de Yahya et al. (2021) indicam algumas características de colaboradores que podem ser definidas como “competências verdes” que contribuirão com um desempenho verde. Mas chama a atenção do trabalho de Yahya et al. (2021) os resultados obtidos com relação as questões relativas a atitude e consciência ambiental que influenciam positivamente e suportam o desempenho organizacional. Estes podem ser listados da seguinte forma: consciência ambiental, atitude ambiental, habilidade ambiental, e atenção ambiental. Além disso, esse conjunto de características está quebrando as formas convencionais de inovação e incentivam a adoção de tecnologia de baixo impacto para o crescimento sustentável. Nesse sentido, a Capacidade de Absorção Verde resulta de uma cultura organizacional verde que fornece insights úteis para uma organização trazer mudanças ecologicamente corretas para sua operação. A cultura verde faz com que os funcionários tenham modelos mentais preocupados com as questões ambientais, seja na prevenção da poluição, na gestão de produtos ou no desenvolvimento sustentável, os funcionários sentem maior preocupação com a proteção do meio ambiente (QU et al., 2022).

Mas o modelo de Lane et al. (2006) também responsabiliza em parte, os resultados da Capacidade Absortiva a direcionadores como as rotinas organizacionais. No contexto do desempenho ambiental também podem ser observadas peculiaridades sobre estes direcionamentos das rotinas.

2.4 Rotinas Organizacionais para Capacidade Absortiva Verde

No tocante a questões de rotinas direcionadoras da Capacidade Absortiva Verde, segundo Collis (1994), as capacidades organizacionais podem ser explicadas através de rotinas complexas que determinam a eficiência com que as empresas transformam e agrupam recursos em combinações únicas, constituindo um desempenho superior. Nesse sentido a

Capacidade Absortiva Verde tem como direcionadores rotinas que permitam explorar seus recursos e conhecimentos para renovar e desenvolver suas capacidades organizacionais verdes e reagir a um mercado dinâmico. É importante neste ponto contextualizar que as rotinas podem variar desde regras simples, como busca procedimentos operacionais padrão do dia a dia, até rotinas de nível superior ou meta-rotinas que regulam mudanças em rotinas de nível inferior. Em essência, na teoria evolucionária, meta-rotinas são rotinas de nível superior que estão associadas a um pacote de rotinas operacionais específicas de nível inferior ou procedimentos operacionais padrão (rotinas praticadas) que expressam essas meta-rotinas (LEWIN et al., 2011).

Para essa discussão, sobre o direcionamento das rotinas na Capacidade Absortiva Verde, Chalmers e Balan-Vnuk (2012) apresentam resultados de seus estudos que mostram que organizações têm uma função única de mediação no processo de inovação sustentável ao configurar rotinas de capacidade absortiva interna e externa para combinar fluxos de conhecimento de usuários e tecnológicos. Inclusive elencando as meta-rotinas externas e internas:

Internas:

1. facilitar a variação;
2. gerenciar regimes de seleção interna;
3. compartilhar conhecimento e práticas superiores em toda a organização;
4. refletir, atualizar e replicação; e
5. gerenciar a tensão adaptativa.

Externas:

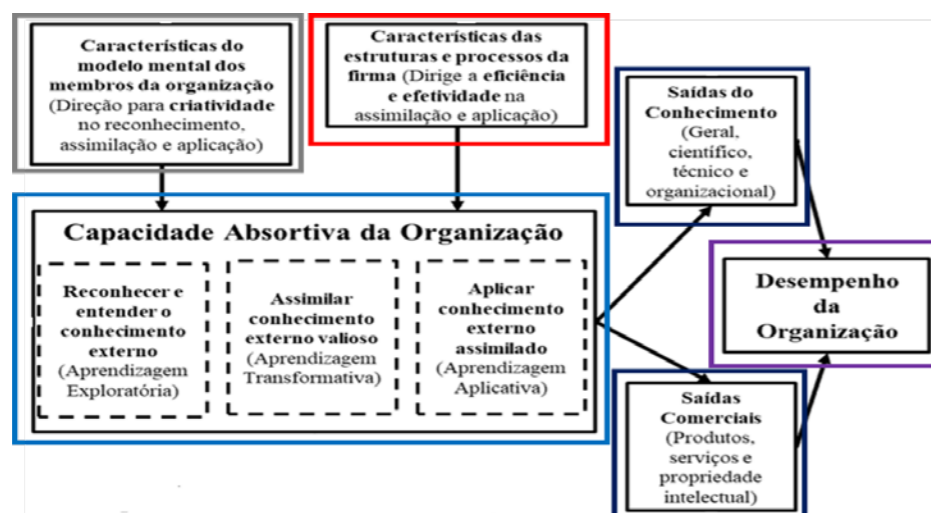
1. identificar e reconhecer o valor do conhecimento gerado externamente;
2. aprender com e com parceiros, fornecedores, clientes, concorrentes e consultores; e
3. transferência de conhecimento de volta para a organização.

O trabalho de Marrucci et al. (2022) corrobora estas afirmativas quando afirma que a introdução de rotinas para interpretação do conhecimento externo e adaptá-lo ao seu contexto é um processo de tradução. Tradução essa de pressões externas impelindo a organização a mudanças. Nesse sentido algumas rotinas acabam por ser orientadas por comando e regulação de controle podendo criar continuamente mudança organizacional e adaptação. Estas rotinas não são apenas compostas por respostas ao ambiente externo, mas também associadas à transferência de novos conhecimentos e habilidades de produção e tecnologias. Por exemplo, a percepção gerencial da regulação, comando e controle podem ser percebidas como oportunidades levando ao desenvolvimento de tecnologias inovadoras e à cooperação com outras empresas (ZHANG et al., 2020a). Rotinas de análise sobre políticas regulatórias acabam por se tornar gatilhos para a absorção de novos conhecimentos verdes.

Outra questão importante relacionada as rotinas é que elas são fundamentais na definição do contexto de sustentabilidade ambiental da organização. As empresas constroem, por meio de rotinas derivadas da normalização de processos, competências e resultados, capacidades de exploração ou exploração do conhecimento, em cada caso particular. O caráter facilitador das

rotinas permite que os profissionais equilibrem resultados que orientam o desempenho para a satisfação das demandas dos clientes e desempenho sustentável (GIL-MARQUES e MORENO-LUZON, 2020). Nestas buscas a questão mais significativa é claramente a discussão sobre a influência das Rotinas Organizacionais e dos Modelos Mentais nas dimensões da Capacidade Absortiva no modelo de Lane et al. (2006), representados pela Figura 2. Essa influência é relatada por Tanner et al. (2016) que destacam que a incorporação do conhecimento depende do quanto já estão funcionando as rotinas organizacionais e as culturas, interpretadas aqui como visão compartilhada (JANSEN et al., 2005). No trabalho de Gangi et al. (2019) é relatado que a incorporação de determinados princípios pela equipe, e rotinas organizacionais são o ponto de partida para a eficácia na melhoria de desempenho. A Figura 4 apresenta o recorte do modelo teórico da Capacidade Absortiva desenvolvido por Lane, Koka e Pathak (2006), onde está representada a Capacidade Absortiva e suas dimensões, os direcionadores Modelos Mentais e Característica das Estruturas e Processos, as saídas e o Desempenho Organizacional.

Figura 2. Modelo teórico derivado de Lane, Koka e Patack (2006)



Nota. Fonte: adaptado de Lane, Koka e Patack (2006)

No modelo acima, Figura 2, verifica-se o recorte teórico analisado neste artigo. Destacada ao centro, em azul, está a Capacidade Absortiva com as três dimensões, Reconhecimento, Assimilação e Aplicação. Sendo destacado em cinza estão os Modelos Mentais dos colaboradores, que influenciam o Reconhecimento, Assimilação e Aplicação. Destacado em vermelho estão as estruturas e processos da firma que direcionam a eficiência e efetividade na assimilação e aplicação. Em azul escuro estão os “outputs” que levam ao desempenho organizacional, destacado em roxo. Chama atenção nos direcionadores que a influência exercida pelos Modelos Mentais afeta as três dimensões, Reconhecimento, Assimilação e Aplicação. Enquanto as Rotinas Organizacionais, segundo Lane et al. (2006), tem influência somente sobre Assimilação e Aplicação. Mas, a ausência de influência das Rotinas Organizacionais sobre a dimensão Reconhecimento é refutado por uma série de trabalhos como os de Chalmers e Balan-Vnuk (2012) e Marrucci et al. (2022).

Chalmers e Balan-Vnuk (2012) explicam que ao configurar rotinas de capacidade absorptiva externa, é necessário desenvolver rotinas externas que identifiquem e valorizem o

conhecimento externo, e que possibilite aprender com parceiros, fornecedores, clientes, concorrentes e consultores. Vale ressaltar que as rotinas aqui são analisadas com base na visão de Felin et al. (2012) onde rotinas incluem componentes constituintes: indivíduos, processos e estrutura; e interações dentro e entre os componentes que contribuem para a agregação e construções coletivas. Ou seja, o que Lane et al. (2006) chama de Característica das Estruturas e Processos, neste trabalho é entendido, com base na definição de Felin et al. (2012), como Rotina Organizacional. Assim se propõe o seguinte modelo teórico.

Figura 3. Modelo teórico proposto



Fonte: Autor

A Figura 3 demonstra os construtos abordados neste artigo bem como as relações propostas. Nota-se ao centro a Capacidade Absortiva Verde (CAV) com suas dimensões, acima o direcionador Modelos Mentais Sustentáveis e sua relação de influência, representada pelas setas, para com as dimensões da CAV. Abaixo das dimensões está o direcionador Rotinas Organizacionais e as relações de influência nas dimensões da CAV, também representado pelas setas. A direita da CAV verifica-se a variável dependente do modelo, o Desempenho Ambiental. É válido ressaltar que o Desempenho Ambiental representa os outputs derivados da Capacidade Absortiva Verde e estão representados nesta pesquisa pelos resultados obtidos pelas Instituições de Ensino Superior brasileiras ranqueadas no Green Metrics.

Quanto as relações propostas dos direcionadores para com as dimensões da CAV, estas são mais detalhadas nos itens a seguir.

2.5 Relação entre Modelos Mentais Sustentáveis e as Dimensões da CAV

Rosner (1995) já apontava para Modelos Mentais Sustentáveis como saída para uma visão fatalista de que os problemas ambientais não podem ser resolvidos. Ferramentas de pensamento aprimoradas podem ser derivadas de uma consideração sistêmica da situação ambiental de uma empresa. Nesse sentido, para Hukkinen (1999), os modelos mentais dos gestores, está relacionado aos problemas ambientais com os quais lidam. Subjacentes às estas relações estão os modelos mentais com os quais eles racionalizam as decisões. Galbreath (2017), explica que na relação dos Modelos Mentais Sustentáveis com a Capacidade Absortiva, à medida que as empresas aumentam certos tipos de recursos de capital humano a implementação de inovações verdes é fortalecida. Assim, modelos mentais que demonstram maior sensibilidade ao ambiente natural e padrões morais e éticos mais elevados tendem a ser mais passíveis de implementações de inovações verdes. Os relatos acima atestam que os



Modelos Mentais têm variações em diferentes circunstâncias e condições, de modo que também se pode atestar que as pessoas podem ter modelos mentais especiais que valorizam a sustentabilidade, são os Modelos Mentais Sustentáveis (LONG e LIN, 2017b; RAINERI e PAILLÉ, 2016). Especificamente relativo as questões de relação aos Modelos Mentais Sustentáveis e as dimensões da Capacidade Absortiva Verde o trabalho de Long (2016) pressupõe, quanto a dimensão Reconhecimento que, os colaboradores tenham como premissa que os recursos não renováveis estão em momento crítico e que custos são irrelevantes em relação ao benefício ambiental. Essas premissas se somam aos conceitos de Raineri e Paillé (2016) onde os indivíduos da instituição se importam com o desempenho ambiental institucional, e reconhecem no real significado do verde a chave para o desempenho ambiental da instituição (FAROOQ et al., 2022).

Ainda relativo a Dimensão Reconhecimento os MMS dos colaboradores devem reconhecer a importância da consciência verde para o desempenho da instituição, e que o conhecimento verde é necessário para discernimento quanto ao risco ambiental (FAROOQ et al., 2022). Chama a atenção que os MMS também estão sujeitos à condição de reconhecimento externo como incentivo para práticas ambientalmente sustentáveis (FAROOQ et al., 2022). Mas de forma positiva os autores Chen (2018) e Farooq et al. (2022) e atestam que os valores morais são importantes para reconhecimento de conhecimento verde. Onde, havendo essa sinergia de valores morais entre os colaboradores no direcionamento ao desempenho ambiental amplia a capacidade de Reconhecimento da IES. Já com relação a dimensão Assimilação Long (2016) indica a necessidade que os colaboradores entendam que o equilíbrio ecológico pode ser restaurado por métodos técnicos. Ainda é necessário que sugestões de novas práticas para melhoria de desempenho ambiental soem importantes para os colaboradores, e que os próprios colaboradores possam sugerir formas de como proteger o meio ambiente de forma mais eficaz (RAINERI e PAILLÉ, 2016).

Por isso o encorajamento entre os colegas em prol de comportamento ambientalmente consciente e o voluntariamento para projetos ou atividades que abordam questões ambientais também é importante para a CAV (RAINERI e PAILLÉ, 2016; CHEN, 2018; FAROOQ, 2022). Assim como reconhecer que a disseminação do conhecimento é importante para as ações pró ambiente é um conceito importante, como dar grande importância à pesquisa e desenvolvimento verde e à inovação em tecnologia verde (FAROOQ, 2022; WANG, 2021). Quanto a dimensão Aplicação da CAV os MMS, segundo Long (2016), impõem como obrigatória a resolução de problemas de poluição, e que deve ser avaliado o desempenho ambiental na escolha de fornecedores pois o desempenho ambiental vem à frente do custo na escolha de fornecedores. Deve haver um sentimento que “Somos ambientalistas e nosso consumo é ambientalmente sustentável!”. Ou seja, há um sentimento de culpa quando há falta de esforços para o desempenho ambiental positivo, pois os colaboradores sentem o dever de apoiar os esforços ambientais na IES sentindo como se os problemas ambientais da instituição fossem deles (RAINERI e PAILLÉ, 2016). Para os colaboradores a ação pró ambiente é importante e, havendo o conhecimento há a ação para o ambiente. Sendo nesse contexto necessária uma visão sistêmica nas ações ambientalmente sustentáveis (FAROOQ et al., 2022).

Diante do exposto, foi estabelecida a primeira hipótese: H1. Os Modelos Mentais Sustentáveis influenciam a Capacidade Absortiva Verde das IES brasileiras participantes do Green Metrics. Como estão sendo trabalhados as dimensões da CAV optou-se pela análise

por dimensão, ou seja, a hipótese H1 foi desmembrada em três hipóteses, H1a, H1b e H1c, sendo:

- H1a – Determinados itens são necessários nos MMS, quanto a dimensão Reconhecimento da CAV, para a identificação, valorização e seleção, influenciando o nível de desempenho ambiental.
- H1b – Determinados itens são necessários nos MMS, quanto a dimensão Assimilação da CAV, para a aprendizagem, transformação e disseminação do novo conhecimento, influenciando o nível de desempenho ambiental.
- H1c – Determinados itens são necessários nos MMS, quanto a dimensão Aplicação da CAV, para efetivação na produção de desempenho ambiental, influenciando o nível de desempenho ambiental.

As hipóteses propostas pretendem validar e avaliar itens estruturantes dos MMS que sejam necessário para determinados níveis de desempenho ambientais dentro de organizações.

2.6 Relação entre as Rotinas Organizacionais e as Dimensões da CAV

É plausível deduzir que, a partir de modelos mentais apropriados, processos, rotinas e estruturas devem se alinhar a esse modelo mental e que o processo da Capacidade Absortiva seja conduzido ativamente para o conhecimento verde. Quando da revisão teórica sobre a relação das Rotinas Organizacionais sobre as dimensões da CAV surgem itens, que se direcionam de forma específica. Por exemplo com relação a dimensão de Reconhecimento é colocada por P. Lin et al. (2016) e Zhou (2021) indicam que é necessário rotinas sistemáticas e rotineiras onde a instituição seja capaz de identificar, obter e valorizar o conhecimento verde externo que é crucial para suas operações. A instituição identifica, na aplicação da rotina, semelhança dos objetivos ambientais da empresa com conhecimento externo em comparação a organizações de outros setores (GARAY et al., 2017; CHEN, 2018). Nesse sentido, as Rotinas Organizacionais preveem que as IES contem com parcerias ao buscar por conhecimento externo para fornecer novas gerações da tecnologia (PACE, 2016; ZHANG, 2019; JAKOBSEN; LAUVÅS; STEINMO, 2019). Sendo necessário que os gestores monitorem o impacto ambiental da instituição com vista a aquisição de conhecimento externo correlato (ZHOU, 2021). Essa rotina permitiria que a instituição integrasse o conhecimento verde existente com o novo conhecimento verde obtido (LIN et al., 2016; ZHOU, 2021; WANG, 2021).

Já para a dimensão da Assimilação pressupõe-se que a estrutura organizacional da instituição, dentro da visão de Felin et al. (2012), como parte das Rotinas Organizacionais, seja necessária como facilitadora do desenvolvimento da capacidade de analisar, compreender e deduzir informações do conhecimento verde externo (TEMPELAAR et al., 2008; C. P. LIN et al., 2016; WANG, 2021). A instituição necessita ter por rotina explorar, integrar, combinar, criar, adquirir, compartilhar e converter novas tecnologias ambientais (C. P. LIN et al., 2016). Pressupõe-se que as instituições sejam capazes de, através de rotinas, coordenar efetivamente os funcionários para gerar conhecimento verde (C. P. LIN et al., 2016; DUBEY et al., 2017; GHASSIM e FOSS, 2018; ZHANG, 2019; WANG, 2021), gerenciando e assimilando de forma eficaz tecnologias ambientais de fontes externas (Lin et al., 2016). Pois também é



previsto que a instituição invista sistematicamente recursos na obtenção de conhecimento externo (Zhang, 2019). Nesse sentido, é necessário que a instituição fortaleça sistematicamente as parcerias para assimilação de parte de seu conhecimento (HELLSMARK et al., 2016; ZHANG, 2019) pois a instituição é fortemente dependente de fontes externas para geração de novos conhecimentos. Na Assimilação também é necessário que a alta gestão da instituição enfatize a troca e compartilhamento sistemático de informações entre diferentes níveis da instituição (COOPER e MOLLA, 2016; C. P. LIN et al., 2016; WANG; BRUNSWICKER; MAJCHRZAK, 2021), 2021). Isso auxilia a instituição na aplicação, prontamente, do novo conhecimento verde externo adquirido (LIN et al., 2016; ZHOU, 2021).

A dimensão Aplicação, como inicialmente comentado acima, necessitará que a instituição, rotineiramente, utilize recursos para o desenvolvimento de inovações verdes (LIN et al., 2016; ZHOU, 2021). Será necessário também que as instituições possuam rotinas que garantam o cumprimento das exigências e legislações ambientais (LIU; ZHANG; YE, 2019), afinal as instituições deveriam possuir planos de ação para atingimento de metas ambientais e mensuração do impacto ambiental (GANGI et al., 2018; ZHANG, 2019) derivados dos sistemas de avaliação ambiental utilizados para mensuração do impacto operacional (ZHANG, 2019). Ainda na dimensão Aplicação, conforme os autores, as instituições necessitaram adotar novas tecnologias para reduzir o consumo de água, energia e materiais (ZHOU, 2021; C. P. LIN et al., 2016). Necessitando também investir no desenvolvimento de projetos, aplicando os conhecimentos assimilados, de recuperação de danos ambientais causados por práticas anteriores (ZHOU et al., 2021).

Diante do exposto, foi estabelecida a segunda hipótese desta pesquisa: H2. As Rotinas Organizacionais influenciam o desenvolvimento da Capacidade Absortiva Verde das IES brasileiras participantes do Green Metrics.

Todas essas afirmações ensejam questionamentos sobre a influência das rotinas organizacionais sobre as dimensões da CAV. Assim optou-se pela análise por dimensão, ou seja, a hipótese H2 foi desmembrada em três hipótese, H2a, H2b e H2c, sendo:

- H2a – Determinadas rotinas organizacionais são necessárias, quanto a dimensão Reconhecimento da CAV, para a identificação, valorização e seleção do novo conhecimento, influenciando o nível de desempenho ambiental.
- H2b – Determinadas rotinas organizacionais são necessárias, quanto a dimensão Assimilação da CAV, para a aprendizagem, transformação e disseminação do novo conhecimento, influenciando o nível de desempenho ambiental.
- H2c – Determinadas rotinas organizacionais são necessárias, quanto a dimensão Aplicação da CAV, utilização do novo conhecimento influenciando no desempenho ambiental.

3. Conclusão

Na discussão teórica, quanto a influência dos Modelos Mentais Sustentáveis e o Rotinas Organizacionais, como direcionadores da Capacidade Absortiva Verde sobre o desempenho ambiental de organizações, o artigo propõe hipóteses atuais e complexas ao tema. A proposição de hipóteses, com base na discussão embasada em material atual a época e de relevância, com base em critérios rígidos quanto a origem e qualidade do material consultado,

tem por objetivo provocar a academia quanto a pesquisas que potencializem o desempenho ambiental sustentável de organizações.

Referência

- ABBAS, Z. et al. Green HRM promotes higher education sustainability: a mediated-moderated analysis. **International Journal of Manpower**, 19 jul. 2021.
- AL-ABRROW, H.; ALI, J.; ALNOOR, A. Multilevel Influence of Routine Redesigning, Legitimacy and Functional Affordance on Sustainability Accounting: Mediating Role of Organizational Sense-making. **Global Business Review**, v. 23, n. 2, p. 287–312, 1 abr. 2022.
- BAESHEN, Y.; SOOMRO, Y. A.; BHUTTO, M. Y. Determinants of Green Innovation to Achieve Sustainable Business Performance: Evidence From SMEs. **Frontiers in Psychology**, v. 12, 18 nov. 2021.
- FAROOQ, K. et al. Make it their Decisions, not your Directives: Exploring Required Green Competencies for Employee Ecological Behaviour. **Organizacija**, v. 55, n. 2, p. 128–141, 1 maio 2022.
- JAKOBSEN, S.; LAUVÅS, T. A.; STEINMO, M. Collaborative dynamics in environmental R&D alliances. **Journal of Cleaner Production**, v. 212, p. 950–959, 2019.
- LANE, P. J.; KOKA, B. R.; PATHAK, S. The reification of absorptive capacity: A critical review and rejuvenation of the construct. **Academy of Management Review**, v. 31, n. 4, p. 833–863, 2006.
- LIU, L.; ZHANG, M.; YE, W. The adoption of sustainable practices: A supplier's perspective. **Journal of Environmental Management**, v. 232, n. October 2018, p. 692–701, 2019.
- MEIRUN, T.; MAKHLOUFI, L.; HASSAN, M. G. Environmental outcomes of green entrepreneurship harmonization. **Sustainability (Switzerland)**, v. 12, n. 24, p. 1–27, 2 dez. 2020.
- QU, X. et al. Green core competencies to prompt green absorptive capacity and bolster green innovation: the moderating role of organization's green culture. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 65, n. 3, p. 536–561, 2022.
- WANG, C.; BRUNSWICKER, S.; MAJCHRZAK, A. Knowledge search breadth and depth and OI projects performance: a moderated mediation model of control mechanism. **JOURNAL OF KNOWLEDGE MANAGEMENT**, v. 25, n. 4, p. 847–870, 2021.
- YAHYA, S.; JAMIL, S.; FAROOQ, M. The impact of green organizational and human resource factors on developing countries' small business firms tendency toward green innovation: A natural resource-based view approach. **Creativity and Innovation Management**, v. 30, n. 4, p. 726–741, 1 dez. 2021.
- ZHOU, M. et al. How to drive green innovation in China's mining enterprises? Under the perspective of environmental legitimacy and green absorptive capacity. **Resources Policy**, v. 72, 1 ago. 2021.



Design e Sustentabilidade – Pontos de Vista

Design and Sustainability - Viewpoints

Bárbara Collares Botelho

clls.bah@gmail.com

Elton Araujo Alessi

elton.alessi19@gmail.com

Lorena Costa Souza

lorena.cs@msn.com

Lucas Tavares Porto

lucasperto2000@hotmail.com

Mayara Vieira

mayaravieira363@gmail.com

Paulo Cesar Machado Ferroli

pcferroli@gmail.com

Resumo

Estudo informativo constituído basicamente por observações específicas no campo do design e da sustentabilidade. Em um contexto abrangente, onde objetiva-se incutir a sustentabilidade em todas as ações cotidianas, resta ao profissional de design adaptar-se, evoluir e efetivamente aplicar as dimensões econômicas, sociais e ambientais da sustentabilidade em sua prática projetual. O presente artigo é fruto de discussões conceituais sobre essa temática, no ambiente acadêmico. Tem por objetivo principal elucidar os desafios que esperam os novos designers no mundo contemporâneo.

Palavras-chave: Design; Sustentabilidade; Academia; Mundo contemporâneo.

Abstract

This informative study consists basically of specific observations in the field of design and sustainability. In a comprehensive context, where the aim is to instill sustainability in all daily actions, the design professional must adapt, evolve and effectively apply the economic, social and environmental dimensions of sustainability in their design practice. This article is the result of conceptual discussions about this theme in the academic environment. Its main objective is to elucidate the challenges that await the new designers in the contemporary world.

Keywords: Design; Sustainability; Academia; Contemporary World.

1. Introdução

Ao longo do século XX as revoluções industriais e a urbanização da população mundial foram responsáveis por inúmeras modificações ambientais. O desenvolvimento dos países proporcionou progresso e crescimento econômico, e por isso demandam recursos energéticos quase sempre advindos de fontes poluidoras não renováveis e recursos hídricos, e

isso gera resíduos cujo descarte, feito de forma inapropriada, causa impacto ambiental acima do suportável para o planeta.

A sustentabilidade comumente é vista pelo design de duas maneiras. A primeira considera a articulação de diversas áreas do conhecimento, com objetivo de estimular respostas integradas aos atuais desafios ambientais, sociais e econômicos. Essa tática requer uma gama diversificada de disciplinas, incluindo tecnologia, arquitetura, economia, sociologia, psicologia, artes, dentre outras, para trabalhar de forma colaborativa e criar soluções abrangentes e eficazes.

A segunda enxerga os problemas ligados à sustentabilidade, de natureza complexa, os chamados *wicked problems*. Estas questões trazem adversidades que não podem ser totalmente resolvidas, mas conduzidas e amenizadas até que novos problemas surjam. Não há solução definitiva e o problema está sempre em mudança, tendo diversas resoluções e podendo causar consequências inesperadas.

Com o objetivo de diminuir a pegada ecológica média (atualmente em 2,7), superando a biocapacidade disponível de 1,8 hectares globais por pessoa, cabe também à área do design buscar aproximação com outras áreas de conhecimento com pontos de vista além do antropocentrismo.

Sistemas de energia sustentáveis e eficientes podem ser alcançados por meio da fusão de conhecimentos de engenharia e tecnologia. Integrar aspectos predominantemente qualitativos envolvidos no design e na arquitetura com as questões predominantemente quantitativas envolvidas na geração de energia pelas áreas técnicas, pode levar a cidades e edifícios mais adaptáveis às mudanças climáticas e mais verdes.

Neste contexto, também parece ser possível produzir uma distribuição de recursos mais equitativa combinando conhecimentos de sociologia e economia. Isso envolve considerar os recursos naturais utilizados na fabricação, a quantidade de resíduos gerados, além de buscar soluções que reduzam a emissão de gases de efeito estufa e a poluição.

Isso caracteriza um mundo de contexto abrangente e complexo, onde incutir a sustentabilidade em todas as ações cotidianas, obriga ao designer a constante adaptação, evoluindo em conhecimentos gerais e específicos de forma a aplicar os princípios das dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) em sua prática projetual de dia a dia. O presente artigo é fruto de discussões conceituais sobre essa temática, no ambiente acadêmico e tem por objetivo principal elucidar os desafios que esperam os novos designers no mundo contemporâneo.

2. Referencial

De acordo com dados encontrados em Andrade e outros (2018), a matriz energética mundial em 2016 era constituída por 81% de combustíveis fósseis e 12% de fontes renováveis. Já a matriz energética brasileira era constituída de 51% de combustíveis fósseis e 31% de fontes renováveis. As projeções para 2030 indicam que os números pouco irão se alterar, passando para 77% e 17% respectivamente na matriz mundial.

As Nações Unidas, em seu relatório sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos divulgado em 2018, estimam que, nas próximas três décadas, haverá um aumento de 60% na demanda energética mundial. A previsão de crescimento demográfico mundial ficará entre 2 e 3 bilhões de pessoas nas próximas quatro décadas, proporcionando uma demanda de aumento dos recursos hídricos destinados à produção de alimentos na casa dos 11%.



A ONU estima ainda que em 2025 aproximadamente dois terços da população estarão carentes de recursos hídricos e 1,8 bilhão de pessoas enfrentarão severa escassez de água. A produção de biocombustíveis, apesar de mais limpa, também gera um aumento de demanda por recursos hídricos. O cenário no Brasil é menos alarmante que o mundial pois nosso país possui cerca de 12% da água doce do planeta.

Com relação ao despejo de resíduos sólidos, em 2018 registrou-se que mais da metade dos municípios brasileiros utilizaram lixões. A Política Nacional de Resíduos Sólidos, aprovada em agosto de 2010, estipulava, entre outras coisas, que os lixões teriam de ser extintos no Brasil até 2018, tendo sido adiado para julho de 2021. Contudo, até por consequência indireta da pandemia Covid-19, houve um percentual de crescimento de lixo doméstico gerado em 1,3%. A principal causa identificada é a distribuição de renda heterogênea que ocorre no Brasil, agravada nos últimos anos.

Essa questão envolve todas as dimensões da sustentabilidade, que podem ser pautadas no modelo ESA (LIBRELOTTO 2012), abrangendo as partes ambiental, econômica e social. A questão energética envolve a dimensão ambiental no momento da sua geração, a social quando se considera acesso homogêneo e equilibrado entre todos e a econômica quando se considera quanto será cobrado por ela e o que ela possibilitará gerar de renda.

A questão da água, por suas vez, cujo cenário mundial está em constante agravamento e tende a se degradar mais rapidamente nas próximas décadas que os outros, diz respeito, com maior intensidade, à dimensão social pois provocará migrações, mas também envolve a dimensão ambiental (pois é matéria prima essencial para geração de alimentos) e obviamente a econômica, em função da escassez gerar aumento do valor de compra, impulsionando a inflação.

A sustentabilidade pode ser abordada de diferentes ângulos. Encarar a sustentabilidade como integradora de saberes é uma forma útil e adequada de superar a especialização científica que exige a integração de diversos saberes sociais, ambientais e econômicos. Uma forma de conhecimento humano que sabe a sua solução. A maioria desses problemas é resultado de várias atividades antropocêntricas, ou seja, atividades voltadas para a criação de mundos artificiais para que os humanos sobrevivam no mundo natural. Sendo o design o campo do conhecimento em que se criam ambientes artificiais, ele requer uma visão integrada e sistêmica dos problemas humanos, por isso é compreensível, até mesmo desejável, que a convergência de interesses entre sustentabilidade e design seja uma face e uma abordagem mercantil para questões complexas decorrentes de várias atividades centradas no ser humano relacionadas à produção, consumo e descarte de serviços. Ao contrário dos problemas comuns, os problemas complicados representam um impasse que não pode realmente ser resolvido, mas só pode ser gerenciado antes que surjam novos problemas.

Um ser humano passa pelas etapas de nascimento, crescimento, maturidade, velhice e morte, e esta ideia também é aplicável aos produtos. O foco do ciclo de vida se estabelece sobre o processo, ou seja, é a reflexão sobre a criação e o uso de produtos gerados pelo ser humano. No entanto, as abordagens mais atuais sobre o ciclo de vida tendem a ir além do foco apenas em produtos, considerando também os serviços. Manzini (2008, p. 26), esclarece que “para ser sustentável, um sistema de produção, uso e consumo tem que ir ao encontro das demandas da sociedade por produtos e serviços sem perturbar os ciclos naturais e sem empobrecer o capital natural”. Desde a industrialização à prática do lazer em coletividade, associa-se o compartilhamento de produtos e serviços, que se concretiza de forma exagerada, sem levar em conta o que se deve fazer com os resíduos gerados.

Na prática do design sustentável, a escolha de materiais de baixo impacto ambiental é uma das estratégias mais fáceis de serem inseridas, logo, entender as propriedades dos materiais é muito importante, seja relacionado ao design do produto ou aos sistemas de serviço do produto. A escolha adequada de materiais tem relação direta com a função que o produto vai exercer. Nesse sentido, o designer deverá ter o bom senso de ponderar entre a performance do produto e o mínimo impacto ambiental produzido desde a pré-produção, passando por todas as fases do ciclo de vida do produto/sistema, até o descarte final do produto (FUAD-LUKE, 2002). Para que se possa fazer as escolhas de materiais mais adequadas no desenvolvimento de novos produtos, é importante saber a relação entre os elementos químicos e seus efeitos ambientais (MANZINI e VEZZOLI, 2002).

A escolha de materiais de baixo impacto ambiental existe como uma ótima alternativa para alavancar o objetivo sustentável do projeto. Pode-se dividir os materiais por sua origem: os que se originam da biosfera, da litosfera e da tecnosfera (FUAD-LUKE, 2002, p. 276).

- Materiais da biosfera: são compostos por plantas, animais e micro-organismos e, portanto, renováveis. Na categoria encontram-se, também, aqueles processados pelo ser humano, mas de origem natural como os biopolímeros biodegradáveis e compostos biológicos. No entanto, deve-se levar em consideração a sua extração para que não haja a perda da biodiversidade, além da qualidade de vida das pessoas envolvidas. Para que possam voltar à natureza, não podem ser misturados a outros materiais, como no caso das fibras envernizadas;
- Materiais da litosfera: Os materiais derivados da litosfera podem ser divididos em abundantes (areia, cascalho, pedra e argila) e os de distribuição limitada (combustíveis fósseis, minério de metal, pedras e minerais preciosos (FUAD-LUKE, 2002). Assim como os materiais da biosfera, um grande problema dos materiais da litosfera é a sua extração. Alguns minerais são retirados a céu aberto ou dos topos das montanhas, outros do subsolo com o uso de galerias e outros através do garimpo em rios. Isto causa profunda deterioração dos ambientes, modificando profundamente a paisagem e a biodiversidade, os rios são assoreados e a cobertura vegetal retirada, assim como o uso de produtos químicos altamente tóxicos, além da luta pela posse de terra e condições péssimas de trabalho (LEONARD, 2011);
- Materiais da tecnosfera: São polímeros sintéticos especiais derivados do petróleo como os plásticos, os elastômeros e as resinas. Geralmente, não são renováveis e não retornam facilmente à natureza. Alguns deles como os plásticos, as cerâmicas (cristal, fibras de cristal, grafite e carbono) e os compostos (cerâmica, metal) são imunes à decomposição microbiana e não podem voltar a entrar na biosfera.” (FUAD-LUKE, 2002, p. 276). No entanto, são materiais que consomem muita energia para seu processamento, oferecendo como melhor opção para o caso, a reciclagem.

Com tantas opções disponíveis, deve-se considerar que não existe a solução perfeita, pois um material considerado de baixo impacto no Brasil, pode ser considerado de alto impacto nos Estados Unidos, por exemplo. Tal impasse deve respeitar o limite de resiliência dos materiais para evitar impactos irreversíveis na natureza. Nelson e Stolerman (2012, p.57) afirmam que, embora imprescindíveis, de nada importa os designers usarem materiais e processos ambientalmente adequados, as melhores tecnologias limpas ou seguirem à risca metodologias sustentáveis pois, "se eles não prestarem atenção total aos relacionamentos essenciais e conexões críticas, elas não contribuirão para a sustentabilidade a longo prazo".



Entre as inúmeras possibilidades sustentáveis, encontra-se com altamente viável a realização do aumento da vida útil dos produtos e serviços. Manzini e Vezzoli (2005) esclarecem que a vida útil tem a ver com aspectos como o tempo de vida previsto ainda na etapa de projeto, a quantidade de uso em condições normais, o tempo de duração das diversas operações ou o tempo e condições de armazenagem. Para Cooper (2004) a determinação do tempo de vida do produto é composta por uma complexa gama de fatores que incluem o projeto, a mudança tecnológica, o custo da reparação e disponibilidade de peças, a intensidade da necessidade, o valor residual para reaproveitamento e a qualidade estética e funcional, influenciadas pela moda, publicidade e pressão social. Santos (2009) define que otimizar a vida útil de um produto/sistema significa “possibilitar a satisfação das necessidades das pessoas através do maior compartilhamento de produtos/serviços ou a extensão de sua vida útil, reduzindo desta forma a necessidade de exploração dos recursos naturais decorrente da produção de novos bens”.

No entanto, como dito anteriormente, não há solução perfeita para a problemática sustentável de produtos e serviços, onde todas possuem seus pontos positivos e negativos. No caso da otimização da vida útil, o ponto negativo é que essa possibilidade é finita. Neste sentido, uma vez que sejam esgotadas as possibilidades de se ampliar a vida útil de um determinado produto pelo reuso, reparo, remanufatura ou atualização, e que o mesmo precise ser descartado, é necessário então adotar-se uma estratégia que possibilite a sua reinserção, tanto quanto for possível, em um dos dois ciclos possíveis (VEZZOLI, 2002): o biociclo e o tecnociclo. Onde, detalhadamente, cada um se distingue como:

- Biociclo: É o ciclo natural de vida do planeta, incluindo todos os seres vivos e a estrutura que suporta a vida existente, dividindo-se em três ciclos: epinociclo (o ciclo terrestre), talassociclo (o ciclo marinho) e limnociclo (o ciclo da água doce).
- Tecnociclo: É um ciclo formado pela pré-produção, produção, distribuição, uso e descarte de produtos. É o ciclo de vida industrial.

No que respeita à reciclagem tecnológica, pretende-se prolongar ao máximo a vida útil dos materiais de que são feitos os produtos através da reciclagem, que permite devolver os materiais à mesma fonte do ciclo de produção (reciclagem) ou mesmo em um novo ciclo. Se o material não puder ser reciclado, ainda é possível recuperar energia por meio da incineração e do coprocessamento, pois cada material possui um determinado conteúdo energético próprio. Essa energia pode ser usada para alimentar outros ciclos de produção.

No biociclo, o que se busca é promover a reintegração do material aos ciclos naturais do planeta, e isso é possibilitado por meio da sua biodegradação. Todos os materiais são, em última análise, biodegradáveis, mas na prática alguns (como os plásticos em geral) levam tanto tempo para se degradar que esta opção se torna inviável para resolver o problema dos resíduos, e a reciclagem acaba sendo uma solução mais adequada. No entanto, para todos os materiais de origem orgânica cuja degradação é rápida a biodegradação é desejável, e a compostagem e a biodigestão são as técnicas utilizadas para isto (Design para a Sustentabilidade: Dimensão Ambiental, 2018, p. 126).

Para facilitar tais processos, necessita-se que a desmontagem do produto seja possível. A separação eficaz e eficiente de componentes permite que a manutenção, reparação, atualização, adequação e refabricação de produtos sejam possíveis. Da mesma forma, a separação total dos materiais facilita sua reciclagem ou seu isolamento [no caso de materiais tóxicos ou não recicláveis], evitando novas retiradas de matéria-prima da natureza e novos processos de transformação (MANZINI; VEZZOLI, 2005, p.243). Neste âmbito,

apresenta-se as linhas-guias do DfD, conforme veiculado por Manzini e Vezzoli (2005, p. 253) e Lepre (2008):

- Minimizar e facilitar as operações para a desmontagem e separação;
- Usar sistemas de junção removíveis;
- Quando usar sistemas de junção permanente, que estes sejam de fácil extração;
- Prever tecnologias e equipamentos para a desmontagem destrutiva;
- Utilizar dispositivos e mecanismos que facilitem a montagem intuitiva e segura;
- Utilizar dispositivos mecanismos que facilitem a desmontagem segura;
- Utilizar componentes e materiais duráveis que eliminem os potenciais pontos fracos dos produtos.

Essa estratégia como tantas outras, no entanto, necessita de um rearranjo geral de processos que engloba todas as interações entre os stakeholders. Gerando novos aspectos estratégicos de negócios, mantendo sempre como base os valores sustentáveis e ambientais, os valores econômicos, sociais e de consumo.

3. Estudos de caso

3.1 Bambu

O bambu é uma das plantas mais versáteis e sustentáveis do planeta. Ele cresce rapidamente e pode ser colhido a cada 3 a 5 anos, sem causar danos à raiz. Além disso, o bambu é resistente, durável e flexível, o que o torna ideal para uma ampla gama de produtos.

Os produtos de bambu têm ganhado cada vez mais popularidade nos últimos anos, em parte devido ao seu apelo ambiental. Ao contrário de outros materiais como o plástico, o bambu é biodegradável e não causa danos ao meio ambiente após ser descartado. Além disso, muitos dos produtos são feitos de fibras naturais e não contêm produtos químicos nocivos, tornando-os seguros para uso em casa.

3.1.1. Móveis de bambu

Os móveis de bambu são conhecidos por sua durabilidade e resistência. O bambu é uma planta naturalmente resistente a pragas e doenças, o que significa que não há necessidade de pesticidas ou produtos químicos para o seu cultivo. Além disso, o bambu é uma das plantas que crescem mais rapidamente no mundo, o que significa que é uma fonte de material renovável e sustentável.

Devido à sua natureza flexível, esses móveis podem se adaptar ao peso do usuário, proporcionando uma sensação de conforto durante o uso. Também, o bambu é uma madeira leve, o que torna os móveis fáceis de mover e reorganizar.

São fáceis de limpar e manter, é também resistente à umidade, o que significa que os móveis podem ser usados em ambientes úmidos, como banheiros e cozinhas, sem que ocorra danos.

Além disso, a colheita do bambu não causa danos ao meio ambiente, pois as raízes da planta permanecem intactas após a colheita. Isso significa que o bambu pode ser cultivado de forma sustentável, sem esgotar os recursos naturais.

3.1.2. Roupas de bambu

As roupas de bambu são uma escolha cada vez mais popular entre aqueles que desejam se vestir de forma sustentável e confortável. São conhecidas por sua maciez e conforto. O bambu é uma fibra naturalmente macia e sedosa ao toque, tornando-as ótimas

alternativas para quem busca conforto e suavidade na pele. Além disso, são altamente respiráveis e absorventes, então ajudam a manter o corpo fresco e seco, mesmo em climas quentes.

Elas também são conhecidas por sua durabilidade e resistência. São naturalmente fortes e resistentes à quebra, o que significa que as roupas são menos propensas a rasgar ou se desgastar. Além disso, o bambu é resistente a manchas e odores, ou seja, as roupas de bambu são fáceis de cuidar e manter.

3.1.3. Utensílios de cozinha de bambu

Os utensílios de cozinha de bambu estão se tornando cada vez mais populares entre aqueles que buscam uma opção sustentável e durável para equipar sua cozinha. As fibras do bambu são naturalmente fortes e resistentes à quebra, o que significa que os utensílios são menos propensos a se desgastar ou quebrar com o uso. Além disso, é resistente à umidade, o que significa que os utensílios de bambu não se deformam ou oxidam facilmente.

O material é seguro para uso em alimentos e ao contrário dos utensílios de plástico, o bambu não libera produtos químicos tóxicos quando aquecido. É também naturalmente antimicrobiano, o que significa que é menos propenso a acumular bactérias e outros germes.

3.1.4. Escova de dentes de bambu

As escovas de dente de bambu normalmente incorporam cerdas feitas de materiais ecológicos, incluindo fibras de carvão ativado e náilon biodegradável. Essa abordagem contrasta com as cerdas de plástico comuns, que podem ter um impacto mais prejudicial ao meio ambiente. Além disso, o impacto ambiental é minimizado, pois várias marcas apresentam opções de embalagens livres de plástico, enquanto outras contribuem com iniciativas sociais ou ambientais com a venda dos produtos.

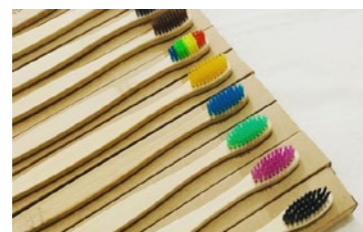


Figura 1. Escova de dente de bambu. Fonte: COLGATE (2023).

3.2 Energia solar

A energia solar é comumente conhecida por ser uma alternativa de fonte energética limpa e está em ascensão no Brasil e no mundo, a medida em que cresce a procura por fontes energéticas renováveis e eficientes. Ela se diferencia dos combustíveis fósseis, pois não emite gases nocivos à atmosfera, tornando-o sustentável.

Existem três tipos de energia solar, a fotovoltaica, a térmica e a heliotérmica. A primeira tecnologia possui células fotovoltaicas, compostas por materiais como silício, que são capazes de transformar os raios solares diretamente em energia elétrica.

O sistema térmico, ou aquecedor solar, consiste na absorção do calor da radiação e sua transferência para alguma substância como água ou óleo, que será usado como fonte de calor. Já a energia heliotérmica concentra o calor do sol com espelhos ou concentradores,

evaporando algum fluido que geralmente será usado para mover turbinas e finalmente gerar energia elétrica.

Somando-se ao menor impacto no meio ambiente pela redução das emissões de gases de efeito estufa, que levaram a problemas como inundações e derretimento de geleiras devido ao aumento das temperaturas, o uso dessa técnica também leva à diminuição da dependência de fontes de energia não renováveis. Além disso, a extração e processamento dessas fontes de energia deixam um impacto ambiental significativo.

As fontes de energia convencionais podem em breve enfrentar forte concorrência da energia solar, à medida que se tornam preços mais competitivos. A instalação de painéis solares não é apenas uma forma confiável de gerar energia elétrica, mas também contribui para um mundo mais limpo.

Utilizada em larga escala, seja industrial ou doméstica, a energia solar traz um grande benefício, mas nem sempre essa tecnologia é acessível. Para quem não possui painéis solares em casa, existem outras opções. A energia solar também está sendo inserida no âmbito dos *gadgets*, pequenos dispositivos ou ferramentas, mecânicos ou eletrônicos, geralmente inovadores. Carregadores de celular, caixas de som, dispositivos luminosos sinalizadores para bicicletas, lâmpadas, bombas de irrigação externas, e vários outros objetos de utilidade ou decoração já contam com a possibilidade de utilizar essa fonte energética.

3.2.1 Sol jar luminária a energia solar

Desenvolvido pelo designer canadense Tobias Wong, o *Sun Jar* ou Sol Jar, é um pequeno recipiente de vidro que imita um pote de conserva, contendo um painel solar na tampa e um LED no interior. Durante o dia, a luz solar carrega uma bateria interna que alimenta o LED à noite.

A Sun Jar foi criada com o objetivo de fornecer uma fonte de luz ecológica e econômica, que pode ser utilizada em diversos locais, como jardins, terraços, varandas, quartos e salas de estar. A lâmpada é projetada para ser resistente à água e pode ser usada tanto em ambientes internos quanto externos. A figura 2 ilustra o projeto.

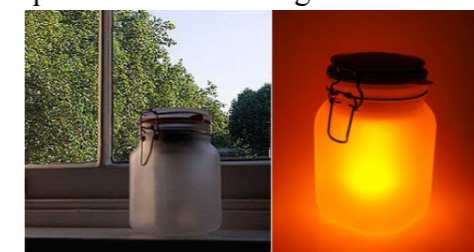


Figura 2 e 3. Sol jar luminária a energia solar. Fonte: ROSA, Mayra (2011).

3.2.2 Caixas de som bluetooth com energia solar

Existem vários modelos de caixas de som à energia solar no mercado. Elas são uma ótima opção para eventos externos, como churrascos e piqueniques, podendo também ser utilizada em ambientes internos. Utilizando da tecnologia fotovoltaica, a caixa recarrega com a exposição aos raios solares.

Os dispositivos contam com uma bateria interna que geralmente também pode ser usada como *power bank*. Dessa forma, pode-se carregar celulares ou outros dispositivos via cabo USB, oferecendo um ponto de abastecimento de energia mesmo longe de tomadas.



Figura 4. Caixa de som solar. Fonte: AZEVEDO Dirceu.

3.3 Revoada moda sustentável

Marca brasileira de moda sustentável fundada no Rio Grande do Sul, Suas fundadoras são: Adriana Tubino, vinda da Comunicação e Itiana Pasetti, vinda da Moda, ambas decidiram trabalhar com sustentabilidade. A ideia era criar produtos. Mas por quê criar mais produtos se vivemos em um mundo cheio de excessos? A resposta estava na própria pergunta: usar o lixo como fonte criativa, criar produtos a partir dos excessos.

Assim começou em 2013 a Vuelo, primeiro nome da marca. Resíduos como a câmara de pneu e o tecido de guarda-chuva foram as principais matérias-primas, com o processo de produção de forma circular evitando assim que os produtos desenvolvidos pela marca virarem resíduos descartados em aterros novamente. Uma câmara de pneu demora mais de 500 anos para se decompor na natureza.

A marca se mantém em constante pesquisa, aprendendo e aperfeiçoando processos. Acreditando que através de uma produção e venda mais consciente o público a ser atingido cresce cada vez mais, potencializando o consumo consciente gerando também grandes mudanças junto às indústrias, reinventando a cadeia produtiva. a sustentabilidade é uma busca constante de melhorias para as pessoas e para o planeta.

Com parcerias feitas com grandes marcas como a Toyota, Levis e Latam, a marca vai conquistando mercado.

3.3.1 Latam

Transformação de 10 toneladas de uniformes descartados em produtos inteligentes e sustentáveis estimulando a empregabilidade, o empoderamento e autonomia financeira de mulheres em situação de vulnerabilidade social. Descaracterizando cada peça de roupa retirando os logos da empresa e fazendo pequenos reparos.



Figura 5. confecção de peças a partir dos uniformes Latam

3.3.2 Toyota Brasil

Criação de coleção com 17 diferentes produtos a partir de materiais como cintos de segurança utilizados na construção de bolsas, tecido automotivo para confecção de mochilas e tecido de uniformes descartados da empresa são algumas das matérias primas utilizadas neste projeto. Dentre os inúmeros resultados positivos destaca-se os 116% de reaproveitamento dos resíduos recebidos, geração de novos conhecimentos e rico relatório de impacto desenvolvido pela revoada durante o desenvolvimento da coleção.



Figura 6. Mochila confeccionada a partir de tecido automotivo e cinto de segurança.

3.3.3 Levis

Transformação dos banners usados nas campanhas das lojas e peças jeans com pequenos defeitos em novos produtos para a Levis Brasil. Usamos também tecidos guarda-chuvas descartados em alguns produtos



Figura 7 e 8. Bolsas confeccionadas com jeans reutilizados.

3.3.4 Water less

Em um esforço para ser mais ambientalmente responsável, a Levi's está avançando para tornar sua produção de jeans mais sustentável. Isso envolve a implementação de uma variedade de programas e promessas que visam reduzir seu impacto geral no meio ambiente, bem como garantir que sua cadeia de suprimentos atenda aos padrões básicos de práticas trabalhistas justas, conforme pode-se ver na figura 2.

Usando técnicas inovadoras para reduzir o consumo de água na produção de jeans, a Levi's iniciou o programa "Water Less". Este programa envolve o uso de um laser para criar efeitos de lavagem e desgaste no jeans, o que reduz substancialmente a quantidade de água necessária para concluir o processo.

Reduzindo a poluição e o impacto ambiental, a Levi's incorpora algodão orgânico em uma parte de suas mercadorias que é cultivada sem pesticidas ou fertilizantes químicos. Este



método de crescimento é benéfico, pois elimina o uso de substâncias nocivas e diminui o impacto da colheita normalmente associada ao algodão convencional.



Figura 9. Calça jeans levi's water less. Fonte: LEVI STRAUSS & CO (EUA) - 2023.

4. Considerações Finais

O artigo trata da importância da abordagem da sustentabilidade nos âmbitos do design, enfatizando a necessidade de uma visão integrada e sistêmica dos problemas humanos. Destaca-se a importância da escolha adequada de materiais e sua relação com a função do produto, além da relação entre os elementos químicos e seus efeitos, tendo como objetivo minimizar o impacto ambiental causado durante todas as fases do ciclo de vida.

No contexto competitivo atual as exigências do mercado e o diferencial empresarial podem ou não conduzir uma empresa, organização ou mesmo um profissional autônomo a incorporar a pauta ambiental como questão de sobrevivência. Em um mercado cada vez mais competitivo, as dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental) combinam-se mutuamente, e não devem mais ser discutidas, consideradas e principalmente aplicadas de forma isolada.

É também enfatizada a importância de se considerar os ciclos naturais e o capital natural na produção, uso e consumo. O compartilhamento de produtos e serviços é visto como uma prática que pode ajudar a minimizar a geração de resíduos.

A sustentabilidade é um conceito que envolve a preservação e a utilização consciente dos materiais disponíveis em nosso planeta, mantendo o valor social e econômico do produto. Estes recursos naturais incluem a biosfera, a litosfera e a tecnosfera, visando garantir que as próximas gerações possam usufruir dos recursos naturais.

É preciso pensar a longo prazo, priorizando a conservação e a restauração dos ecossistemas, a promoção da economia circular e a redução do consumo de recursos não renováveis. Para isso, também é necessário a integração dos três pilares, social, ambiental e econômico, sendo assim possível a concretização da sustentabilidade.

Referências

- ANDRADE, Leonardo Thomé de, GOMES, Luiz Vidal; FERROLI, Paulo Cesar. **Certificações verdes para a construção civil: metodologias analíticas dos impactos ambientais. VI ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto**, Anais, Florianópolis, SC, p. 1811-1825, 2018.
- LIBRELOTTO, L. I. **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.

ANDRADE, Leonardo Thomé de, GOMES, Luiz Vidal; FERROLI, Paulo Cesar. **Certificações verdes para a construção civil: metodologias analíticas dos impactos ambientais. VI ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto**, Florianópolis, SC, p. 1811-1825, 2018.

SAMPAIO, C. P., FERROLI, P. C. M., SANTOS, A., CHAVES, L. L., ENGLER, R. C., LEPRE, P. R., LIBRELOTTO, L. I., LOPES, C. S. D., MARTINS, S. B., NUNES, V. G. A., TREIN, F. A. **DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: Dimensão Ambiental.** Editora INSIGHT, 1ª Edição, Curitiba – PR 2018, p. 99-136.

ROSA, Mayra. **Luminária em formato de frasco captura, armazena e utiliza a energia do sol. 2011.** Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/inovacao/tecnologia/luminaria_em_formato_de_frasco_captura_armazena_e_utiliza_a_energia_do_sol/>. Acesso em: 18 mar. 2023.

LEVI STRAUSS & CO. **A Closer Look At Our Water. 2019.** Disponível em: <https://www.levistrauss.com/2019/08/26/water-less-approach/>. Acesso em: 14 mar. 2023.

COLGATE. **Colgate Bamboo.** Disponível em: <https://www.colgate.com.br/colgate-bamboo?_gl=1*nm9xeq*_up*MQ.&gclid=Cj0KCQjwWtWgBhDhARIsAEMcxeDxDLAHbXsF9QcdUIWHQN5fzQZiKQBPIwjDPBXWCdGH3Y7H-LopsPcaAo81EALw_wcB&gclid=aw.ds>. Acesso em: 17 mar. 2023.

CONHEÇA AS VANTAGENS DE POSSUIR UTENSÍLIOS DE BAMBÚ PARA A SUA CASA. 2017. Disponível em: <<https://arnaz.com.br/loja/conheca-as-vantagens-de-possuir-utensilios-de-bambu-para-sua-casa/>>. Acesso em: 26 mar. 2023.

CHIABI, Matheus. **CONHEÇA OS INCRÍVEIS USOS E BENEFÍCIOS DO BAMBÚ.** 2021. Disponível em: <<https://blog.cicloorganico.com.br/hortas-e-jardins/conheca-os-diversos-usos-e-beneficios-do-bambu/>>. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRAZÃO, Paula. **Quando o bambu substitui a madeira.** 2014. Disponível em: <<https://casavogue.globo.com/Design/Moveis/noticia/2014/01/quando-o-bambu-substitui-madeira.html>>. Acesso em: 26 mar. 2023.

MÓVEIS de Bambu. 2021. Disponível em: <https://www.westwing.com.br/guiar/moveis-de-bambu/>. Acesso em: 26 mar. 2023.

O QUE é tecido fibra de bambu e quais são suas aplicações? Veja vantagens, usos e diferenciais! 2022. Disponível em: <<https://blog.artelasse.com.br/tecido-fibra-de-bambu/>>. Acesso em: 26 mar. 2023.



CARDOSO, M. I. F.; FRADE, J. M. C. B.; FERROLI, P. C. M. **Estudo conceptual da flexibilidade da conformação cerâmica a partir de moldes de gesso – moldes multi-peças.** VIII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto, Florianópolis, SC, p. 209-216, 2020.

SANTOS, Flávio Anthero Nunes Viana dos. **Método de Desdobramento de Três Etapas.** Disponível em: <<http://md3e.com.br>. 2017>. Acesso em setembro de 2021.

Indivíduos e Organizações Impactados pelas Ações do Design de um Produto

Individuals and Organizations Impacted by the Actions of a Product's Design

Esdras Jorge Linhares - UFSC
esdraslin@gmail.com

Laura Batista da Silva Faria - UFSC
laurabatista1802@gmail.com

Maisa Rachman de Siqueira - UFSC
maisarachman@gmail.com

Maria Fernanda Manke - UFSC
maria1manke@gmail.com

Raquel de Aquino Gaspar - UFSC
raquelaquinog98@gmail.com

Paulo Cesar Machado Ferroli - UFSC
pcferroli@gmail.com

Resumo

As ações projetuais sempre impactaram a humanidade. Um projeto em geral é decorrente de uma necessidade humana, que pode ser perceptível ou não. À medida que a humanidade cresceu em número, as necessidades foram se tornando maiores, envolvendo necessidades individuais e coletivas. As ações projetuais para atendimento destas necessidades afetam o meio-ambiente, tanto no que se refere a indivíduos quanto a organizações. Este artigo é decorrente de discussões conceituais sobre o tema e buscam fomentar em novos designers a relação entre a atividade projetual e a sustentabilidade.

Palavras-chave: Design; Sustentabilidade; Organizações.



Abstract

Design actions have always impacted mankind. A project, in general, is the result of a human need, which can be perceptible or not. As mankind grows in number, needs have become greater, involving individual and collective needs. Design actions formulated to meet these needs affect the environment, both in terms of individuals and organizations. This article is the result of conceptual discussions on the subject, and seeks to foster in new designers the relationship between design activity and sustainability.

Keywords: Design; Sustainability; Organizations

1. Introdução

A sustentabilidade é um assunto relevante a todas as áreas do saber. Conhecer as motivações, normas, restrições, e a própria filosofia incluída no tema é uma obrigatoriedade para todo e qualquer profissional nos dias de hoje, independente de seu ramo de atuação. Embora não seja um assunto novo, a sustentabilidade carece ainda de dados confiáveis, fontes fidedignas de informações e referências que abordam os diversos assuntos correlacionando-a com as diversas áreas de interesse de cada um. Devido a isso, torna-se necessário uma ação conjunta de todos os profissionais envolvidos em uma organização, cuja multidisciplinaridade está presente em todas as fases do ciclo de vida do produto.

De acordo com Librelotto e outros (2012), diferente da primeira conferência mundial do meio-ambiente (UNCHE, 1972, Estocolmo) que resultou em poucas ações concretas, a Rio Eco-92 - como ficou conhecida - promoveu diversas discussões e abordagens, sendo talvez a mais relevante o aumento considerável da conscientização da população em geral para questões relacionadas ao meio-ambiente. Por exemplo, as problemáticas relacionadas à camada de ozônio, superaquecimento, aumento dos lixões, necessidade de reciclagem, coleta seletiva, miséria, saneamento básico, e saúde em geral. É importante ainda observar que o comportamento dos consumidores de produtos atualmente é fortemente influenciado por selos verdes e eco-selos.

Tratando-se da contribuição social para a mitigação ou eliminação de impactos ambientais diretamente atrelados ao consumo, pressões sociais e governamentais ocorridas nas últimas décadas institucionalizaram a importância da sustentabilidade nas organizações (HALL e VREDENBURG, 2003 *apud* ORSIOLLI e NOBRE, 2016). Passaram a ser incorporados novos modelos de negócios dentro do contexto empresarial com finalidade de gerar valor sustentável e atender às exigências do mercado e as expectativas de seus *stakeholders* - qualquer indivíduo ou organização impactado pela empresa em questão - e da sociedade (ORSIOLLI e NOBRE, 2016)

O trabalho do profissional do Design em organizações sustentáveis tem como principal objetivo o de estimular não somente as empresas, mas também seus *stakeholders* a se adaptarem a uma nova demanda por meio da criação de valores sustentáveis. Em um processo de aprendizado coletivo que inclui o próprio designer, é pertinente otimizar seu trabalho para estabelecer novos padrões e normas de produção e consumo voltados à preocupação com os impactos ambientais da atualidade.

O designer se responsabiliza por diversos aspectos, que envolvem não só produtos físicos de uma organização, mas também as formas de comunicação, propaganda e marketing. Estes princípios, que são estabelecidos pelos profissionais, causam grande impacto na forma de consumo e pensamento dos *stakeholders* de uma empresa. Preocupa-se em compreender que as decisões feitas nesse âmbito não afetam apenas o coletivo como também o individual, mantendo-se em mente o poder de influência social envolvido no processo.

Neste artigo procura-se dar enfoque às relações que o design de um produto pertencente à dada empresa tem com seus *stakeholders*, atreladas a implementação de normas que prezam o desenvolvimento sustentável. Traz em pauta as maneiras em que o trabalho do designer em uma organização se faz indispensável, nos âmbitos sociais, econômicos e, em foco, ambientais.

2. Referencial

Em tempos de produção em massa e exploração constante da natureza, a implementação de políticas e estratégias em prol da causa ambiental em diversos âmbitos



da sociedade refletem em ações e projetos de empresas que possuem capacidade de gerar contribuições significativas para a causa. É, então, importante entender sobre como essas políticas são executadas dentro das organizações e como elas colaboram na eliminação ou diminuição do impacto ambiental negativo, decorrente do consumismo desenfreado normalizado nos dias atuais.

Assim, para conseguir estabelecer um plano estratégico ambiental eficiente, é necessário compreender em que estágio de maturidade tais empresas se encontram. Segundo Almeida (2007), esses estágios são definidos como:

- Inatividade (estágio 1): Não existem sequer projetos ou estratégias a favor da mitigação de impactos negativos na natureza, além da falta de consciência no que diz respeito ao meio ambiente e suas atividades. Como resultado dessa falta de consciência, pode-se aumentar os impactos ambientais negativos de forma inconsciente. As possíveis ações a serem tomadas pelo designer nesse estágio devem ser para conscientizar e despertar o interesse na organização em entender o problema.
- Consciência (estágio 2): Estágio no qual a empresa ou organização inicia seu processo de conhecimento e aprendizado relacionado a aplicação de seu negócio e como ele acaba afetando o meio ambiente. Nesse estágio é importante aumentar a transparência entre a empresa e os colaboradores sobre o impacto que as suas ações causam.
- Experimentação reativa (estágio 3): A empresa começa a receber demandas por soluções ambientalmente favoráveis como um reflexo da conscientização e preocupação com a sustentabilidade atualmente. É importante evitar as estratégias de marketing denominadas *greenwashing*, ou maquiagem verde, que tentam atrair o consumidor vendendo produtos ou projetos por meio da propagação de uma imagem verde que na realidade não condiz com a verdadeira prática da organização. Nesse estágio, projetos-piloto são importantes. Eles normalmente focam em algum problema específico da cadeia de valor, e depois podem se expandir para aumentarem o seu impacto nos próximos estágios.



- Experimentação proativa (estágio 4): Esse estágio toma uma postura mais estratégica, e é relacionado à práticas de integração experimentais isoladas de um certo produto, projeto ou serviço de uma empresa ou organização, incentivadas pelo aumento da consciência coletiva de que as diversas agressões à natureza refletem em nossas vidas. Tem um foco de impactos a longo prazo, mas ainda precisa de resultados significativos a curto prazo para conseguir investimentos externos.
- Expansão (estágio 5): Através da pressão vinda de diferentes fontes como leis, regulamentos e até mesmo clientes, a empresa vai atrás de aumentar seu número de negócios associados à sustentabilidade. Normalmente as ações dessas expansões não são coordenadas entre si.
- Gestão integrada (estágio 6): Nesse estágio, a empresa passa a tomar ações coordenadas de sustentabilidade, passando por diversas áreas da organização. O ciclo de vida do produto é considerado em todas as decisões, e o processo é sistematicamente monitorado. O foco é não apenas na cadeia de produção, mas também no produto final. Essa sistematização permite então que se defina metas ambientais, que impactam na definição dos stakeholders. Nesse estágio também há atenção para se evitar a “maquiagem verde”.
- Atuação ampliada (estágio 7): Nesse estágio há uma preocupação não apenas com legislações e marketing, mas há uma compreensão maior em impactar os stakeholders e vizinhanças digitais num geral da organização. As ações são promovidas de modo a não só diminuir o impacto ambiental da empresa, mas promover uma equidade social e ambiental.

Em relação aos seus conjuntos regulatórios, o Brasil sempre esteve à frente mundialmente em assuntos ambientais e de sustentabilidade. A proposta da legislação básica que nos estabelece como um direito básico o meio ambiente, assim, resultando em programas que estimulam à pesquisa, à produção sustentável, consciência de consumo, economia circular, produtos orgânicos, e outras formas de proteção ao meio ambiente e soluções ambientais envolvendo a sociedade.

Assim, devem ser desenvolvidas complexas transformações econômicas, políticas,



sociais e ambientais. Essas alterações comportamentais seriam promovidas por meio de iniciativas que façam a comunidade se inserir em processos de um estilo de vida sustentável.

Uma forma de alavancar as inovações sociais seria com o PSS (Sistemas Produto + Serviço) junto ao design de serviços relacionais, assim, fazendo com que essas práticas cresçam, fazendo que, com isso, os designers tenham como estímulo ampliar as diferentes brechas transformando a sociedade em algo cada vez mais sustentável.

[...] se condições favoráveis forem criadas por meio do design, elas podem ser encorajadas, empoderadas, reforçadas, ampliadas e integradas com mudanças maiores para gerar mudanças sustentáveis” (CIPOLLA, 2012, p. 66).

Em frente a formas mais complexas de ver a sociedade, o maior problema é mudar o jeito de se ser mais sustentável, seja pelos hábitos da população ou pelas políticas públicas. Assim como a agricultura urbana pode gerar capital, qualidade de vida e evolução social, essa pode ser uma excelente chance para a sustentabilidade nas cidades.

[...] além da transferências de recursos e envolvem o compartilhamento de causas comuns, incluindo a troca de conhecimentos e experiências [...] e as possibilidades de novos olhares e compreensão sobre questões complexas presentes na realidade social” (BRETTAS, 2017, p. 26).

Assim, para complementar as ações do estado, suprir suas restrições e promover ações em locais em que ele atua, são também necessárias ações *bottom-up* - iniciativas em prol manutenção dos limites de resiliência da natureza por ações civis e coalizões mistas - por parte das organizações não governamentais, mundialmente denominadas de terceiro setor (*third sector*); estas assumem a responsabilidade de agir em prol e em nome do interesse público em causas complexas, como as sociais e as ambientais, que exigem, dentre outros, envolvimento duradouro, proximidade e colaboração constante. O terceiro setor reúne uma série de empreendimentos coletivos sob alcunhas como ONG (Organização não Governamental) e OSCIP (Organizações da Sociedade Civil de Interesse Público), cada qual com suas especificidades, mas geralmente, sem fins lucrativos.

Outros empreendimentos têm tido amadurecimento, além de ONG e OSCIP, quando se diz respeito ao meio ambiente e sustentabilidade, cooperativas comunitárias e

instituições de pesquisa.

Dito isso, o início, meio e fim de tudo é o indivíduo, que pode agir de forma mais sustentável ou não. São os designers que podem mudar como os demais consomem e produzem, além deles próprios produzirem, consumirem e viverem, por isso cabe a eles decidirem se vai ser benéfico ou prejudicial ao meio ambiente levando em consideração seu aprendizado.

3. Estudos de caso

Nos dias atuais, a preocupação com a sustentabilidade e as práticas *eco-friendly* - tradução direta para “amigável ao meio ambiente”, ou seja, ações não danosas ao ecossistema

- tem sido crescente e cada vez mais presente em diversos setores da sociedade. No ramo do design, essa preocupação se reflete em diversas propostas de produtos que prezam pela utilização de materiais sustentáveis, processos de produção menos poluentes e também pela criação de produtos reconfiguráveis e multifuncionais.

Um exemplo de produto que apresenta essas características é a Cama Leo, criada por Irene Puerto. Trata-se de uma cama berço que pode ser alongada e transformada em uma cama infantil através do abaixamento das grades laterais que, com o crescimento da criança, tornam-se desnecessárias. Essa proposta de design dinâmico permite que o produto seja utilizado por um período de tempo mais prolongado, evitando assim a necessidade de comprar uma nova cama a cada fase de crescimento da criança.

Além desse aspecto, a Cama Leo apresenta outras características que a tornam um produto sustentável, como a escolha de materiais ecológicos na sua fabricação, como a madeira, bem como o uso de encaixes para sua montagem, que evita o uso de colas consideradas poluentes.

Outras características que podem ser consideradas sustentáveis na Cama Leo envolvem: a facilitação da adaptabilidade e incremento no produto, a seleção de materiais não-tóxicos ou danosos, a minimização do número de materiais incompatíveis no produto, a facilitação da compostagem no final do ciclo de vida do produto, a remoção de possíveis

materiais danosos ao usuário durante a usabilidade do produto e a redução do volume do produto durante a usabilidade do mesmo.

Em suma, a Cama Leo (figura 1) é um exemplo de como o design pode ser aliado à sustentabilidade através da proposição de produtos reconfiguráveis e multifuncionais que prezam pela utilização de materiais e processos menos poluentes, além de apresentar características que contribuem para a redução do impacto ambiental em todas as fases do ciclo de vida do produto. (MANZINI e VEZZOLI, 2002)

Ao combinar elementos arquitetônicos e tecnologias avançadas de refrigeração e isolamento, a designer alemã Ursula Tischner criou um refrigerador que está transformando a



Figura 1. Cama berço Leo. Fonte: Irene Puerto (2023)

forma como pensamos sobre o consumo de energia e recursos. Batizado de FRIA (figura 2), o refrigerador é fixado na parede da cozinha, próximo às paredes externas da casa, para absorver a baixa temperatura durante o inverno. Com isso, é possível manter os alimentos refrigerados durante três a cinco meses do ano, sem nenhum acréscimo de energia.

Além de sua funcionalidade inovadora, o FRIA é um exemplo de design sustentável. Com muitos compartimentos e tecnologias avançadas de isolamento e refrigeração, o modelo standard de 1994 consome no máximo 0,4 kWh em 24 horas, enquanto um frigorífico comum consome em média 0,85 kWh. Isso significa uma redução significativa de consumo energético, além de reduzir os custos de energia e as emissões de gases de efeito estufa.

Outras características que tornam o FRIA um produto sustentável são a seleção de recursos não tóxicos e danosos, a redução de componentes auxiliares e a minimização de problemas ambientais durante o uso do produto. Com isso, o refrigerador FRIA se torna um importante exemplo de como o design pode ser utilizado para melhorar a eficiência e reduzir o impacto ambiental dos produtos que utilizamos em nosso dia a dia.

Ao projetar um sistema com consumo passivo de recursos, o FRIA demonstra que é possível conciliar nossa necessidade por soluções eficientes e práticas com a nossa responsabilidade ambiental. Com a crescente preocupação com as mudanças climáticas e a necessidade de reduzir o nosso impacto sobre o planeta, o FRIA é um exemplo de como a inovação e o design podem trabalhar juntos em favor de um futuro sustentável. (MANZINI e VEZZOLI, 2002)

relação volume/superfície do conteúdo transportado para maximizar a capacidade dos veículos utilizados, escolhendo meios de transporte com menor impacto ambiental, como o transporte ferroviário. Essas práticas resultam em uma redução do impacto ambiental, além de preços mais acessíveis e a atração de novos consumidores. (MANZINI e VEZZOLI, 2002)



Figura 2. Geladeira FRIA. Fonte: Ursula Tischner

A aplicação de sustentabilidade no design de produtos é um modelo de negócios que tem feito grande sucesso no mercado, como evidenciado pelos exemplos dados (figura 3). Ao projetar produtos que possam ser montados no local de uso e transportados com o menor volume possível, essas empresas têm reduzido significativamente o consumo de recursos durante o transporte. Esse princípio é essencial para o desenvolvimento de produtos sustentáveis, uma vez que a busca por minimizar o consumo no transporte é uma maneira importante de preservar o meio ambiente. Além disso, as empresas têm buscado otimizar a



Figura 3. Alguns exemplos de cadeiras IKEA. Fonte: IKEA (2023)

4. Considerações Finais

A sustentabilidade é um assunto multidisciplinar, que exige a atuação de diversas áreas do conhecimento. O papel do designer dentro de uma empresa ou organização sustentável é de criar novas demandas para a criação de valores sustentáveis, não apenas dos produtos físicos, mas também em relação à comunicação e marketing.

Com as novas demandas de implementação de planos de sustentabilidade para organizações, torna-se necessário entender como organizar essas estratégias, de modo a criar um plano estratégico ambiental eficiente. Há diversos estágios de maturidade em que uma empresa pode-se encontrar, sendo eles de: inatividade, consciência, experimentação reativa, experimentação proativa, expansão, gestão integrada e atuação ampliada. Durante esses estágios, a empresa se mostra mais ou menos consciente do seu impacto, e eventualmente busca tomar medidas para reduzi-los.

O Brasil sempre foi um pioneiro mundial nas legislações ambientais, criando a necessidade de iniciativas que impactam a sociedade de forma sustentável. O papel do designer nessas iniciativas é essencial, pois são os profissionais que podem levar às mudanças de hábitos da população, mudando como as pessoas consomem e produzem.

Com as preocupações com a sustentabilidade e práticas *eco-friendly* cada vez mais altas, cria-se diversas oportunidades para o ramo de design. A utilização de materiais sustentáveis, processos de produção menos poluentes e criação de produtos reconfiguráveis e multifuncionais, por exemplo, são propostas cada vez mais populares, e se refletem em

diversos produtos, como os apresentados nos estudos de caso. A Cama Leo, criada por Irene Puerto, e o refrigerador FRIA, criado por Ursula Tischner, são exemplos de produtos que foram pensados desde a sua concepção inicial com a sustentabilidade em mente, garantindo que seu impacto ambiental seja mínimo.

Referências

ALMEIDA, Fernando. **Os Desafios da Sustentabilidade** – uma ruptura urgente. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo Cesar Machado; MUTTI, Cristine do Nascimento; ARRIGONE, Giovani Maria. **A Teoria do Equilíbrio - Alternativas para a Sustentabilidade na Construção Civil**. Florianópolis: DIOESC, 2012.

ORSIOLLI, T. A. E.; NOBRE, F. S.. **Empreendedorismo Sustentável e Stakeholders Fornecedores**: Criação de Valores para o Desenvolvimento Sustentável. Revista de Administração Contemporânea, v. 20, n. Rev. adm. contemp., 2016 20(4), p. 502–523, jul. 2016.

MACCIONI, Lorenzo; BORGIANNI, Yuri; PIGOSSO, C. A. Daniela. **Can the choice of eco-design principles affect products' success?** [online]. Sustainable Design & Manufacturing Conference Series, 2019. Disponível em:

<https://www.cambridge.org/core/services/aop-cambridge-core/content/view/D97D388227B69D019606B38B441FE017/S2053470119000246a.pdf>. Acesso em: 18 mar. 2023.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **Desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. Trad. Astrid de Carvalho. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002. 366p.



Cidades Inovadoras Sustentáveis:

Reflexões sobre os aspectos estruturantes da Gestão Urbana

Sustainable Innovative Cities:

Reflections on the structuring aspects of Urban Management

Marisa Araújo Carvalho, Doutora em Eng. e Gestão do Conhecimento- Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC
marisa19@gmail.com

Chrystianne Goulart Ivanoski, Doutora em Eng. de Produção- Universidade Federal de Santa Catarina- UFSC
c.ivanoski@ufsc.br

Resumo

Este artigo apresenta o conceito de Cidades Inovadoras Sustentáveis e reflexões acerca dos aspectos estruturantes da Gestão Urbana, ou seja, governança, inovação e sustentabilidade. Propõe-se um procedimento metodológico denominada pesquisa exploratória. Fundamenta-se a utilização no estudo da abordagem de Co-criação como inovação aberta, para identificação dos aspectos estruturantes da Gestão Urbana, e apresentam-se as reflexões sobre a importância desses aspectos para estabelecer o entendimento de três inter-relações do Sistema Urbano: os eixos urbanos, as comunidades virtuais de prática e as formas de comunicação colaborativa. O estudo aponta informações importantes para o aperfeiçoamento do modelo da Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana, uma estratégia de Gestão Urbana que visa à atuação conjunta dos agentes urbanos na resolução de situações/problemas urbanos, buscando-se assim, uma melhor qualidade de vida sustentável e inovadora para as Cidades.

Palavras-chave: Cidades Inovadoras Sustentáveis; Gestão Urbana; Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana

Abstract

This article presents the concept of Sustainable Innovative Cities and reflections on the structuring aspects of Urban Management, that is, governance, innovation and sustainability. A methodological procedure called exploratory research is proposed. It is based on the use of the Co-creation approach as an open innovation in the study, to identify the structuring aspects of Urban Management, and reflections are presented on the importance of these aspects to establish the understanding of three interrelations of the Urban System: the urban axes, virtual communities of practice and forms of collaborative communication. The study points out important information for the improvement of the model of the Virtual Network of Urban Collaborative Communication, an Urban Management strategy

that aims at the joint action of urban agents in solving urban situations/problems, thus seeking a better quality of sustainable life and innovative for Cities.

Keywords: Sustainable Innovative Cities; Urban Management; Collaborative Communication Virtual Network

1. Introdução

A crescente concentração da população nas cidades introduz uma nova dimensão aos setores econômicos e às políticas públicas desenvolvidas, onde o Sistema Urbano tem em comum a relevância assumida pelo modo de vida urbano. Isso gera uma série de situações/problemas urbanos que podem ser solucionados através da Gestão Urbana centrado no conceito das Cidades Inovadoras Sustentáveis. Esta, entretanto, atualmente se caracteriza comumente como uma gestão hierárquica, onde a comunicação colaborativa efetiva dos agentes urbanos ainda é insuficiente ou inexistente.

Realizou-se uma pesquisa exploratória sobre os aspectos estruturantes da Gestão Urbana – governança, inovação e sustentabilidade - que contribuem na proposição de soluções urbanas das Cidades Inovadoras Sustentáveis, onde se destaca o surgimento da comunicação colaborativa como ponto central a partir do entendimento sobre os aspectos estudados.

Após um levantamento de referencial teórico, sobre as reflexões que envolvem a Gestão Urbana e abordagem da Co-criação, mostra-se como resultado a representação visual das inter-relações específicas, proporcionando um entendimento de como se daria a aplicação da Gestão Urbana na resolução de situações/problemas urbanos contidas na Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana.

2. Gestão Urbana e Cidades Inovadoras Sustentáveis

Entende-se por Gestão Urbana os atos de administrar e governar, enquanto processos complementares e inter-atuantes no espaço físico. Aborda aspectos sociais e relações políticas e econômicas, cujos conteúdos e elementos influenciadores se constituem e se configuram historicamente no território e fora dele, ou seja, tem como mediar as relações sociais e as condições gerais de produção e de reprodução, a partir de condições específicas às vezes limitadas de recursos e possibilidades.

Segundo Lojkin (1981; 1997) planejamento urbano não pode ser reduzido à política urbana, porque se compõe de três dimensões: 1. uma dimensão planejadora; 2. uma dimensão operacional, que é o conjunto das práticas reais pelas quais o Estado central e os aparelhos estatais locais intervêm financeira e juridicamente na organização do espaço urbano; e 3. uma dimensão propriamente urbanística que condensa, materializa e mede, por isso mesmo, os efeitos sociais no espaço - planificação urbana/operações de urbanismo. O autor analisa a aglomeração urbana com vínculo na cooperação, que liga os meios de



consumo coletivo aos meios de circulação material e ao espaço, desde que a cooperação seja entendida como instrumento essencial da produção social.

A Cidade é considerada um ecossistema social urbano dinâmico e complexo. Então pode-se afirmar que a Cidade é inovadora e sustentável quando os recursos tecnológicos são utilizados no aprimoramento da Gestão Urbana, na relação com as demais partes interessadas e na co-criação de valor de cooperação para a comunidade. Isto sinaliza uma melhoria na qualidade dos modos de vida dos agentes urbanos que através da comunicação colaborativa de um movimento de Cidades Inovadoras Sustentáveis, promove a elaboração de políticas públicas para um efetivo desempenho da Gestão Urbana. Neste estudo os agentes urbanos são considerados os gestores urbanos, assim como os membros das comunidades virtuais de prática de uma Cidade.

A essência das Cidades Inovadoras Sustentáveis são as comunidades virtuais de prática que constroem os habitats como um ecossistema de forma prospectiva e alinhada quanto ao desenvolvimento social, econômico e tecnológico com foco no urbano, assegurando que os habitats se tornem inteligentes, inovadores e sustentáveis sob a implementação de uma boa governança. Seu objetivo maior é co-criar os habitats para estimular a transformação dos espaços urbanos na promoção da qualidade de vida e do bem-estar em uma dinâmica de sinergia com os cenários de futuro desejáveis, de forma compartilhada, apoiando os gestores urbanos na tomada de decisão e apontando oportunidades de Inovação Aberta.

Destaca-se que a Cidade Inovadora Sustentável e o Sistema Urbano que a compõe são, aqui, analisados sob três aspectos estruturantes da Gestão Urbana: governança, inovação e sustentabilidade, pois a Cidade envolve o entendimento de um grande número de eixos pertencentes aos setores urbanos que podem ser pesquisados, informados, discutidos, planejados e decididos coletivamente de maneira a serem representados em soluções urbanas.

2.1. Aspectos da Gestão Urbana: governança, inovação e sustentabilidade

O termo Governança é tido como a condução responsável dos assuntos do Estado (CANOTILHO, 2006) e da política urbana, com um adequado desempenho, que se faz melhor compreendida quando inserida em um contexto multi-escalar, ou seja, em uma abordagem holística e integrada dos desafios; planejamento estratégico a longo prazo e elaboração de uma visão; envolvimento da comunidade e mobilização coletiva em torno de objetivos a longo prazo; parcerias e cooperação entre cidades (COMISSÃO EUROPEIA, 2011).

A ONU (2009) discorre sobre o modelo de Governança participativa e democrática proporcionando meios sustentáveis de subsistência. Assegura que a sociedade civil desempenhe um papel ativo no estabelecimento das prioridades, e que promovam o desenvolvimento de capacidades locais com vistas ao fortalecimento de uma Gestão Pública eficiente, eficaz e efetiva, em contextos democráticos, reforçando e inovando mecanismos de participação social, de forma a criar condições mais igualitárias e fortalecer a capacidade de escolha dos cidadãos.

A Governança é baseada nos princípios de abertura, participação, responsabilização, eficácia, coerência e subsidiariedade, onde os cidadãos têm oportunidade de participar social e democraticamente e estão envolvidos no desenvolvimento urbano em conjunto com as partes

interessadas. A principal questão da Governança Urbana consiste em enfrentar os problemas do presente ao desafio de saber responder, adaptar e evoluir no futuro, afirma Ravetz (2011).

Os termos inovação e sustentabilidade são relevantes na discussão da Gestão Urbana das Cidades. Inovação é definida por Manzini (2008, p. 61) como “mudanças no modo como indivíduos ou comunidades agem para resolver seus problemas ou criar novas oportunidades”. Segundo Manzini (2017) a inovação é mais apropriada em um ecossistema social devido ao crescimento de ideias inovadoras decorrente da vida colaborativa. Segundo Emmendoerfer (2019) a inovação enquanto processo requer uma capacidade de identificação e prática de novas ideias, sendo elas renovadas ou aprimoradas, visando à solução de problemas para um melhor desempenho dos resultados vislumbrados pela Sociedade e Administração Pública.

Quanto à sustentabilidade, Manzini (2008) e Manzini; Vezzoli (2002) salientam que o termo é um processo em que ocorre a inovação a partir da mudança tecnológica e cultural. E que tem como objetivo desenvolver projetos embasados nos modos de vida em comum, nos quais os espaços públicos e privados se apoiam nas atividades econômicas, no meio ambiente e no bem-estar da sociedade. Considerando o ciclo total da vida dos produtos e serviços, neste caso, do Sistema Urbano.

Conclui-se que os termos são empregados na melhoria de uma determinada comunidade. E que a inovação se manifesta quando a Cidade promove o desenvolvimento econômico com justiça social e sustentabilidade ambiental; adota e desenvolve tecnologias apropriadas para sua realidade local e utiliza-se dos processos de Governança no aprimoramento da Gestão Urbana, na relação com as demais partes interessadas e na criação de valor para a comunidade, além de ajudar a construir uma comunidade alinhada.

Uma Cidade é inovadora e sustentável quando os investimentos em seu capital humano, social e tradicional em modernas infra-estruturas de comunicação alimentam um crescimento econômico saudável e uma elevada qualidade de vida, com um prudente gerenciamento dos recursos naturais, através de uma governança participativa. E que a inovação urbana tem um impacto positivo no crescimento econômico urbano (CARAGLIU *et al*, 2009; 2019).

Para Chesbrough (2006) a abordagem da inovação aberta está baseada em fluxos de conhecimento intencionalmente gerenciados através das fronteiras organizacionais. Portanto, defende que o processo de inovação aberta é a mudança de perspectiva em alternativa ao modelo dominante inovação fechada, representando, os dois extremos de um contínuo, ou seja, é um processo colaborativo.

Chesbrough (2014) defende a inovação aberta é um processo colaborativo, que busca acessar conhecimento a partir de diversos agentes internos e externos. Assim, com a gestão das ideias internas e externas, a manutenção do capital intelectual, o compartilhamento e intermediação do conhecimento e a conectividade, iniciam-se novas interações sociais que desencadeiam uma força democrática e descentralizada de participação na sociedade, para além das fronteiras institucionais. Para os autores Bessant e Tidd (2019) torna-se vital para a inovação, a construção e gerenciamento de redes de relacionamentos, de onde pode se obter uma comunicação colaborativa.



2.2. Rede de Comunicação Colaborativa Urbana e Co-Criação

A teoria acerca da Comunicação em Rede (CARDOSO, 2009; 2015) associa a comunicação interpessoal com a Rede massificada e a difusão das mídias pessoais no âmbito da Internet. O principal motor de mudança nas comunidades virtuais, nos processos de comunicação e mediação, nas Sociedades é compartilhar os conhecimentos. Para o autor a função das mídias é servir de instrumento de democracia e de espaço de retórica da personalização e trivialidades, proporcionando novas dinâmicas de acessibilidade da informação, além de tratar os usuários como agentes inovadores e salientar o componente visual da comunicação atual, que constitui uma retórica fundada na simplicidade, rapidez e emoção.

A comunicação pode acontecer como um processo de troca livre e igual de sentido, desenvolvimento de comunidades ou avanço da solidariedade social entre as nações e os indivíduos, enfatiza o autor. Então, pode-se afirmar que uma Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana (CARVALHO, IVANÓSKI, 2022) é fundamental para a constituição de relações humanas e para o compartilhamento do conhecimento, por meio de uma diversidade cultural e linguística, pois num diálogo social e intercultural vem possibilitar a formulação de soluções urbanas.

Segundo Carvalho e Ivanóski (2022) uma Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana se articula a uma configuração técnica e social, pois é suportado pelas tecnologias digitais que proporcionam a noção de interação por parte dos agentes urbanos, havendo um comportamento de inteligência coletiva (LÉVY, 2013), a qual surge da colaboração de muitos agentes urbanos em sua pluralidade, tendo como resultado o compartilhamento e a co-criação dos conhecimentos.

Resume-se a Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana composta por uma 1. plataforma de big data que armazena, transfere, visualiza e compartilha dados estruturados, e também os dados não estruturados, como imagens, vídeos, áudios e documentos entre os agentes urbanos; pelas 2. formas de comunicação pertinentes aos perfis das diversas comunidades virtuais de prática, quer sejam instituições, indivíduos ou organizações, com objetivo de promover a colaboração; e pelo 3. modelo de *crowdsourcing* para o desenvolvimento do Sistema Urbano e sua futura implantação concreta das soluções urbanas formuladas pelos agentes urbanos (CARVALHO E IVANÓSKI, 2022).

A ideia de co-criação, nas palavras de Lupton (2020, p.82), diz respeito às “atividades que vão desde a avaliação de soluções existentes até a geração de novas ideias”. A co-criação surge como um processo para engajar pessoas e proposição de projetos, programas e políticas públicas. Destaca-se aqui o termo *crowdsourcing*, que segundo Tapscott e Willians (2007, 2011) é usado para designar um modelo de criação coletiva e em massa que utiliza a inteligência e o conhecimento coletivo de voluntários, amadores ou não, dispersos na Rede de Comunicação para desenvolver novas tecnologias ou solucionar problemas.

Tapscott e Willians (2011) ampliam o estudo em um novo modelo de inovação econômica e social, para isso apresentam os fundamentos do que chamam de Era da Inteligência em Rede, ou seja, como a colaboração em massa promove a inovação e muda padrões estabelecidos, é uma nova dimensão da democratização da informação. Os autores sugerem

que as instituições podem melhorar a partir de *bottom-up* para resolver os grandes problemas do mundo, e que a transparência permitiria detectar os pontos fracos.

O *crowdsourcing* aplicado à Gestão Urbana se utiliza dos conhecimentos na Rede Virtual para promover o engajamento da Sociedade no processo de construção do projeto de políticas públicas para o desenvolvimento urbano sustentável, desde a identificação e priorização de problemas à seleção e desenvolvimento das soluções urbanas inovadoras pelos agentes urbanos. A participação política tem como objetivo estimular o envolvimento cívico, aproximar os cidadãos entre si, de seus governos e da iniciativa privada para a construção de uma sociedade cada vez melhor e, conseqüentemente, apresentando soluções urbanas inovadoras para as Cidades.

Neste sentido, para estabelecer a Gestão Urbana a partir da comunicação colaborativa mais efetiva, se faz necessário desenvolver uma Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana. Outra questão é apontar os eixos dos setores urbanos, as diversas formas de comunicação e a formação das comunidades virtuais de prática, sob a perspectiva de análise dos três aspectos estruturantes da Gestão Urbana: governança, inovação e sustentabilidade, a fim de nortear os processos de co-criação.

Enfatiza-se que o foco principal não está apenas na co-criação de conhecimento, e sim no fluxo de conhecimento que circula em uma Rede Virtual. Estes vão servir de subsídio para a construção de uma base de dados orientada para ser efetivamente um espaço contínuo de aprendizagem, produção, colaboração e socialização de conhecimentos.

3. Procedimentos Metodológicos

Do ponto de vista de seus objetivos, esta pesquisa caracteriza-se como qualitativa exploratória, pois através de um levantamento bibliográfico, obteve-se uma formalização mais adequada a cerca das reflexões sobre a inter-relação dos aspectos estruturantes da Gestão Urbana, sendo que as análises e resultados foram efetuados por meio da representação visual dos conhecimentos teóricos por parte dos pesquisadores. Quanto à sua natureza, tratou-se de uma pesquisa aplicada (GIL, 1991), pois seus resultados teóricos serviram de base para a elaboração da representação visual da Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana.

4. Resultado e Discussão

Como resultado das reflexões da pesquisa tem-se a descrição dos aspectos estruturantes da Gestão Urbana e as inter-relações do Sistema Urbano estabelecidas na Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana. Enfatiza-se que o foco principal não está apenas na co-criação de conhecimento, e sim no fluxo de conhecimento que circula na Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana. Estes contribuem significativamente para revigorar a imagem da cidade ao agregar serviços, recursos e produtos em meios digitais. E servir de subsídio para a construção de uma base de dados orientada para ser efetivamente um espaço contínuo de aprendizagem, produção, colaboração e socialização de conhecimentos.

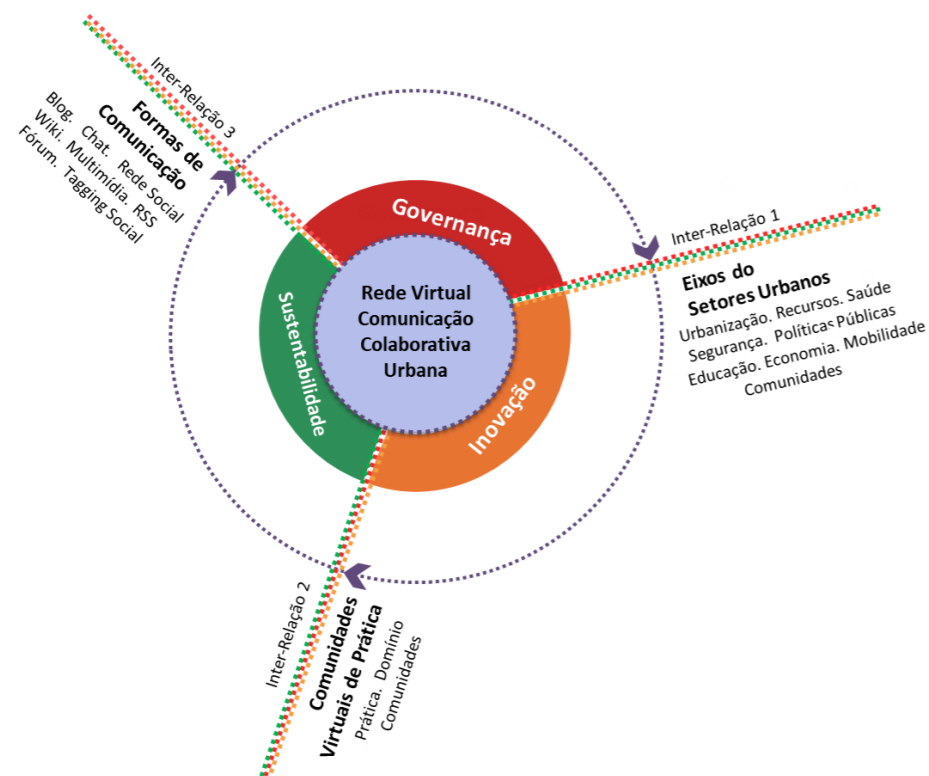


Figura 1: Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana e os Aspectos Estruturantes da Gestão Urbana. Fonte: Autores.

Conforme a Figura 1, a Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana é composta pelos aspectos estruturantes da Gestão Urbana: governança, inovação e sustentabilidade que estabelecem inter-relações com os eixos do setores urbanos, com as comunidades virtuais de prática e com as formas de comunicação da Rede Virtual, para considerar a colaboração efetiva, que se dá no contexto da Gestão Urbana. Destaca-se também que as inter-relações se apresentam em torno do processo de fluxo contínuo de conhecimento sobre os três aspectos estruturantes da Gestão Urbana.

A inter-relação 1 explica que os eixos do setores urbanos se dá quando os aspectos estruturantes como governança, inovação e sustentabilidade servem de base para análise, previsão e apresentação de soluções urbanas em cada eixo do Sistema Urbano. Apontam-se apenas nove eixos, pois houve agrupamento de alguns eixos que poderiam estar dialogando sob o mesmo contexto, por exemplo, o caso de eixos como água, energia, clima, meio ambiente agrupados no eixo recursos, que abordaria tanto os recursos naturais quanto os artificiais.

A inter-relação 2 esclarece como as comunidades virtuais de prática podem se conhecer e se fortalecer em uma Rede Virtual, porque representam a base de uma estratégia de atuação e de compartilhamento de conhecimento, pois se apoiam nas ações de planejamento estratégico

com foco no domínio e prática de seus participantes visando a redução e desperdício dos insumos da Gestão Urbana. Há assim, uma inter-relação contextual entre as comunidades virtuais de prática e os gestores urbanos para que no futuro sejam analisadas as práticas colaborativas em cada aspecto de governança, inovação e sustentabilidade que estruturam a Gestão Urbana.

A inter-relação 3 descreve como se estabelece a comunicação colaborativa favorecendo as comunidades a interagir umas com as outras de mesmo interesse, assim como torna transparente a colaboração na criação de conhecimentos específicos aos eixos urbanos. Isso tem base nas categorias de criação do conhecimento (CHUA *et al*, 2012; 2022): aquisição, disseminação, organização e compartilhamento, onde a aquisição se daria através de fóruns, chats e wikis; a disseminação através de blogs e RSS; a organização através de social tagging, por exemplo, e o compartilhamento através de redes sociais e multimídias (CHUA *et al*, 2008).

Destaque-se o emprego entre as dimensões do conhecimento com as formas de comunicação respectivamente: aquisição- fóruns, chats e wikis; disseminação- blogs e RSS; organização – Social tagging; e compartilhamento- redes sociais e multimídias. Para Coleman (2008) e Turban, (2011) as tecnologias colaborativas constituem a parte mais visível das comunidades e dos processos, sendo que 80% do esforço geralmente são colocados para o segmento de tecnologia, que, na realidade, é apenas cerca de 20% da solução global. Os outros 80% que incidem sobre as comunidades e processos, geralmente não se encontram disponíveis para o efetivo processo de colaboração. Neste sentido, para estabelecer a Gestão Urbana a partir da comunicação colaborativa mais efetiva, se faz necessário desenvolver uma Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana.

O resultado traz a formalização do conhecimento em Gestão Urbana por meio da Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana. Cabe ressaltar que as pesquisas existentes se utilizam de termos semelhantes, como por exemplo, a Rede Social que não considera a comunicação colaborativa nas dimensões dos aspectos estruturantes e as inter-relações levantadas neste estudo. Enfatiza-se que esta proposta é possível de aplicação futura, ou seja, a comunicação promovendo a colaboração direta aos temas pertinentes ligados ao Sistema Urbano, na qual as comunidades virtuais de prática têm domínio possibilitando fundamentar o estudo proposto neste artigo.

5. Considerações Finais

Este estudo vem contribuir com a problemática constante e evidenciada em muitas Cidades que procuram estabelecer a inovação e sustentabilidade, no que se refere à Gestão Urbana e sua pouca eficiência em resolver situações/problemas do Sistema Urbano. E geralmente, a Gestão Urbana se dá pelos Sistemas Urbanos hierarquicamente fechados, não promovendo a colaboração efetiva dos agentes urbanos que compõem a organização social chamada Cidade. A co-criação como inovação aberta favorece a boa governança e o surgimento de soluções urbanas com sustentabilidade.



A pesquisa centrada nos aspectos governança, inovação e sustentabilidade vem trazer subsídios para a denominação de Cidades Inovadoras Sustentáveis, tendo-se como inter-relação entre essas bases teóricas a formalização do conhecimento e a representação visual da Rede Virtual de Comunicação Colaborativa Urbana, sendo esta a ser considerada como parte central das reflexões.

A representação visual proposta permite reflexões mais adequadas sobre as práticas das Cidades Inovadoras e Sustentáveis, visando à resolução da problemática evidenciada, através dos aspectos estruturantes da Gestão Urbana, caracterizado por inter-relações de fluxo contínuo de conhecimentos, possibilitando soluções urbanas que melhorem a qualidade de vida sustentável e inovadora para os agentes urbanos das Cidades.

Referências

- BESSANT, J.; TIDD, J. **Inovação e empreendedorismo**. Porto Alegre: Bookman, 2019.
- CANOTILHO, G. **Constitucionalismo e a geologia da good governance**. In: Brancos e Interconstitucionalidade: itinerários dos discursos sobre historicidade constitucional. Coimbra: Almedina, 2006.
- CARAGLIU, A. *et al.* **Smart Cities**. In: Europe 3rd Central European Conference In Regional Science-CERS, 7–9, p.10-20 October Košice, Slovak Republic, 2009
- CARAGLIU, A.; DEL BO, C. **Smart innovative cities: The impact of Smart City policies on urban innovation** Technological Forecasting and Social Change 142, p. 373-383, North-Holland, 2019.
- CARDOSO, G. **Da Comunicação de Massa à Comunicação em Rede**. Portugal: Porto, 2009.
- CARDOSO, G. *et al.* **A sociedade em Rede em Portugal: uma Década de Transição**. Coimbra: Almedina, 2015.
- CARVALHO, M.; IVANÓSKI, C. **Proposta de Rede Virtual de Comunicação Colaborativa para Cidades Inovadoras Sustentáveis** CIAWI-19ª Conferência Ibero Americana WWW/INTERNET Anais p.187-190, Lisboa: 2022.
- CHESBROUGH, H. *et al.* **Open Innovation: Researching a New Paradigm** Oxford: Oxford University Press, 2006
- CHESBROUGH, H.; BOGERS, M. **Explicating open innovation: Clarifying an emerging paradigm for understanding innovation** New Frontiers in Open Innovation. Oxford, 2014
- CHUA, A. *et al.* **The Prevalence and Use of Web 2.0**. In: Libraries G. Buchanan, M. Masoodian, J. Cunningham: ICADL, LNCS 5362, pp. 22–30, 2008.
- CHUA, A. *et al.* **Web 2.0 applications in government web sites: Prevalence, use and correlations with perceived web site quality**- Online information review, Vol 36 p.175-195, 2012.

CHUA, A. *et al* **Data Analytics Usage, Absorptive Capacity and Sharing Economy Innovation Performance**. In: Information for a Better World: Shaping the Global Future. iConference 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13192, p. 236–243. Springer, 2022

COLEMAN, D.; LEVINE, S. **Collaboration 2.0: technology and best practices for successful collaboration in a Web 2.0 world**. Los Angeles: Cupertino, 2008.

COMISSÃO EUROPEIA - Unidade C.2 – **Desenvolvimento Urbano, Coesão Territorial Cidades de Amanhã – Desafios, visões e perspectivas**. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia, Outubro, 2011.

EMMENDOERFER, M. **Inovação e empreendedorismo no setor público** Escola Nacional de Administração Pública (Enap) Brasília: Enap, 2019

GIL, A. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 1991.

LOJKINE, J. **Política urbana e planificação urbana**. In: O estado capitalista e a questão urbana. Capítulo III p.175-219 São Paulo: Martins Fontes, 1981.

LOJKINE, J. **O Estado capitalista e a questão urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 1997.

LÉVY, P. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. São Paulo: Loyola, 2013.

LUPTON, E. **O design como storytelling**. São Paulo: Gustavo Gili, 2020.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O Desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002.

MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade- comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-Papers, 2008.

MANZINI, E. **Designing coalitions: Design for social forms in a fluid world**. Strategic Design Research Journal, 10, 2, p. 187, 2017.

ONU- Nações Unidas -Brasil **A ONU e a Governança**, 2009 Disponível em: <https://nacoesunidas.org/acao/governanca/> Acesso em: 06/02/2023.

RAVETZ, J. **Urban Synergy Foresight**. In **Urban governance in the EU: current challenges and forward prospects**. EU Committee of the Regions, p. 31-44, Brussels: 2011.

TAPSCOTT, D.; WILLIAMS, A. **Wikinomics: como a colaboração em massa pode mudar o seu negócio**, Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2007

TAPSCOTT, D.; WILLIAMS, A. **Macrowikinomics - Reiniciando os negócios e o mundo** Elsevier, 2011.

TURBAN, E. *et al.* **A Framework for Adopting Collaboration 2.0 Tools for Virtual Group Decision Making**. Group Decis Negot vol. 20, N. 2p.137–154, Springer, 2011



Uso do rejeito de mineração de ferro para uso em taipa de pilão: análise da literatura

Use of iron mining tailings in rammed earth: a literature survey

Gabriela Tavares de Lanna Lage, mestranda em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Universidade Federal de Minas Gerais.

gabrielatlanna@gmail.com

White José dos Santos, Doutor em Engenharia Civil, Universidade Federal de Viçosa.

white.santos@demc.ufmg.br

Sofia Araújo Lima Bessa, Doutora em Engenharia Urbana, Universidade Federal de Minas Gerais

salbessa@gmail.com

Resumo

A região de Minas Gerais é reconhecida como uma das maiores áreas de extração de minério de ferro do Brasil, que é o segundo maior produtor mundial. Durante a extração do mineral toneladas de rejeito são geradas e estocadas em barragens. Paralelamente, um desafio no setor da Engenharia Civil e da Arquitetura é apresentar soluções construtivas que tenham um menor impacto ambiental. Dentre estas, tem-se a taipa de pilão como uma técnica construtiva com grande potencial sustentável devido a possibilidade de menor energia incorporada do que técnicas convencionais. Por conta dessa possibilidade de interação, a proposta do artigo é analisar a possibilidade da utilização de rejeito de minério de ferro (RMF) como estabilizante físico, atuando como corretor granulométrico da taipa de pilão. Não foram encontradas investigações a respeito do uso do RMF em taipa de pilão na construção civil. Constatou-se a possibilidade da viabilidade do uso do RMF para correção granulométrica de solos da taipa de pilão ou como substituto de algum material base. Isto acontece devido as características físicas, químicas e mineralógicas do RMF serem adequadas à técnica, sobretudo quando requerem porcentagens de areia, areia fina ou silte.

Palavras-chave: rejeito de minério de ferro; taipa de pilão; estabilização de solos; sustentabilidade; utilização de resíduos.

Abstract

The Minas Gerais region is recognized as one of Brazil's largest iron ore extraction areas, the world's second-largest producer. During mineral extraction, tons of tailings are generated and stored in dams.

In parallel, a challenge in the Civil Engineering and Architecture sector is presenting construction solutions with a lower environmental impact. Among these, rammed earth is a construction technique with great sustainable potential due to the possibility of lower embodied energy than conventional techniques. Because of this possibility of interaction, this paper proposes to analyze the potential use of iron ore tailings (IOT) as a physical stabilizer, acting as a granulometric corrector of rammed earth. No investigations were found regarding using RMF in rammed earth in civil construction. It was found that it is possible that the use of IOT may be viable for soil size correction in rammed earth or as a substitute for base material. This is due to the physical, chemical, and mineralogical characteristics of RMF being suitable for this technique, especially when sand, fine sand, or silt percentages are required.

Keywords: Iron ore tailings; rammed earth; soil stabilization; sustainability; waste reuse.

1. Introdução

Desde a Revolução industrial há uma demanda cada vez maior de minerais (SCHATZMAYR *et al.*, 2022). Durante os processos de extração e beneficiamento de minérios, grandes quantidades de resíduos são produzidas (IPEA, 2012). Estima-se que para cada tonelada de minério de ferro processada no Brasil, são gerados cerca de 400 kg de rejeito (IPT, 2016). Segundo a Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico (DIÁRIO DO COMÉRCIO, 2021) o produto mais exportado em Minas Gerais em 2020 foi o minério de ferro e seus concentrados (37%). Uma das alternativas mais utilizadas na destinação desses rejeitos é a construção de barragens de mineração, onde esses materiais ficam dispostos na forma de polpa ou de lama (IPEA, 2012). No Brasil, há pouco mais de 800 barragens de mineração e destas, apenas 50% estão inseridas na política nacional de segurança de barragens (ANM, 2020).

Além do considerável volume de resíduos produzidos no país, a forma como o RMF é estocado tem provocado ameaças ao ambiente e à população. A deposição de RMF em barragens tornou-se uma preocupação constante devido à má gestão e aos riscos inerentes. No estado de Minas Gerais ocorreram, nos últimos anos, dois dos maiores desastres ambientais do Brasil. Em 2015, o rompimento da Barragem de Fundão, em Bento Rodrigues, subdistrito do município de Mariana, que provocou o deslocamento de RMF por 663 km até o litoral (LACAZ; PORTO; PINHEIRO, 2017) e, em 2019, o rompimento da Barragem B1, na mina do Córrego do Feijão, no município de Brumadinho, que provocou a morte de mais de 270 pessoas (COSTA *et al.*, 2021).

De forma paralela, há o fato de que o setor da construção civil é reconhecido como um dos principais geradores de impacto ambiental. Segundo (CABRAL *et al.*, 2008) as técnicas de construção convencionais do século XXI necessitam de grande quantidade de material inerte, que é extraído de sedimentos aluviais e formações rochosas e causam alterações drásticas no meio ambiente, além de materiais com alto conteúdo energético incorporado (JOHN, 2001; ZAMI *et al.*, 2022). Ademais, a construção civil é o principal setor de geração de resíduos,



que tem grande potencial poluidor agregado, já que estes frequentemente são gerenciados de maneira incorreta e acumulados no meio ambiente.

Desta forma, é acordo que há um desafio no setor da Engenharia Civil e Arquitetura de apresentar soluções construtivas mais sustentáveis (SIEFFERT; HUYGEN; DAUDON, 2014). Dentre as técnicas construtivas com grande potencial sustentável encontra-se a taipa de pilão, devido a possibilidade de ser produzida com baixa energia incorporada (GIUFFRIDA; CAPONETTO; CUOMO, 2019; MELLAIKHAFI *et al.*, 2021), advinda da viabilidade de executá-la com solo local, promovendo limitado transporte de materiais (BECKETT; CIANCIO, 2013).

A estabilização da taipa de pilão visa colaborar com o aumento de sua resistência e durabilidade, sendo uma prática frequente nos países desenvolvidos que utilizam a técnica (HALL; ALLINSON, 2009a). Entretanto, o uso de cimentantes para a estabilização tem sido criticado pelo seu impacto ambiental (ARRIGONI *et al.*, 2017).

Sendo assim, há uma lacuna acerca da possibilidade de se utilizar alguns resíduos como estabilizantes já que os materiais alternativos tendem reduzir a energia incorporada da taipa entre 50 e 100% (GIUFFRIDA; CAPONETTO; CUOMO, 2019).

Dentro do setor da construção civil o uso do RMF já vem sendo estudado e empregado com diversas finalidades: como substituto parcial do cimento (CHENG *et al.*, 2016; SHETTIMA *et al.*, 2018); e como substituto da areia para concreto (PROTASIO *et al.*, 2021); na produção de tijolos cerâmicos (LI *et al.*, 2019; MENDES *et al.*, 2019); como pigmento de tintas (GALVÃO *et al.*, 2018); como agregado de argamassa de revestimento (CARRASCO *et al.*, 2017; FONTES *et al.*, 2016; MORAIS *et al.*, 2021); como adição mineral em argamassas estruturais (ALMADA, B. *et al.*, 2022; ALMADA, B. S. *et al.*, 2022; DUARTE *et al.*, 2022; LINHARES *et al.*, 2021). como estabilizante de blocos de terra comprimida (NAVARRO *et al.*, 2019); como estabilizante para pavimentação (SCHATZMAYR *et al.*, 2022).

Estudos demonstram, entre diversas características do RMF, o comportamento inerte e o formato de partículas angulares e irregulares, superfície porosa e rugosa, além da presença relevante de minerais, como o ferro (SHETTIMA *et al.*, 2018; ZHAO; FAN; SUN, 2014). Alguns estudos demonstram compatibilidade entre o rejeito e o solo (NAVARRO *et al.*, 2019; SCHATZMAYR *et al.*, 2022), o que pode ser devido ao fato de que ambos são advindos de processos de decomposição de rochas ou pelo fato de ambos (solo e rejeito) serem ricos em sílica (SiO₂). Entretanto, não há ainda referências na literatura a respeito do uso do RMF como estabilizante para a taipa de pilão.

Desta forma, é importante realizar um levantamento sobre as características do RMF e verificar a possibilidade da sua incorporação à técnica de taipa de pilão. Portanto, são objetivos deste artigo: i) realizar uma revisão da literatura sobre o RMF com foco em estabilização de solos; ii) mapear os produtos já usados como estabilizantes físicos da taipa de pilão com o RMF; e iii) avaliar a possibilidade de uso do RMF como estabilizante de solos em taipa de pilão baseado em características físicas e granulométricas.

2. Procedimentos Metodológicos

O método empregado tem como base a pesquisa bibliográfica, de forma a realizar uma revisão da literatura sobre as propriedades do RMF como estabilizante físico, principalmente em relação à granulometria e à composição química, bem como sobre o uso de diferentes materiais utilizados como estabilizantes para a taipa de pilão.

Os métodos a serem utilizados são: i) a coleta de dados documentais (identificação, localização, compilação e fichamento) (Tabela 1); e ii) a análise e a interpretação dos dados, representados através de tabelas. A coleta de dados teve como fonte documental cinco bases de dados: i) Scopus; ii) ScienceDirect; iii) Sielo; iv) Horizon Research; v) MDPI.

Tabela 1: Critérios para levantamento de dados sobre o rejeito de minério de ferro.

Foco	Critério	Condições
Rejeito de minério de ferro	Data de publicação	Período entre 2013-2021
	Palavras-chave	“Iron ore tailings” ou “IOT” e “Waste” e “Civil construction” ou “Soil stabilization”
	Tipo de documento	Artigos de periódicos ou anais de eventos
	Idioma	Inglês, português ou espanhol
Taipa de pilão	Data de publicação	Período entre 2013-2021
	Palavras-chave	“Rammed Earth” e “Residue” ou “Waste” ou “Recycling” ou “Particle size distribution”
	Tipo de documento	Artigos de periódicos ou anais de eventos
	Idioma	Inglês, português ou espanhol

Fonte: autores.

3. Resultados e discussões

A estabilização do tipo cimentícia na taipa de pilão vem sendo amplamente utilizada nos últimos anos como forma de melhorar sua durabilidade. O uso de cimento ou cal como estabilizantes colaboram com aumento da resistência à compressão da taipa de pilão, além de reduzir a retração e a desagregação das paredes (ARRIGONI; BECKETT; *et al.*, 2017). A construção de taipa de pilão estabilizada com cimento alcança valores de 1/3 da energia incorporada de uma construção de alvenaria convencional e menos de ¼ da energia incorporada em uma construção de concreto armado (REDDY; JAGADISH, 2003). Dessa forma a taipa de pilão com baixa adição de cimento é considerada uma construção sustentável (KARIYAWASAM; JAYASINGHE, 2016).

Entretanto, segundo Arrigoni *et al.*, (2017) a incorporação de cimento, principalmente com a adição de clínquer, como estabilizante da taipa de pilão, diante da análise de ciclo de vida, eleva o impacto ambiental da técnica construtiva se comparada a taipa de pilão não estabilizada. Desta forma, o autor recomenda o uso de materiais alternativos ao cimento para atuar como estabilizantes da taipa de pilão, de forma a diminuir os valores de energia incorporada à taipa de pilão estabilizada (ARRIGONI; BECKETT; *et al.*, 2017).

Em relação ao uso dos resíduos, há estudos que indicam que os impactos ambientais podem ser semelhantes entre a taipa de pilão não estabilizada e a taipa de pilão estabilizada com resíduos, quando o solo local não é apropriado por si só (ARRIGONI; BECKETT; *et al.*, 2017). Ademais, o uso de resíduos como forma de melhorar as propriedades da taipa de pilão já foi apresentado por vários autores, entre os encontrados na literatura tem-se as cinzas volantes, carboneto de cálcio e escórias de aço (SIDDIQUA; BARRETO 2018; KOSARIMOVAAHED; TOUFIGH 2020; LIU *et al.*, 2018;). Além de guar e fibra de vidro (TOUFIGH; KIANFAR 2019) e cinza da casca do arroz (MILANI, LABAKI 2012).

A maioria dos resíduos encontrados como estabilizantes para a taipa de pilão na literatura representam estabilização por tratamento químico: “agrega ao solo diversas substâncias capazes de formar compostos estáveis com os elementos da argila” (NEVES *et al.*, 2010, p. 13) ou cimentícia: adição de material que atua através da solidificação dos grãos de areia e argila, “de forma a obter um esqueleto interno que faça oposição à capacidade de absorção de água pela argila” (NEVES *et al.*, 2010, p. 13).

Ressalta-se que alguns autores (LIN *et al.*, 2017; SILVA *et al.*, 2013) entendem como estabilização apenas a adição de produtos cimentantes e tratamentos químicos, porém tal proposição não é consenso. Este artigo apresenta uma abordagem mais ampla, na qual a estabilização de solos pode ser entendida também como uma ação mecânica/física, como por exemplo, a correção granulométrica do solo (GIUFFRIDA; CAPONETTO; CUOMO, 2019; HALL; ALLINSON, 2009b; NEVES *et al.*, 2010).

A correção granulométrica do solo corresponde à mescla de diferentes materiais para se obter proporções mais adequadas entre as dimensões dos grãos (NEVES *et al.*, 2010). Uma das formas mais comuns e recomendadas de estabilização de solos para a taipa de pilão é por meio da correção granulométrica com adição de areia - em casos de solo argiloso (ABNT, 2022; HOFFMANN; MINTO; HEISE, 2011; KOUTOUS; HILALI, 2019b; MELLAIKHAFI *et al.*, 2021; NEVES *et al.*, 2010). Para a realização da taipa de pilão ou qualquer construção com terra, uma das características mais importantes a se atentar em relação ao material é a sua distribuição granulométrica em relação ao bom empacotamento das partículas (HALL; ALLINSON, 2009a) pois este influencia diretamente na densidade e resistência das paredes (LIN *et al.*, 2017).

Para a boa execução da técnica faz-se necessário solos mais arenosos, mas com coesão adequadas à compactação. Autores sugerem frações de solos para a taipa de pilão, assim como é possível encontrar sugestão de teores em algumas normas técnicas (Tabela 1). Há uma enorme variação em relação aos teores, o que deve ser por conta de as características dos solos serem muito diversas, visto ser um material natural (DELGADO; GUERRERO, 2007).

Tabela 2: Recomendações relativas aos teores das frações do solo.

Tipo de fonte	Fonte	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)	Cascalho (%)
Artigos	Walker <i>et al.</i> , 2005	5 a 20	10 a 30	45 a 80	
	Delgado e Guerrero 2007	10 a 15	10 a 25	-	-
Documentos técnicos	IS 2110	-	-	<35	-
	SADAC 983	5 a 15	15 a 30	50 a 70	

IETcc	10 a 40	20 a 40	10 a 40	10 a 20
HB 195	5 a 20	10 a 30	45 a 75	
NBR 17014	20 a 35		50 a 80	-
CraTerre	15 a 25	20 a 35	40 a 50	0 a 15

Fonte: autores.

Um mínimo teor de argila é necessário, pois adiciona coesão à terra, entretanto o excesso está relacionado ao aumento da retração à dificuldade de trabalhabilidade (HOFFMANN; MINTO; HEISE, 2011) e ao aumento da demanda de água. Elevados teores de areia são importantes para reduzir o teor de umidade, aumentar a densidade seca da mistura e ainda tem a capacidade de melhorar a resistência à compressão da taipa de pilão (KOUTOUS; HILALI, 2019a).

Ao se discutir o grau de compactação por adequada distribuição granulométrica deve ser levada em consideração uma fração equilibrada de argila, silte, areia e cascalho. Porém, o adequado preenchimento dos vazios, a fim de alcançar um eficiente empacotamento de partículas (HALL; ALLINSON, 2009a), é uma propriedade pouco explorada na bibliografia analisada.

Foram encontrados alguns autores que apresentaram análises do uso de resíduos com ação filer (Tabela 3), sendo os resíduos mais frequentemente encontrados os decorrentes da demolição de concreto e de tijolos (ARRIGONI *et al.*, 2018; JAYASINGHE; FONSEKA; ABEYGUNAWARDHENE, 2016; MEEK; BECKETT; ELCHALAKANI, 2020; SHAABAN, 2021).

Tabela 3: Tipos de materiais encontrados que fazem o papel de estabilização física para a taipa de pilão.

Resíduo	Autores	Proporção	f_c (MPa)*
Solo vulcânico residual	(LIN <i>et al.</i> , 2017)	solo residual: 1	2,18
Granito completamente decomposto (GCD)	(LIN <i>et al.</i> , 2017)	granito decomposto:1	0,54
Agregado de concreto reciclado (ACR)	(ARRIGONI <i>et al.</i> , 2018)	ACR: 1; cimento: 0,05; cinza volante: 0,05	6,70
Agregado de concreto reciclado (ACR)	(JAYASINGHE; FONSEKA; ABEYGUNAWARDHENE, 2016)	solo: 1; ACR: 1; cimento: 0,2	6,30
Tijolo e concreto reciclado (TCR)	(MEEK; BECKETT; ELCHALAKANI, 2021)	TCR: 1; 0,5 cimento	8,90
Tijolo vermelho triturado (TVT)	(SHAABAN, 2021)	1 solo: 1; TVT: 0,66	0,97

Fonte: autores. * f_c corresponde a resistência à compressão aos 28 dias de secagem para todas as amostras

As proporções da utilização de resíduos nas misturas encontradas são consideráveis (a partir de 44%), o que é um indicativo de que o emprego de resíduo via substituição granulométrica promove a destinação de notável volume destes materiais, considerando as particularidades dos solos usados em cada estudo. Além disso a maioria dos traços apresentados atingem resultados de resistência a compressão satisfatórios de acordo com a literatura, que ficam entre 1 e 2 MPa (ABNT, 2022; ARRIGONI; BECKETT; *et al.*, 2017; SADCSTAN, 2014; WALKER; AUSTRALIA, 2002).

A investigação dos autores reitera a importância da distribuição granulométrica em construções com terra, visto que a curva granulométrica das amostras foi o único dado de caracterização em comum apresentado em todos os trabalhos analisados (Tabela 4). Através da média diâmetro dos grãos dos resíduos em destaque fica claro que a maioria dos materiais foi incorporado atuando como material arenoso, já que levando em consideração a Tabela 2, a maior demanda em termos granulométricos da taipa de pilão é justamente a areia.

Levando-se em consideração as características do solo necessários para atingir qualidade necessária para a taipa de pilão e as características dos materiais utilizados para estabilizar fisicamente o solo quando este não apresenta uma faixa granulométrica adequada, identifica-se como possibilidade a incorporação do RMF como estabilização físico para a técnica. Ainda que não tenha sido encontradas pesquisas que relacionem o resíduo de mineração de ferro com a taipa de pilão, entende-se que o RMF apresenta características adequadas para essa associação.

Tabela 4: Índice de diâmetro de grãos dos resíduos investigados

Material	Autores	D ₁₀ (mm)	D ₃₀ (mm)	D ₆₀ (mm)
Solo vulcânico residual	(LIN <i>et al.</i> , 2017)	0.012	0.12	0.40
Granito completamente decomposto	(LIN <i>et al.</i> , 2017)	0.002	0.30	1.1
Agregado de concreto reciclado	(ARRIGONI <i>et al.</i> , 2018)	0.250	1.00	7.50
Agregado de concreto reciclado	(JAYASINGHE; FONSEKA; ABEYGUNAWARDHE NE, 2016)	0.150	0.45	1.25
Tijolo e concreto reciclado	(MEEK; BECKETT; ELCHALAKANI, 2021)	0.350	0.65	2.00
Tijolo vermelho triturado	(SHAABAN, 2021)	0.500	2.15	9.10

Fonte: autores.

O RMF é heterogêneo e apresenta diversidades físicas, químicas, mineralógicas, granulométricas e de dureza. Assim sendo, as jazidas e o tipo de beneficiamento do RMF podem influenciar na sua heterogeneidade. O RMF possui características inertes e pode atuar como filer (SHETTIMA *et al.*, 2018; ZHAO; FAN; SUN, 2014). Observa-se que as dimensões dos grãos variam desde areia até siltes e argilas, logo a correção granulométrica a ser feita deverá atender um arranjo ideal para um bom empacotamento das partículas, através da combinação entre diferentes tipos de solo e tipos de RMF com grãos com dimensões distintas.

Tabela 5. Diversidade da granulometria do RMF presentes na literatura

Autores	Origem	Faixa granulométrica
(PROTASIO <i>et al.</i> , 2021)	Brasil	0,01mm e 0,3 mm
(CARRASCO <i>et al.</i> , 2017)	Brasil	0,01mm e 0,1mm
(MAGALHÃES <i>et al.</i> , 2018)	Brasil	< 0,036mm
(FONTES <i>et al.</i> , 2016)	Brasil	<2,4mm
(DAUCE <i>et al.</i> , 2019)	Brasil	0,037mm e 6,3mm

(SHETTIMA <i>et al.</i> , 2018)	Malásia	,15mm e 1,5 mm
(ZHAO; FAN; SUN, 2014)	China	0,003mm e 0,5 mm
(LI <i>et al.</i> , 2019)	China	<0,046mm

Fonte: valores aproximados adaptados de: (CARRASCO *et al.*, 2017; DAUCE *et al.*, 2019; FONTES *et al.*, 2016; LI *et al.*, 2019; MAGALHÃES *et al.*, 2018; PROTASIO *et al.*, 2021; SHETTIMA *et al.*, 2018; ZHAO; FAN; SUN, 2014)

Partindo das características iniciais do RMF discutidas, observa-se a forte possibilidade de uso como estabilizante para a taipa de pilão. Entretanto, apesar destes valores granulométricos serem um indicativo inicial de que as características do RMF podem ser compatíveis com estabilização de solos para a taipa de pilão, considera-se essencial que outras análises, como os limites de *Atterbeg*, sejam realizados, visto que são meios de caracterizar o solo já muito disseminados na literatura (CIANCIO; JAQUIN; WALKER, 2013; KOUTOUS; HILALI, 2019a).

4. Conclusão ou Considerações Finais

Pode-se observar, pela análise dos documentos, a grande relevância da estabilização física para a taipa de pilão. Desta forma, tende-se a preservar a baixa energia incorporada da técnica e evitar, se possível, o uso de materiais cimentícios. O uso de resíduos para este propósito agrega muitas vantagens ambientais desde que seu uso esteja associado a uma escala regional, sem que seja gasta energia para o seu transporte. O uso da técnica de empacotamento de partículas tende a maximizar, também, as propriedades mecânicas e de durabilidade se usado junto à estabilização do tipo química.

Desta maneira, pode-se inferir que a taipa obtenha um adequado comportamento com o uso de RMF para uso com solos que demandem, principalmente, correção com características de areia, areia fina ou silte.

Referências

- ABNT. **NBR 17014: taipa de pilão: requisitos, procedimentos e controle**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2022.
- ALMADA, B. *et al.* **Evaluation of mechanical properties and durability indicators of mortars with addition of iron ore tailings**. 2022, Porto Alegre: ANTAC, 2022. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/365476847_Evaluation_of_mechanical_properties_and_durability_indicators_of_mortars_with_addition_of_iron_ore_tailings>. Acesso em: 18 fev. 2023.
- ALMADA, B. S. *et al.* Study of mechanical, durability and microstructural properties of cementitious composite with addition of different iron ore tailings from Brazil. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 18, p. 1947–1962, 1 maio 2022. Acesso em: 12 mar. 2023.



ARRIGONI, A.; BECKETT, C.; *et al.* Life cycle analysis of environmental impact vs. durability of stabilised rammed earth. **Construction and Building Materials**, v. 142, p. 128–136, 1 jul. 2017.

ARRIGONI, A. *et al.* Rammed Earth incorporating Recycled Concrete Aggregate: a sustainable, resistant and breathable construction solution. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 137, p. 11–20, 1 out. 2018. Acesso em: 5 dez. 2022.

BECKETT, C.; CIANCIO, D. **Rammed earth: An overview of a sustainable construction material**. [S.l.: s.n.], 2013. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/243972161>>.

CABRAL, A. E. B. *et al.* Determinação da influência do tipo de agregado reciclado de resíduo de construção e demolição sobre o módulo de deformação de concretos produzidos com agregados reciclados. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 1, n. 2, p. 171–192, jun. 2008. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/riem/a/xWmKGRr7WZQzkCxmWj7gNrw/abstract/?lang=pt>>. Acesso em: 22 nov. 2022.

CARRASCO, E. V. M. *et al.* Characterization of mortars with iron ore tailings using destructive and nondestructive tests. **Construction and Building Materials**, v. 131, p. 31–38, 30 jan. 2017.

CHENG, Y. *et al.* Test research on the effects of mechanochemically activated iron tailings on the compressive strength of concrete. **Construction and Building Materials**, v. 118, p. 164–170, 15 ago. 2016. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061816307413#!>>. Acesso em: 16 out. 2021.

CIANCIO, D. *et al.* **First International Conference on Rammed Earth Construction: report**. [S.l.: s.n.], 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1680/coma.15.00038>>.

CIANCIO, D.; JAQUIN, P.; WALKER, P. Advances on the assessment of soil suitability for rammed earth. **Construction and Building Materials**, v. 42, p. 40–47, 1 maio 2013. Acesso em: 17 dez. 2022.

COSTA, G. B. R. DA *et al.* Rompimento da barragem em Brumadinho: um relato de experiência sobre os debates no processo de desastres. **Saúde em Debate**, v. 44, n. spe2, p. 377–387, 5 jul. 2021. Disponível em: <<http://www.scielo.br/j/sdeb/a/MkPkWFhSZMBN5HR6SyV6C8f/?lang=pt>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

DAUCE, P. D. *et al.* Characterisation and magnetic concentration of an iron ore tailings. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 8, n. 1, p. 1052–1059, 1 jan. 2019. Acesso em: 20 jan. 2023.

DIÁRIO DO COMÉRCIO. **Minas Gerais agrega valor com diversificação das exportações**. Disponível em: <<https://diariodocomercio.com.br/negocios/perfil-exportador-de-minas-gerais-se-mantem-por-decadas/>>. Acesso em: 5 fev. 2023.

DUARTE, M. S. *et al.* Influence of mechanical treatment and magnetic separation on the performance of iron ore tailings as supplementary cementitious material. **Journal of Building Engineering**, v. 59, p. 105099, 1 nov. 2022. Acesso em: 18 mar. 2023.

FONTES, W. C. *et al.* Mortars for laying and coating produced with iron ore tailings from tailing dams. **Construction and Building Materials**, v. 112, p. 988–995, 1 jun. 2016.

GALVÃO, J. L. B. *et al.* Reuse of iron ore tailings from tailings dams as pigment for sustainable paints. **Journal of Cleaner Production**, v. 200, p. 412–422, 1 nov. 2018.

GIUFFRIDA, G.; CAPONETTO, R.; CUOMO, M. An overview on contemporary rammed earth buildings: Technological advances in production, construction and material characterization. 30 jul. 2019, [S.l.]: **Institute of Physics Publishing**, 30 jul. 2019.

HALL, M.; ALLINSON, D. Analysis of the hygrothermal functional properties of stabilised rammed earth materials. **Building and Environment**, v. 44, n. 9, p. 1935–1942, set. 2009a.

HALL, M.; ALLINSON, D. Assessing the effects of soil grading on the moisture content-dependent thermal conductivity of stabilised rammed earth materials. **Applied Thermal Engineering**, v. 29, n. 4, p. 740–747, mar. 2009b. Acesso em: 17 dez. 2022.

HOFFMANN, M.; MINTO, F.; HEISE, A. Taipa de pilão. In: NEVES, C.; FARIA, O. B. (Org.). **Técnicas de construção com terra**. Bauru, SP: FEB-UNESP/PROTERRA, 2011. p. 1–79. Disponível em: <www.redproterra.org>. Acesso em: 7 jun. 2021.

JAYASINGHE, C.; FONSEKA, W. M. C. D. J.; ABEYGUNAWARDHENE, Y. M. Load bearing properties of composite masonry constructed with recycled building demolition waste and cement stabilized rammed earth. **Construction and Building Materials**, v. 102, p. 471–477, 15 jan. 2016. Acesso em: 5 dez. 2022.

JIMÉNEZ DELGADO, M. C.; GUERRERO, I. C. The selection of soils for unstabilised earth building: A normative review. **Construction and Building Materials**, v. 21, n. 2, p. 237–251, fev. 2007. Acesso em: 17 dez. 2022.

JOHN, V. M. Aproveitamento de resíduos sólidos como materiais de construção. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção: projeto entulho bom**. 1. ed. Salvador: EDITORA DA UFBA, 2001. p. 26–44.

KARIYAWASAM, K. K. G. K. D.; JAYASINGHE, C. Cement stabilized rammed earth as a sustainable construction material. **Construction and Building Materials**, v. 105, p. 519–527, 15 fev. 2016. Acesso em: 3 fev. 2023.

KOSARIMOVAAHED, M.; TOUFIGH, V. Sustainable usage of waste materials as stabilizer in rammed earth structures. **Journal of Cleaner Production**, v. 277, 20 dez. 2020.

KOUTOUS, A.; HILALI, E. M. A Proposed Experimental Method for the Preparation of Rammed Earth Material. **International Journal of Engineering Research & Technology**, v. 8, n. 7, 18 jul. 2019a. Disponível em: <www.ijert.org>. Acesso em: 18 dez. 2022.

KOUTOUS, A.; HILALI, E. M. Grain shape effects on the mechanical behavior of compacted earth. **Case Studies in Construction Materials**, v. 11, 1 dez. 2019b.



LACAZ, F. A. DE C.; PORTO, M. F. DE S.; PINHEIRO, T. M. M. Tragédias brasileiras contemporâneas: o caso do rompimento da barragem de rejeitos de Fundão/Samarco. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 42, n. 0, 2017.

LI, R. *et al.* Recycling of industrial waste iron tailings in porous bricks with low thermal conductivity. **Construction and Building Materials**, v. 213, p. 43–50, 20 jul. 2019. Disponível em: <<https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0950061819308840?token=56721E37A69283D1909B6B317B4ED084623BC156E01825714F87EE58A9506BD07F348AC21F557735FFC7789E42E5DCFB&originRegion=us-east-1&originCreation=20220718160347>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

LIN, H. *et al.* Characterization of coarse soils derived from igneous rocks for rammed earth. **Engineering Geology**, v. 228, p. 137–145, 13 out. 2017. Acesso em: 16 dez. 2022.

LINHARES, N. B. D. C. *et al.* Influence of Addition Contents of Iron Ore Tailings on Structural Mortar. **Journal of Management and Sustainability**, v. 11, n. 1, p. p74, 9 fev. 2021. Disponível em: <<https://ccsenet.org/journal/index.php/jms/article/view/0/44741>>. Acesso em: 12 mar. 2023.

MAGALHÃES, L. F. DE *et al.* Iron Ore Tailing as Addition to Partial Replacement of Portland Cement. **Materials Science Forum**, v. 930, p. 225–230, 2018. Disponível em: <www.scientific.net/MSF.930.125>. Acesso em: 10 mar. 2023.

MEEK, A. H.; BECKETT, C. T. S.; ELCHALAKANI, M. Alternative stabilised rammed earth materials incorporating recycled waste and industrial by-products: Durability with and without water repellent. **Construction and Building Materials**, v. 265, 30 dez. 2020. Acesso em: 5 dez. 2022.

MEEK, A. H.; BECKETT, C. T. S.; ELCHALAKANI, M. Reinforcement corrosion in cement- and alternatively-stabilised rammed earth materials. **Construction and Building Materials**, v. 274, 8 mar. 2021. Acesso em: 5 dez. 2022.

MELLAIKHAFI, A. *et al.* Characterization of different earthen construction materials in oasis of south-eastern Morocco (Errachidia Province). **Case Studies in Construction Materials**, v. 14, 1 jun. 2021.

MENDES, B. C. *et al.* Technical and environmental assessment of the incorporation of iron ore tailings in construction clay bricks. **Construction and Building Materials**, v. 227, 10 dez. 2019. Acesso em: 3 fev. 2023.

MILANI, A. P. DA S.; LABAKI, L. C. Physical, Mechanical, and Thermal Performance of Cement-Stabilized Rammed Earth–Rice Husk Ash Walls. **Journal of Materials in Civil Engineering**, v. 24, n. 6, p. 775–782, jun. 2012.

MINKE, G. **Manual de construção com terra: a terra como material de construção e seu uso na arquitetura**. [S.l.]: Solisluna Editora, 2022. v. 1.

MORAIS, C. F. *et al.* Thermal and mechanical analyses of colored mortars produced using Brazilian iron ore tailings. **Construction and Building Materials**, v. 268, 25 jan. 2021. Acesso em: 22 nov. 2022.

NAVARRO, A. C. *et al.* **Estabilização de blocos de terra comprimida com cal e rejeitos de mineração**. 2019, Belém: ENARC, 2019. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/341945721_Estabilizacao_de_blocos_de_terra_comprimida_com_cal_e_rejeitos_de_mineracao>. Acesso em: 3 fev. 2023.

NEVES, C. *et al.* **Seleção de solos e métodos de controle na construção com terra: práticas de campo**. [S.l.]: Rede Ibero-americana PROTERRA, 2010. Disponível em: <<http://www.redproterra.org>>.

PROTASIO, F. N. M. *et al.* The use of iron ore tailings obtained from the Germano dam in the production of a sustainable concrete. **Journal of Cleaner Production**, v. 278, 1 jan. 2021. Acesso em: 3 fev. 2023.

REDDY, B. V. V.; JAGADISH, K. S. Embodied energy of common and alternative building materials and technologies. **Energy and Buildings**, v. 35, n. 2, p. 129–137, 1 fev. 2003. Acesso em: 17 dez. 2022.

SADCSTAN. **SADC ZD HS 983: Rammed earth structures: code of practice**. . Zimbabwe: [s.n.], 2014. . Acesso em: 18 dez. 2022.

SCHATZMAYR, T. W. S. *et al.* Use of iron ore tailings and sediments on pavement structure. **Construction and Building Materials**, v. 342, 1 ago. 2022. Acesso em: 3 fev. 2023.

SHAABAN, M. Sustainability of Excavation Soil and Red Brick Waste in Rammed Earth. **Civil Engineering and Architecture**, v. 9, n. 3, p. 789–798, 2021. Disponível em: <<http://www.hrpub.org>>. Acesso em: 10 dez. 2022.

SHETTIMA, U. A. *et al.* **Strength and Microstructure of Concrete with Iron Ore Tailings as Replacement for River Sand**. 19 mar. 2018, Penang: EDP Sciences, 19 mar. 2018. p. 1–9. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/323852706_Strength_and_Microstructure_of_Concrete_with_Iron_Ore_Tailings_as_Replacement_for_River_Sand>. Acesso em: 16 jul. 2021.

SIDDIQUA, S.; BARRETO, P. N. M. Chemical stabilization of rammed earth using calcium carbide residue and fly ash. **Construction and Building Materials**, v. 169, p. 364–371, 30 abr. 2018.

SIEFFERT, Y.; HUYGEN, J. M.; DAUDON, D. Sustainable construction with repurposed materials in the context of a civil engineering-architecture collaboration. **Journal of Cleaner Production**, v. 67, p. 125–138, 15 mar. 2014. Acesso em: 23 nov. 2022.

SILVA, R. A. *et al.* Rammed earth construction with granitic residual soils: The case study of northern Portugal. **Construction and Building Materials**, v. 47, p. 181–191, 2013. Acesso em: 17 dez. 2022.

TOUFIGH, V.; KIANFAR, E. The effects of stabilizers on the thermal and the mechanical properties of rammed earth at various humidities and their environmental impacts. **Construction and Building Materials**, v. 200, p. 616–629, 10 mar. 2019.

WALKER, P.; AUSTRALIA, S. **HB 195: The Australian earth building handbook**. . [S.l.: s.n.], 2002. . Acesso em: 18 dez. 2022.



ZAMI, M. S. *et al.* Geotechnical properties and strength of Al-Hassa White Soil suitable for stabilized earth construction. **Arabian Journal of Geosciences**, v. 15, n. 8, abr. 2022.

ZHAO, S.; FAN, J.; SUN, W. Utilization of iron ore tailings as fine aggregate in ultra-high performance concrete. **Construction and Building Materials**, v. 50, p. 540–548, 15 jan. 2014. Acesso em: 26 set. 2022.

Moda circular: projeto de gestão de resíduos têxteis com comunidades

Circular fashion: textile waste management project with communities

Andreia Salvan Pagnan, UEMG

andreia.pagnan@uemg.br

Ana Carolina Rodarte

fashiombudz@gmail.com

Graciela Martins Morais, UEMG

gracielamartinsmorais@gmail.com

Tulio César Salvan Pagnan, UFMG

tuliopagnan@gmail.com

Resumo

A relação estabelecida durante projetos de extensão universitária ou ensino em design se pauta na troca de conhecimentos. O despertar da comunidade para a sustentabilidade ambiental, cultural e econômica está entre os resultados obtidos que permitem a autonomia do grupo após o projeto e seu fortalecimento. A falta de identidade nos produtos locais é evidente nos circuitos culturais e históricos de Minas Gerais, carente de produtos que apliquem a iconografia local. O projeto de extensão realizado na Escola de design da universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG) no ano de 2017 promoveu a coleta de resíduos têxteis, seguida da catalogação, permitindo um mapeamento do descarte pelas confecções de vestuário em Belo Horizonte, mobilizando prefeituras para a gestão correta destes resíduos sólidos. Os resíduos serviram de insumo para execução do projeto com bordadeiras de comunidade da cidade de Mariana (MG), por meio da técnica de *upcycling*, que consiste no aproveitamento dos resíduos têxteis e aviamentos para geração de novos produtos de moda. O projeto se fortaleceu desenvolvendo uma marca com identidade visual, manual de marca a ser aplicada nos produtos.

Palavras-chave: sustentabilidade; moda; resíduo têxtil

Abstract

The relationship established during university extension projects or design teaching is based



on the exchange of knowledge. The awakening of the community to environmental, cultural and economic sustainability is among the results obtained that allow the autonomy of the group after the project and its strengthening. The lack of identity in local products is evident in the cultural and historical circuits of Minas Gerais, lacking products that apply local iconography. The extension project carried out at the School of Design at the State University of Minas Gerais (UEMG) in 2017 promoted the collection of textile waste, followed by cataloging, allowing a mapping of disposal by garment factories in Belo Horizonte, mobilizing city halls to the correct management of this solid waste. The waste served as input for the execution of the project with embroiderers from a community in the city of Mariana (MG), using the upcycling technique, which consists of using textile waste and trimmings to create new fashion products. The project was strengthened by developing a brand with a visual identity, a brand manual to be applied to products.

Keywords: *sustainability; fashion; textile waste*

1. Introdução

A cadeia produtiva de moda vem despertando para a necessidade de se reinventar diante dos impactos ambientais causados tanto pelo processo produtivo, quanto pelo ciclo de vida dos produtos inseridos no mercado. Pensar de forma sustentável como cadeia produtiva de moda envolve pensar em um Design para a Sustentabilidade, que engloba as preocupações ambientais e sociais como um elemento-chave nas estratégias de inovação de produto a longo prazo por parte das empresas. Isto implica na incorporação dos fatores ambientais e sociais, no desenvolvimento de produtos em todo o ciclo de vida do produto, ao longo da cadeia de abastecimento, e no que diz respeito ao seu ambiente socioeconômico, partindo da comunidade local para uma pequena empresa até o mercado global (CRUL; DIEHL, 2005). Para atender aos critérios de sustentabilidade ambiental é necessário um olhar para a origem da matéria-prima, bem como para os modos de produção que não agridam o meio-ambiente. Exige pensar no ciclo de vida do material têxtil que será descartado, tanto na forma de aparas após a confecção, quanto na forma de roupa após cumprir seu papel para o usuário. Do ponto de vista da sustentabilidade social, pensar na forma de produção é de suma importância, demandando o trabalho de comunidades locais de forma a proporcionar o desenvolvimento econômico das mesmas e, por sua vez, diminuindo as desigualdades sociais. De acordo com Sachs (2009) a sustentabilidade deve abranger o desenvolvimento social, político, ecológico, ambiental, tecnológico, territorial, econômico e cultural. Este artigo aborda os resultados do projeto Espira, um projeto de design com foco em sustentabilidade em produtos de moda, desenvolvido como projeto de extensão da Escola de design da Universidade do Estado de Minas Gerais, localizada em Belo Horizonte. Realizado no ano de 2017, o projeto contou com a participação de cinco alunos, 1 modelista de bolsas, 20 bordadeiras da comunidade de bordadeiras da cidade de Mariana (MG) do Movimento Redentor e 1 fotógrafo, estudante da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

O projeto consistiu em uma gestão de resíduos têxteis gerados pelas empresas de confecção de vestuário localizadas em Belo Horizonte. A cidade possui dois Polos de Moda,

sendo um no bairro Prado e outro no Barro Preto, ambos constituídos por cerca de 1250 empresas de confecção de roupas. A cada coleção produzida sobram tecidos e aviamentos que muitas vezes ficam estocados nos depósitos das fabricas ou acabam sendo descartados em aterros sanitários. A proposta consistiu em criar estratégias de reutilização de resíduos têxteis das empresas de confecção de vestuário, sejam eles provenientes de aparas ou de sobras de insumos de coleções abrangendo também os aviamentos e pedrarias utilizados nos bordados das peças de roupas. Por falta de políticas de gestão de resíduos têxteis, estas empresas não sabem como destinar estes resíduos de tamanhos maiores. A falta de comunicação dentro do setor de moda entre produtores e fornecedores também é um fator de complicação, pois poderia incentivar a economia circular engajando comunidades e ONGs, universidades para geração de novos produtos de design. A circularidade do projeto desenvolvido se deve à integração entre profissionais e instituições, uma vez que consistiu em coletar resíduos têxteis destinando-os às comunidades locais de costureiras e bordadeiras para o desenvolvimento de novos produtos de moda como acessórios, por meio da técnica de *upcycling*. O desenvolvimento destes novos produtos envolveu o trabalho de profissionais como designers de moda, designer gráfico, fotógrafos para registros dos produtos, publicitários para os editoriais e blogueiras de moda. O conceito de moda circular se estabelece porque estes novos produtos podem retornar para as empresas que doam os resíduos, permitindo que sejam vendidos destinando uma parcela às comunidades produtoras, incentivando o comércio justo. O projeto conta com o apoio de sindicatos de vestuário, associações comerciais de moda e da prefeitura para coleta dos resíduos.

A proposta enfatiza a sustentabilidade no âmbito ambiental por destinar resíduos das confecções de vestuário que seriam descartados em aterros sanitários. Contempla o pilar social por envolver comunidades locais promovendo o desenvolvimento econômico das mesmas, e além disso promove a sustentabilidade no âmbito cultural ao trabalhar a identidade local destas comunidades.

2. Impactos ambientais da indústria da moda

Os impactos ambientais positivos consistem em diminuir a quantidade de resíduos que são normalmente descartados no aterro sanitário. O resíduo têxtil gerado pelas indústrias de vestuário são resíduos sólidos que, assim como outro qualquer, necessita ser gerenciado. A indústria da moda ocupa o segundo lugar no ranking das mais poluentes do mundo. É também a segunda maior consumidora de água no planeta. Um estudo realizado pela BBC (2017) levantou que a indústria *fast fashion*, por exemplo, usa aproximadamente 70 milhões de toneladas de água ao ano. Dentre as diversas áreas, a moda atua como um dos contribuintes para a degradação ambiental, pois possui, de acordo com SENAC (2010), um caráter ambíguo que gira em torno das artes e da indústria influenciando além da economia e consumo, a cultura. A indústria de confecção de vestuário possui uma parcela de culpa na geração de resíduos têxteis. Belo Horizonte possui, de acordo com IPEAD (2011), uma participação do segmento no total da indústria de transformação de 12,7%, com seu número de indústrias de confecções do vestuário formando um Polo de indústrias, com cerca de 1250 estabelecimentos. Por meio de uma gestão de resíduos, esses materiais têxteis descartados poderiam se tornar matéria-prima para a própria indústria ou, para outros fins, através da reciclagem. Este projeto contribuirá a longo prazo para minimizar os impactos ambientais ao

mapear e catalogar os resíduos têxteis pela indústria têxtil de Belo Horizonte e de outras localidades onde for aplicado. Dados que podem ser fornecidos às associações como a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT), por exemplo, para investimentos na reciclagem por meio das indústrias químicas.

A economia circular visa o retorno do produto ou material para a cadeia produtiva aumentando seu ciclo de vida ou retardando o seu descarte. Pensando em moda circular este projeto se baseou no modelo *Closedloop Supply Chain*, que consiste em uma cadeia fechada de suprimentos. O modelo consiste em reaproveitar insumos, trazendo novamente ao início da cadeia de produção itens que podem ser reaproveitados, seja através de suas peças, ou até mesmo revitalização dos materiais para a revenda. Embora o processo do projeto Espira envolva também prestadores de serviço e não apenas suprimentos, o modelo serve como inspiração por pensar no ciclo fechado utilizando o insumo têxtil. De acordo com Correa (2010), o sistema *Closed-loop Supply Chains* se constitui de cadeias compostas de fluxos diretos e reversos que formam ciclos fazendo com que os materiais usados retornem a pontos anteriores da rede para reutilização ou reprocessamento de forma a serem novamente utilizados. No projeto Espira não ocorre um reprocessamento do material têxtil como reciclagem, mas sim a utilização da técnica de *upcycling*, que permite que roupas que seriam descartadas se transformem em novos produtos.

Considerando que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/10 determina que qualquer resíduo sólido produzido seja corretamente descartado, tendo as empresas de confecção se adequarem e destinar corretamente seus resíduos.

3. Procedimentos Metodológicos

O ponto de partida do projeto consistiu em ouvir as integrantes sobre o sentimento que possuíam pela cidade em que habitam, quais as memórias e o que pensavam sobre a própria cultura. Foi realizada a abertura para a construção do método, que de acordo com Reyes (2010) não se fecha, mas sim se coloca em processo de abertura contínua permitindo o avanço pela reflexão-na-ação. Tal processo busca uma ação reflexiva no próprio ato, constituindo uma “reflexão-na-ação”. Para tal tarefa foi utilizado a ferramenta de Mapa de Empatia em forma de gravação de vídeos. Foram realizadas dinâmicas com desenhos nas quais as integrantes representaram os aspectos culturais da cidade como arquitetura, religião, literatura. A metodologia do projeto envolveu etapas de *in put* e *out put* ao ser utilizada a ferramenta de Mapa do sistema que pode ser visto na figura 1:

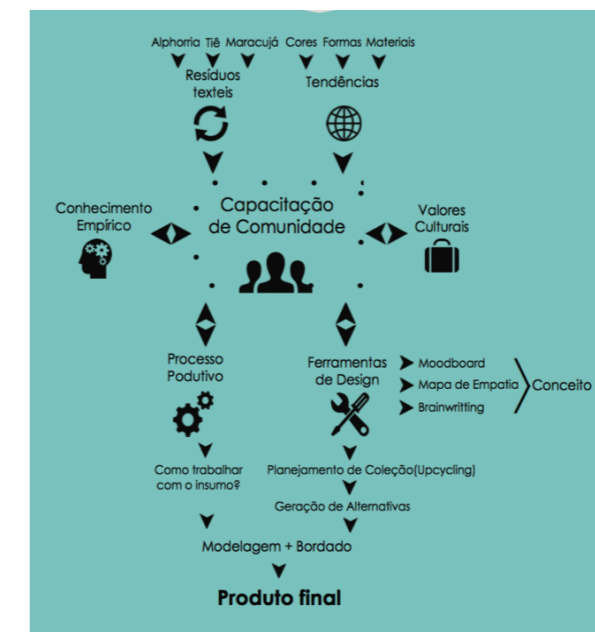


Figura 1: Mapa do sistema do projeto. Fonte: elaborado pelas autoras

Foi realizado um conjunto de oficinas para que as participantes demonstrassem o que vêm como identidade cultural em Mariana. A comunidade em questão foi qualificada pela equipe do projeto que realizou as seguintes tarefas:

1- Etapa de coleta de resíduos têxteis e aviamentos:

Foram coletados cerca de 10 kg de resíduos têxteis de cinco confecções participantes e 6 kg de aviamentos, pedrarias, metais e correntes. Os resíduos têxteis foram catalogados seguindo nomenclatura de acordo com composição, origem, cor e textura (tabela 1).

Tabela 1: Critério de catalogação de resíduos doado.

Empresa doadora	Material	Cor	Ordem de catalogação	código
A	Renda	Azul	O1	MRAzO1
B	Sarja 100% algodão	Verde	O2	TSVdO2
C	Tricoline	vermelho	O3	ATVeO3
	Miçangas	rosa	O4	AMiRsO4
	Zíper	preto	O5	AZPtO5

Fonte: elaborado pelas autoras.

2- Etapa de encontros com a comunidade:

Foram realizados, inicialmente, encontros semanais com as bordadeiras para oficinas de qualificação e de elaboração de conceito da coleção de produtos a serem desenvolvidos. Os encontros aconteceram na Casa da Cultura, localizada no centro histórico de Mariana (MG). As ferramentas de design utilizadas foram *brainstorming*, mapa de percepção, mapa de empatia, *blueprint*, painéis de conceito e painéis de tendências. As tarefas foram passadas às participantes a cada encontro, sendo retomadas nos encontros seguintes. Com o decorrer de 6

meses do projeto, os encontros se espaçaram para frequência quinzenal. O produto escolhido a ser desenvolvido foram bolsas e carteiras (*cluthes*) por ser de baixa complexidade e de fácil comercialização.

3- Etapa de desenvolvimento de marca:

Alunos participantes do curso de Design de Produto desenvolveram a identidade visual e manual da marca para o grupo. As rodas de bordados formadas pelas bordadeiras em frente à Casa da Cultura semanalmente foi o conceito para geração de formas da identidade visual. Além de cartões de visitas, foi solicitada *tags* de identificação do produto com identificação de origem dos produtos e assinatura de quem costurou e quem bordou. A divulgação da marca se deu pela criação de redes sociais como facebook, instagram e e-mail.

4- Etapa de desenvolvimento de material didático:

Foram utilizadas aulas expositivas sobre técnicas de desenvolvimento de conceito de projeto, uso de referências imagéticas da arquitetura local da cidade de Mariana. A cada visita as tarefas foram registradas para material didático a ser elaborado para próximas edições do projeto. Também foi desenvolvido material didático de gestão de custos dos produtos e peça de venda.

5- Etapa de registro fotográfico dos produtos desenvolvidos:

Registro dos produtos desenvolvidos para posterior divulgação e venda em canais de vendas.

4. Resultados obtidos

Embora o afastamento, como mostra Papanek (1977), seja um recurso necessário para que o criador tenha uma visão crítica do projeto, observa-se que o cuidado com o acervo histórico da cidade, bem como a hierarquia naturalmente imposta pela presença da universidade no projeto, fazem com que as artesãs se limitem às observações externas acerca de seus trabalhos. A Fig. 1 mostra a imagem dos desenhos elaborados pelas integrantes do grupo.

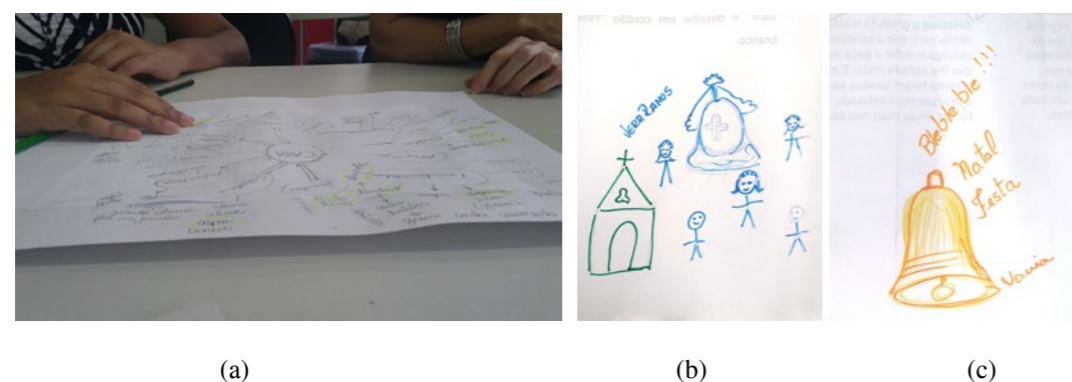


Figura 2: (a) etapa de conceito do projeto (b) e (c) desenhos das participantes sobre a cidade de Mariana
Fonte: elaborado pelas autoras

O metaprojeto auxilia também no âmbito dos conteúdos imateriais, tornando-se um mediador na definição do significado do produto (conceito) e da significância (valor). Ao se afirmar como disciplina se propõe a unir os aspectos objetivos e subjetivos, primários e secundários, principais e derivados, materiais e imateriais de produtos e serviços (MORAES, 2011).

Os encontros entre a equipe e as artesãs foram além do processo de planejar e desenvolver produtos a partir de resíduos, consistindo em trabalhar o fortalecimento do grupo despertando em cada uma delas os talentos ainda não descobertos. Foi desenvolvida uma dinâmica de trabalho em equipe de forma que, independentemente, o grupo se organizou quanto às etapas do processo produtivo. Foi percebida uma necessidade de dar nome ao grupo, sendo desenvolvida a identidade visual do grupo utilizando como característica a união em formato circular (figura 3).



Figura 3: logomarca desenvolvida para identificação do grupo de bordadeiras Fonte: elaborado pelas autoras

As etapas subsequentes referentes à modelagem e corte das peças contou com a capacitação das artesãs que continham conhecimento amplo apenas no bordado. A equipe contou com uma costureira voluntária que confeccionou um *mock up* das bolsas segmentando o desenvolvimento em etapas permitindo independência do grupo, para que com o avanço do projeto, as participantes passassem a desenvolver suas próprias modelagens. As etapas deste projeto nem sempre foram sequenciais e nem aconteceram de forma linear, o que é característico de um projeto de design. Mas este caráter pouco linear vem do fato de que o material a ser utilizado no desenvolvimento do produto final é o resíduo têxtil coletado pelas empresas de vestuário de Belo Horizonte. Tal fato fez com que o projeto tomasse como ponto de partida o material e suas limitações como textura, gramatura e estampas personalizadas pelas marcas doadoras. Ficou como desafio à equipe do projeto a tarefa de utilizar uma metodologia que envolvesse a técnica de *upcycling*, muito difundida no setor de moda. Segundo Braungart & McDonough, (2013), o *upcycling* surgiu como uma alternativa interessante para as empresas que se preocupam com os conceitos de sustentabilidade em seu *modus operandi*. Se a fabricação moderna é dominada pelo modelo *cradle to grave* (em tradução livre, “do berço à cova”), extraindo materiais da natureza para produzir bens e jogando-os diretamente no lixo, o *cradle to cradle* (“do berço ao berço”) vê nos sistemas cíclicos da natureza uma inspiração para transformar efluentes em nutrientes técnicos e biológicos (BRAUNGART; MCDONOUGH, 2013). Com os resíduos têxteis e aviamentos

coletados nesse projeto, foram confeccionados cerca de 100 produtos entre bolsas (clutches) bordadas, porta-notebook, porta i-pad, porta celular. A figura 4 mostra uma bolsa finalizada com a *tag* de identificação.



Figura 4: bolsa (clutch) desenvolvida pelas integrantes do projeto Fonte: elaborado pelas autoras

A *tag* identifica para cada bolsa o nome de quem bordou e quem costurou o produto, reforçando a origem do produto e o comércio justo (*fairtrade*), um modelo comercial que preconiza o ser humano e a sustentabilidade social, econômica e ambiental das sociedades no centro. O projeto buscou como meta dar independência à comunidade de artesãs economicamente e o fez pelo viés da sustentabilidade econômica e social. Como contextualiza Fletcher & Grose (2011), o tricô, bordado e costura eram tarefas domésticas que mantinham as mulheres ocupadas, mas na última década passou a ser reivindicado por mulheres como ato feminista de libertação. Dessa forma surge o termo *craftism*, um neologismo que designa o artesanato como agente de mudança na cultura material, política e social. Vem descrevendo o papel do trabalho prático participante e o modelo de negociações sobre consumo, produção industrial, igualdade, condições ambientais, individualismo e materialismo. Do ponto de vista do consumo, o produto artesanal limita a velocidade e a quantidade por caracterizar produção lenta e com poucas repetições. Influencia dessa forma “uma agenda econômica e social que prefere a qualidade à quantidade, a confecção ativa ao consumo passivo, a autonomia à dominação, e a rebelião à aceitação” (FLETCHER & GROSE, p. 150, 2011). A identificação de origem do produto é um dos atributos de valor utilizados pelo usuário.

O canal de distribuição do produto foi iniciado para o grupo em um evento que aconteceu em Belo Horizonte (Moda Contemporânea Mineira- MCM) que teve como proposta divulgar o trabalho de marcas locais de Minas Gerais e, dentro dessa ideia, as bolsas e carteiras foram expostas e desfiladas. Além disso, o projeto foi apresentado em mesa redonda no mesmo evento. O projeto foi apresentado no TEDx Mariana (2018) cuja temática teve como foco a moda como vetor de transformação social pós rompimento da barragem em Bento Rodrigues, município de Mariana.

5. Análises dos Resultados ou Discussões

Os resultados obtidos foram muito positivos por tornar a comunidade de mulheres acima de 60 anos mais fortes dando visibilidade ao produto local com identidade da cultura mineira. O projeto é multidisciplinar por envolver profissionais de diversas áreas, como designers, fotógrafos para o catálogo dos produtos e publicitários. Este projeto contribui para a gestão de resíduos têxteis por meio do incentivo às parcerias, integração e inclusão social e econômica de catadores e a coleta seletiva. De forma ampla, ele torna comum as responsabilidades do poder público ao envolver prefeituras no gerenciamento de resíduos, as indústrias e a sociedade, que participa doando roupas usadas. Como impacto social o projeto também atua com a capacitação de comunidades por meio do design oferecendo geração de renda às mesmas, diminuindo dessa forma as desigualdades sociais.

A sustentabilidade se aplicou neste projeto nos âmbitos social, ambiental, econômico e cultural por promover o uso de referências locais do território de Minas Gerais como o estilo barroco e a arquitetura colonial. Embora a insustentabilidade seja vista por Ehrenfeld (2009) como fruto da cultura da modernidade, a sustentabilidade por meio do projeto é algo possível, mas o autor acredita para que isso aconteça é necessária uma “convulsão cultural”. Este processo se insere no contexto chamado por Escobar (2017) de transição, para o qual o design deverá atentar. Um contexto marcado por uma humanidade que está entrando em uma fase planetária da civilização resultante da expansão acelerada da era moderna. Um sistema global está tomando forma com diferenças fundamentais em relação às fases históricas anteriores. O “design para a transição” ou o “design de transição” como descreve o autor, deve partir da noção de que as crises ecológicas e sociais contemporâneas são inseparáveis do modelo de vida social que se tornou dominante nos últimos séculos. Neste contexto e cenário este projeto buscou, por meio do design, levar a autonomia para a comunidade de artesãs desenvolvendo com as participantes uma metodologia que aplicou as próprias referências culturais locais no desenvolvimento dos produtos com uso de resíduos têxteis.

O projeto conseguiu desenvolver nas participantes a consciência de que suas referências culturais servem de ponto de partida. Foi observado que o grupo tinha ciência da importância da pesquisa para a produção de artigos, embora ainda não soubessem como organizar as fontes para pesquisa, como coletar e disponibilizar as informações encontradas, e como usar delas como insumos para o desenvolvimento de produtos. As criações eram feitas através do mimetismo, observando as formas e adaptando-as à superfície do produto, sem refletir em como elas dialogavam com o contexto do usuário, com o tema ou com as tendências seguidas. Com o desenrolar do projeto o grupo foi se fortalecendo e com a identidade visual proposta pela equipe, professora e alunos passaram a ter mais integração passando a trabalhar de forma mais concisa. Este projeto mostrou que é possível a troca de conhecimentos durante o processo de ensino ou capacitação, seja aluno ou comunidade e que tal intercâmbio possibilita um aprendizado que gera autonomia para os capacitados uma vez que são coautores do processo.

Com relação à sustentabilidade ambiental o projeto despertou o entendimento de economia



circular para as integrantes, de forma que as mesmas vislumbrassem a geração de renda a partir de sobras de tecidos de lojas, confecções de roupas e também de roupas usadas. Após o término do projeto foi realizado acompanhamento de forma mais espaçada e foi visto que as integrantes passaram a coletar uniformes de empresas que seriam descartados para uso em criações de bolsas, ecobags, etc. o grupo seguiu de forma autônoma desenvolvendo novos produtos a partir de resíduos recebidos.

Como projeções futuras do projeto fica a proposta de uma plataforma que integre doadores de resíduos e receptores. Funcionando de forma cíclica, iniciando nas empresas doadoras de resíduos, os resíduos podem ser coletados e levados até a comunidade ou ONG, que por sua vez irá recrutar profissionais como designers de moda para serem capacitadas no desenvolvimento dos produtos de moda como acessórios. Designers podem atuar neste momento na criação de identidade visual para a marca das comunidades, redes virtuais e sites. Os fotógrafos atuarão fazendo registros de imagem dos produtos, catálogos de moda e os publicitários fazendo a divulgação. Estes produtos poderão ser comercializados pelas próprias empresas doadoras dos resíduos nas suas coleções das estações seguintes, participando de desfiles da marca, catálogos de moda, venda em feiras. Esta é uma parceria que aumenta o ciclo de vida do produto de moda, pois este modelo pode ser aplicado com roupas usadas sendo transformadas em acessórios como bolsa-carteira.

6. Conclusão ou Considerações Finais

A sustentabilidade quando contemplada em seus âmbitos ambientais, econômicos, cultural e social dentro de um projeto de design, atende aos desafios propostos por Crul e Diehl (2005) de reduzir uso de energia fóssil, reduzir o uso de tóxicos, limpar locais contaminados, melhorar nível de prevenção, reciclagem e reutilização. Este projeto buscou reaproveitar materiais de resíduos que seriam descartados em aterros sanitários como forma de dar autonomia às comunidades de bordadeiras e também despertar o entendimento do poder transformador que o design possui de transformador social. Diferentemente de um projeto de design para uma empresa com produto final definido e usuário, este projeto buscou a coautoria das participantes como um caminho para a autonomia do grupo, partindo das próprias referências como conceito e geração de formas e texturas. Valorizou os saberes locais de Minas Gerais aplicando as técnicas de bordado nos produtos e identificando sua origem. O projeto possui desmembramentos futuros como:

- Poderá crescer de um nível municipal para um estadual e futuramente regional, uma vez que a região sudeste possui grande representação na moda;
- Poderá se aplicar a outros polos de moda localizados em outras cidades brasileiras;
- Poderá ser aplicado para a utilização de resíduos têxteis na forma de roupas usadas por meio de doação de usuários em pontos de coleta. Desta forma, participariam do projeto os doadores de roupas, uniformes de empresas, os brechós e armários compartilhados também.
- Tem como meta a aplicação da logística reversa na qual o usuário descarta suas roupas em pontos de coleta ligadas ao Projeto Espira, o qual, por meio da técnica de *Upcycling* desenvolverá junto aos atores cadastrados um novo produto a ser comercializado por lojas de roupas. Tal iniciativa diminui o impacto ambiental por não consumir energia, sejam elas de fonte renovável ou não-renovável, para a geração de nova matéria-prima têxtil.

Referências

- ABIT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. **Indústria têxtil e de confecção brasileira**. 2013. Disponível em: < <https://www.abit.org.br/cont/cartilha-industria-textil> >. Acesso em: 4 out. 2015.
- BBC. **QUAL é a indústria que mais polui o meio ambiente depois do setor do petróleo?** 2017. Disponível em: < <https://www.bbc.com/portuguese/geral-39253994#:~:text=%C3%89%20f%C3%A1cil%20ci%20tar%20a%20ind%C3%BAstria,pertence%20%C3%A0%20ind%C3%BAstria%20da%20mo%20da> > Acesso em 26 de mar de 2017.
- BRAUNGART, Michael; MCDONOUGH, William. **Cradle to cradle: criar e reciclar ilimitadamente**. 1. ed. São Paulo: Editora G. Gili, 2013.
- CORRÊA, H.L. **Gestão de redes de Suprimentos – Integrando cadeias de suprimento no mundo globalizado**. Editora Atlas, 2010.
- CRUL, M.; DIEHL, J.C. **Design for Sustainability: a Practical Approach for Developing Economies**. UNEP, Paris, 2005.
- EHRENFELD, J. 2009. **Sustainability by Design**. New Haven: Yale University Press, 233 p.
- ESCOBAR, A. 2017. **Diseño para las transiciones, Etnografías Contemporáneas**, Año 3 (4): pp. 32-63.
- FLETCHER, Kate; GROSE Lynda. **Moda & Sustentabilidade: design para mudança**. São Paulo: Senac, 2011.
- IPEAD INSTITUTO DE PESQUISAS ECONÔMICAS, ADMINISTRATIVAS E CONTÁBEIS DE MINAS GERAIS. **Diagnóstico situacional de cadeias produtivas de Belo Horizonte: cadeia produtiva do vestuário**. Belo Horizonte: IPEAD, 2011. Disponível em: < <https://pt.slideshare.net/CDLBeloHorizonte/diagnostico-da-cadeia-produtiva-do-comrcio-ipead-2012> >. Acesso em: 11 dez. 2014.
- MORAES, Dijon. Metaprojeto como modelo projetual. In: **Cadernos de Estudos Avançados em Design: Método/ organização** Dijon De Moraes, Regina Álvares Dias e Rosemary Bom Conselho. Belo Horizonte: EdUEMG, 2011.
- PAPANEK, V. 1997. **Design para el mundo real: Ecologia humana e cambio social**. Madrid: Ediciones Blume, 418 p.



REYES, P. Construção de cenários em design: o papel da imagem e do tempo. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN**, 2010, 9, São Paulo. Available at: < <http://docplayer.com.br/5435888-Construcao-de-cenarios-no-design-o-papel-da-imagem-e-d-o-tempo.html> > Accessed on: October 22th, 2017

Fachadas Inteligentes Bioinspiradas: uma abordagem nos modelos projetuais de arquitetura e design

Bioinspired Smart Façades: an approach in architectural and design project models

Hilma Ferreira, Doutoranda em Design, Universidade Federal de Pernambuco
hilma.santos@ufpe.br

Fernanda Moreira, Doutoranda em Design, Universidade Federal de Pernambuco
fernanda.regueira@ufpe.br

Amilton Andrade, Professor do PPG Design, Universidade Federal de Pernambuco
amilton.arruda@ufpe.br

Resumo

Os arquitetos e designers desenvolvem soluções para diversas necessidades do dia a dia. Novos conceitos projetuais inspirados da natureza, tem sido uma ferramenta favorável para criatividade e inovação. Com base nas alternativas e princípios de modelos bioinspirados nas fachadas inteligentes, o artigo tem como objetivo explorar as técnicas e conceitos quanto ao uso da biomimética e o ecodesign, como ferramentas para a geração de sistemas, tecnologias, materiais e soluções empregadas nas peles dos edifícios. O processo metodológico para investigação através de estudos em literaturas bibliográficas existentes, apresenta e analisa três estudos de casos relevantes ao tema proposto, com intuito de apresentar definições nos modelos projetuais na arquitetura e design. Como produto final, almeja-se uma abordagem que responda ao objetivo traçado e, assim, favoreça a análise sobre a aplicação de novos conceitos nas peles exteriores das edificações, como possíveis contribuições nas criatividades da prática do design e da arquitetura.

Palavras-chave: Biomimética; Ecodesign; Sustentabilidade; Biointeligente; Fachadas.

Abstract

Architects and designers develop solutions for various day-to-day needs. New design concepts inspired by nature have been a favorable tool for creativity and innovation. Based on the alternatives and principles of bioinspired models in intelligent facades, the article aims to explore the techniques and concepts regarding the use of biomimetics and ecodesign, as tools for the generation of systems, technologies, materials and solutions employed in the skins of buildings. The methodological process for investigation through studies in existing bibliographic literature, presents and analyzes three case studies relevant to the proposed theme, in order to present definitions in the projectual models in architecture and design. As a final product, it aims an approach that responds to the objective outlined and, thus, favors the analysis on the application of new concepts in the external skins of buildings, as possible contributions in the creativity of the practice of design and architecture.

Keywords: *Biomimetics; Ecodesign; Sustainability; Biointelligent; Facade.*

1. Introdução

O conhecimento tecnológico a partir da observação de novos conceitos e paradigmas projetuais vindos da natureza segue uma linha de pensamento em comum entre a história, a teoria e a prática do design, estreitamente associadas à arquitetura (BÜRDEK, 2010).

Pesquisas exploratórias foram conduzidas para discutir novas formas projetuais inspiradas nos conceitos sustentáveis trazendo novos desafios como abordagem para resolver questões de soluções úteis e inovadoras (ARRUDA e FREITAS, 2018). Portanto, trazer desafios e novos olhares focados no ecossistema, visa contribuir para princípios, formas e modelos sobre o ambiente natural. Em contrapartida, o pensamento biomimético vem permitindo os desenvolvimentos projetuais que surgem como técnicas avançadas em soluções complexas em diversas áreas, buscando aprender com a natureza e entender suas estratégias para utilizar conhecimento em diferentes domínios da ciência (ARRUDA, 2018).

Dessa forma, tais ciências foram antecessoras e se relacionaram com o termo biomimetismo, definido e difundido por autores que o evidenciaram para desenvolver a transmissão de ideias e analogias da biologia à tecnologia, conceito que descreve uma manifestação artística, onde busca soluções sustentáveis em mecanismos naturais inspirados para solucionar problemas da humanidade. Note-se que, segundo Sá (2021) a evolução da biomimética, definida como o domínio do conhecimento, propõe desenvolver soluções para os desafios humanos, sobretudo na área criativa, a partir de fundamentações em estudos biológicos.

A natureza foi, é, e será uma fonte infinita de inspiração criativa para a humanidade. Os sistemas biológicos que residem na natureza são caracterizados pela sua complexidade, sensibilidade e flexibilidade, pela sua capacidade de adaptar-se a ambientes em mudança, e pelo seu elevado grau de confiabilidade. (ARRUDA, 2018, p.15)

Diante do exposto, para Arruda e Freitas (2018), convém reconhecer que a biomimética trata-se da aplicabilidade de conceitos e elementos de uma extensão de disciplinas com diversas abordagens complexas, considerando o contexto, modelos, tecnologias para condições ambientais externas, aplicadas de forma crescente em várias partes do mundo, estabelecendo uma reflexão sobre a capacidade de se adaptar, responder ao ambiente e ao clima do lugar, favorecendo o termo ecodesign como um padrão de design voltado à preocupação ambiental.

O ecodesign vem se expressando como alternativa entre os designers, arquitetos e projetistas de produtos em geral, objetivando e buscando matérias-primas que sejam reaproveitáveis. Segundo Papanek (2007), essa fase do ecodesign como projetos alternativos, deve ser economicamente viável, isto é, um produto competitivo no mercado, possa tornar um produto ecológico fazendo um redesign de produtos existentes ou design de novos produtos com vantagens ambientais.

Assim, considerando que este trabalho corresponde ao desdobramento do doutorado de design em andamento, as abordagens diante das considerações requerem os conhecimentos científico-tecnológicos na busca por alternativas inovadoras das fachadas inteligentes bioinspiradas. Deve-se entender e justificar a importância do estudo em função da necessidade de forma prática nas soluções técnicas e conceitos disponíveis na arquitetura, entretanto, a contribuição para o campo do design poderá proporcionar discussões em torno da implantação de novos estudos como alternativa a favor da sustentabilidade.

Dentro desse contexto, o artigo tem como objetivo explorar as técnicas e conceitos quanto ao uso da biomimética e o ecodesign, como ferramentas para a geração de sistemas, tecnologias, materiais e soluções empregadas nas peles dos edifícios, estruturando-se da seguinte forma: na seção 2, apresenta os procedimentos metodológicos como abordagem para elaboração do trabalho; seção 3, contempla conceitos bioinspirados condicionados na evolução projetual dos estudos de casos relacionados nas fachadas inteligentes; seção 4, as discussões causadas pelos estudos de caso e suas especificidades; e por fim no item 5 as considerações finais.

2. Procedimentos e métodos

O estudo corresponde à etapa de abordagem realizada com base em um estudo bibliográfico que tem como definição apresentar modelos e técnicas projetuais de fachadas inteligentes na arquitetura e design.

Nesta pesquisa inicialmente adotou-se a investigação de novos conceitos e/ou verificar qualitativamente elementos de estudos de caso múltiplos aplicados no mundo real, buscando esclarecer estratégia de ações e decisões que compreendam um método abrangente do objeto de pesquisa em abordagens específicas de coletas e análise de dados, quando se trata de um fenômeno amplo e complexo que não pode ser estudado fora do contexto no qual ocorre (YIN, 2009). Além disso, os estudos de caso também atribuem possibilidades de realização de uma análise de fatos ocorridos (figura 1), podendo oferecer evidências mais fortes do que um caso estudado isoladamente.

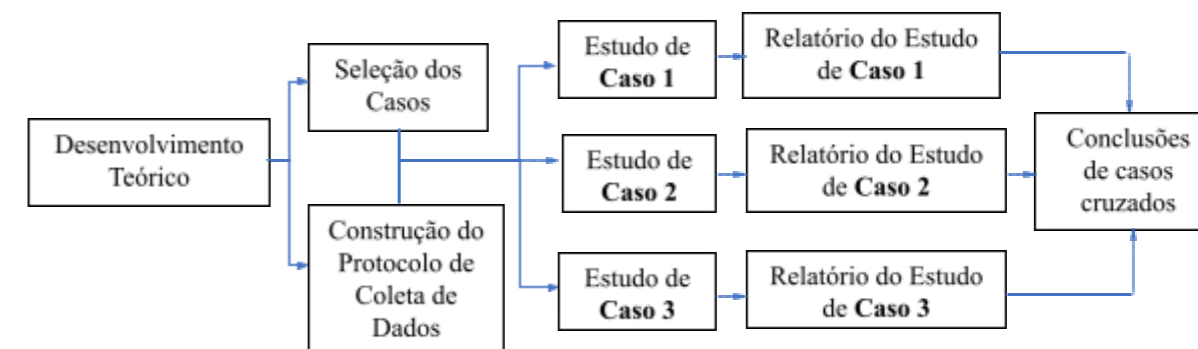


Figura 1: Recorte do Método de Estudo de Caso de Yin, 2009. Fonte: elaborado pelos autores.

Para Yin (2009), esse tipo de estudo procura responder questões do tipo “como” e “por que” objetiva explicar e demonstrar fatos com características holísticas e significativas. Importante é buscar casos que representem de fato o fenômeno e estruturar o estudo para atingir os objetivos pretendidos. Cabe ao pesquisador a definição de quantos e quais casos deverão compor seu estudo, sendo que a escolha dos cenários investigados precisa ser feita com base em critérios, que permitem similaridades entre resultados, ou prever resultados com repetibilidade das ocorrências.

Pela complexibilidade, a área do design, em geral, requer análises metodológicas que ampliam conhecimentos pelos limites e desafios envolvidos no processo de investigação, considerando o método de produção teórico-prático como uma estratégia de abordagem do problema (MARTIN e HANINGTON, 2012).

3. Delineamento: conceitos e técnicas

O uso excessivo de áreas de vidros nas edificações no início do século XIX no Brasil, está sendo cada vez mais frequente na construção civil, provocando problemas de caráter térmico e lumínico com a entrada de luz natural, radiação solar e redução da ventilação no interior dos ambientes (FERREIRA, ARRUDA, ANDRADE, 2022).

A partir desse contexto, as tipologias de fachadas na arquitetura, vêm aumentando e possui suas peculiaridades devido às características de sua forma e função. Esse novo sistema informacional e conceitual de construção gera uma revolução de conhecimentos em soluções criativas e inovadoras. Dessa forma, mudanças e expressões nas edificações estão cada vez mais desenvolvendo características próprias em função das condições ambientais e climáticas de cada local e região (BARNUELO, 2017).

Nesta perspectiva, é imprescindível que a arquitetura adote medidas sustentáveis e procure reduzir o seu impacto negativo no ambiente e participe ativamente na regeneração do mesmo. Com a evolução das fachadas em sintonia com seus materiais construtivos, proporcionam um salto significativo de ideias com implementação de modelos e formas de acordo com sua função e tipologia. Na figura 2, o vidro vem apresentando uma evolução deste material presente no cotidiano e modificando a cada dia de acordo com os avanços da construção e da sustentabilidade.

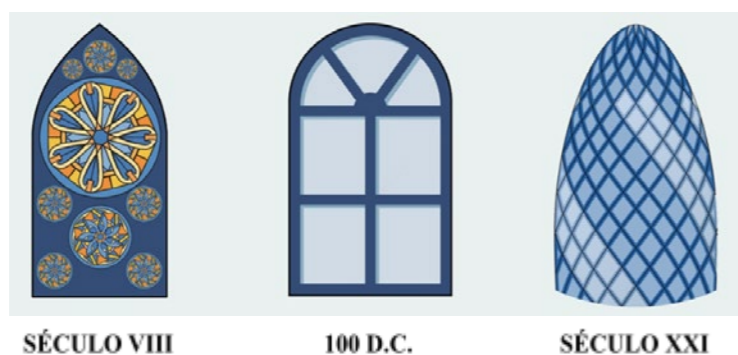


Figura 2: Infográfico da evolução do vidro. Fonte: Souza, 2019.

Exemplos de modelos projetuais podem ser vistos na arquitetura contemporânea em toda parte do mundo. As fachadas das edificações são conhecidas como a segunda pele, sendo a primeira a pele humana e a segunda as roupas que alguém veste em analogia (FORTMEYER; LINN, 2014).

O envelope que faz a conexão do edifício com o meio externo e interno, acaba por integrar diversas funções, com informações essenciais técnicas que devem ser exploradas ao máximo para garantir a satisfação do usuário (Figura 3). Assim como a pele humana, as fachadas dos edifícios do futuro deverão cada vez mais ser enxergadas como os elementos constituintes de um revestimento que protege a edificação contra agentes provenientes do exterior e que, entre outras funções importantes, participam ativamente no controle das condições internas (FORTMEYER; LINN, 2014).

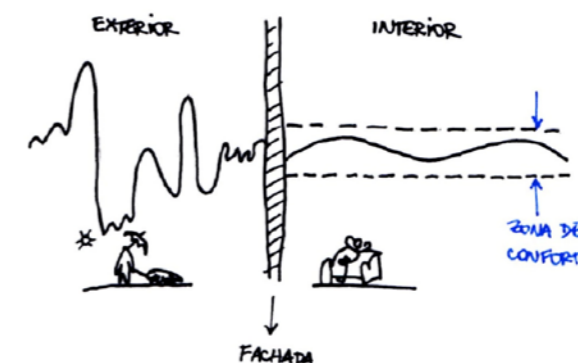


Figura 3: Interface entre ambiente interno e externo. Fonte: Klein, 2013.

Sendo assim, a fachada sempre terá a função responsável por impedir que as condições dinâmicas e estáveis de conforto ambiental reajam de forma inteligente internamente e externamente.

A tendência atual das investigações é tornar a interpretação das envoltórias como uma verdadeira pele humana, a face do edifício é uma membrana fina que cobre o esqueleto da construção (estrutura), regula os órgãos (mecânico, catalisador e elétrico) e define seu espaço interno. Os edifícios do futuro deverão cada vez mais ser enxergados como os elementos constituintes de um revestimento que protege a edificação contra agentes provenientes do exterior e que, entre outras funções importantes, participam ativamente no controle das condições internas (SCHELIGA, JOHN, 2016).

Formas de projetos bioinspirados nos conceitos sustentáveis com validação e intensificação do uso da tecnologia responsiva de padrão cinético e dinâmico inteligente, vêm com o propósito de adaptação climática. Ou seja, com controle ou aproveitamento de fontes de energia natural, que possuam a capacidade de sentir e agir em função da resposta aos requisitos de desempenho e condições do entorno variável, cabe ressaltar que os sistemas foram operacionalizados de forma mista (Figura 4), apresentando a segunda pele de forma que responda a estímulos climáticos e razoabilidade. (FERREIRA, ARRUDA, ANDRADE, 2022).

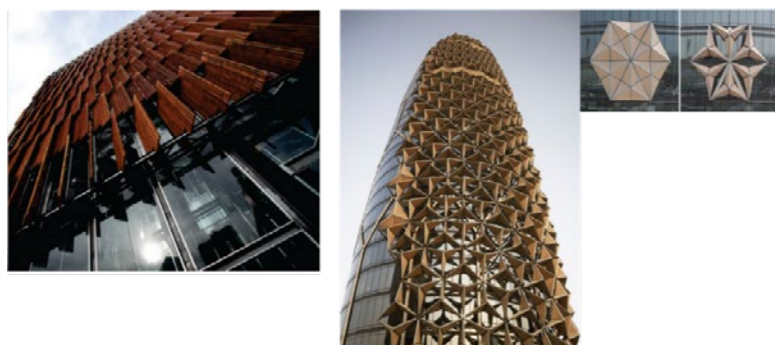


Figura 4: Fachadas cinéticas bioinspiradas. Fonte: Barnuevo e Aviani, 2019.

Os dois possuem sistema de inovação com sombreamento dinâmico, com ângulos de movimentação de acordo com a incidência dos raios solares. O primeiro modelo a esquerda, tem aplicação de uma segunda pele formada por uma estrutura de aço e painéis de madeira reaproveitada, cobrem toda fachada oeste do edifício, trazendo controle das condições térmicas e luminosas. O segundo modelo, a tela funciona como uma parede cortina, colocada a dois metros da fachada externa do edifício, um design que responde a estímulos ambientais inteligentes e possui um sistema de sombreamento dinâmico, com ângulos de movimentação de acordo com os raios solares.

As fachadas não podem ser vistas simplesmente como elementos que se movem. Em países altamente desenvolvidos os projetos estão utilizando tecnologias e materiais de ponta para criar edifícios visualmente impressionantes, com fatores de melhorias climáticas interagindo com a sustentabilidade.

No Brasil, esses sistemas ainda estão sendo pouco utilizados, porém, com a transformação e mudança de paradigma nas edificações, os arquitetos buscam um novo olhar para a evolução da arquitetura, isso sem falar nos exemplos das ideias contemporâneas que estão despertando alternativas diferenciadas com seu design, a figura 5 mostra uma forma dinâmica e interativa de fachada que desperta um comportamento próprio, o pano de vidro altera de cor conforme o ruído do seu entorno, reage em tempo real aos estímulos do ambiente (FERREIRA, ARRUDA, ANDRADE, 2022).



Figura 5: WZ Hotel Jardins – São Paulo - Brasil. Fonte: Ferreira, Arruda e Andrade, 2022.

Estudos analíticos serão compostos neste artigo como exemplos de aplicação em abordagens bioinspiradas na natureza e recursos artísticos, em construir a pele do edifício para

reduzir o consumo de energia, centrados nas técnicas e estratégias aplicadas com objetivos de obter formas, funções e características voltadas para a biomimética e o ecodesign.

3.1 Caso 1: Bios

O termo “bioinspirado” remete de desenvolvimentos criativos de novas estruturas, processos ou dispositivos a partir da observação de fenômenos, guiados por configurações de fatores bióticos (correspondem às comunidades vivas de um ecossistema) e abióticos (elementos físicos, químicos ou biológicos do ambiente) que representam as relações existentes e permitem o equilíbrio do ecossistema (SÁ, 2021).

A expressão “biotécnica” descreve os processos pelos quais o ser humano realizava seus empreendimentos construtivos a partir da observação de estruturas, muitas delas naturais, segundo Arruda (2018) esses processos envolvem manipulação de organismos vivos para fabricar ou modificar produtos.

Os produtos bioinspirados, seja através da biônica quanto da biomimética constituídos por um método inovador que visa soluções sustentáveis seguindo o exemplo da natureza, na qual se utiliza de padrões e estratégias de sobrevivência dos sistemas biológicos, é uma abordagem radicalmente inovadora, baseada não no que se pode extrair da natureza, mas o que é possível aprender com ela, onde é possível mudar forma de cultivar alimentos, de produzir materiais, de gerar energia, de curar, de armazenar informações e de realizar negócios (DETANICO; TEIXEIRA; SILVA, 2010). Segundo Brocco (2017), o conceito descreve, além da tecnologia, uma manifestação artística do design, que busca soluções sustentáveis em mecanismos naturais, inspirados nos modos de vida que se adequaram à terra durante o longo período de evolução dos seres vivos.

Primeiro estudo de caso apresentado vem com o cubo d'água em Pequim. Conhecido como o Centro Aquático Nacional, construído para os jogos olímpicos 2008. O conceito do projeto concebido pela equipe PTW Architects, trouxe a biomimética exemplificada ao imitar a forma de bolhas de sabão traduzidas em forma arquitetônica. Seu design trouxe abordagem para a biologia, e o conceito combinou o simbolismo da praça com a cultura chinesa (Figura 6).



Figura 6: Watercube – Centro Nacional de Natação. Fonte: PTW Architects, 2008.

A pele do edifício foi capaz de dividir os espaços em células de tamanhos iguais com cerca de 3 mil bolhas de plástico em tamanho gigante, o desenhista Tristan Carfrae com os estudos do cientista Plateau, descobriu que o formato em poliedros permitia que o espaço poderia ser dividido em células iguais, dando tamanhos com a menor área de superfície entre eles. Portanto, a abordagem foi de visualizar a matriz de espuma em uma determinada orientação e depois remover o bloco a fim de obter a geometria da estrutura.

Os resultados obtidos ambientalmente o levaram a alcançar um projeto energeticamente eficiente e a superar todos os desafios e objetivos através da aplicação de uma abordagem bioinspirada na biomémica.

3.2 Caso 2: vidro vitrificado

Sempre há novas tendências no mercado, elementos culturais e históricos tendem a ser considerados. Algumas superfícies de fachadas podem ser feitas de materiais naturais ou inspirados na natureza, outras podem ser pensadas e realizadas de maneira sustentável feitas com materiais manufaturados.

O segundo estudo apresentado dessas tendências se trata da impressão digital vitrificada com uma obra fundada em 1887, o hospital Harlem em Nova York, que passou por uma grande reforma e criou enorme fachada de vidro representando murais icônicos através de uma técnica específica. Foram usados 429 painéis de vidro laminado colorido, que reproduzem as cores, o estilo da arte e cultura historicamente significativos em escala cívica. (Figura 7)

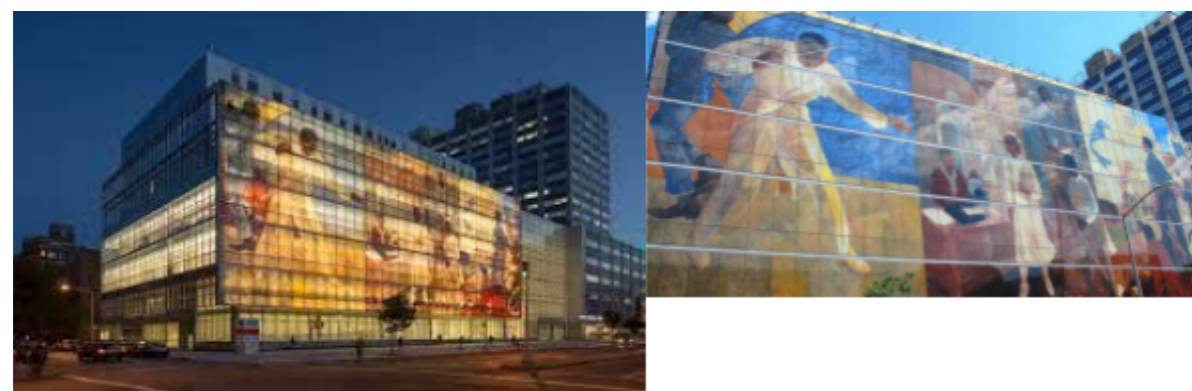


Figura 7: Impressão digital vitrificada. Fonte: Vidro Impresso, 2019.

Uma solução versátil com uma ampla gama de aplicações, permitindo a escolha de uma infinidade de recursos artísticos e uma perfeição em imagens e qualidade, a empresa israelense criadora da tecnologia afirma que os arquitetos e designers estão tendo ideias criativas que se transformam em processo, métodos, produtos ou serviços.

A impressão digital com tintas cerâmicas de alto desempenho e com características do design de novos produtos sustentáveis vem trazendo uma tecnologia inovadora e versátil para superfícies em vidro. Por um lado, a técnica permite o uso de uma paleta de cores básica para

criar qualquer imagem (Figura 8), podendo permanecer intacta por mais de 50 anos sem despigmentar, mesmo quando expostos às intempéries (VIDROIMPRESSO, 2019).

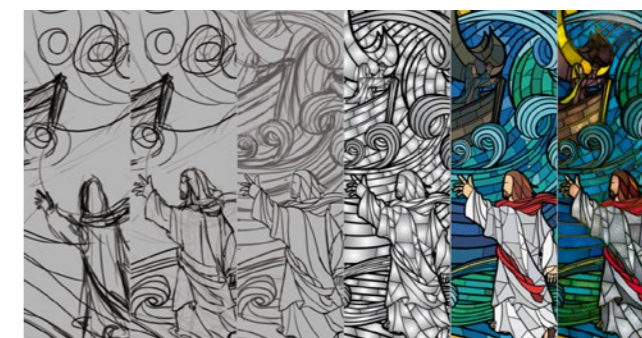


Figura 8: Processo do desenho artístico. Fonte: Vidro Impresso, 2019.

As aplicações permitem a criação de desenhos podendo controlar a transparência da imagem e absorção dos raios UV, benefícios como economia de energia e bem estar em espaços naturalmente iluminados.

No Brasil, a tecnologia ainda não é muito disseminada, mas o produto tem um grande potencial de crescimento, os arquitetos e designers brasileiros precisam reconhecer que é um produto de valor agregado e que pode possibilitar infinitas possibilidades nos projetos. Em 2016, com a chegada do maquinário no país, algumas obras foram executadas em São Paulo e no Rio de Janeiro (figura 9), trazendo um diferencial ao que permitiu uma escolha de infinidade em recursos artísticos, proporcionando projetos imponentes e muito diferenciados, que muitas vezes acabam se tornando referência em algumas regiões e até cartões postais de cidades.



Figura 9: a) Edifício em Ibirapuera-SP, b) Edifício Home Design-SP. Fonte: Vidro Impresso, 2019.

Diante de fatos reais pesquisados, a técnica procura atender aos objetivos e requisitos de arquitetura ambientalmente responsável, fornecendo funcionalidade ecológica, como eficiência energética e controle solar. Segundo os inventores desse método, apostam na simplificação dos projetos com propósito de renovação e preservação urbana e comprovam a redução significativamente das colisões de pássaros.

3.3 Caso 3: impressão paramétrica em vidro

Em razão da evolução constante das fachadas envidraçadas ao longo dos últimos anos, novas técnicas se expandiram para os edifícios, e vem cada vez mais diversificadas em termos de sistemas construtivos (CARDOSO, 2019).

Como parte do projeto de investigação, o terceiro estudo de caso aparece diante de um sistema e elementos que oferecem aos arquitetos e designers graus de liberdade na concepção artística, com multiplicidade de possibilidades para reagir a parâmetros com proteção solar e ângulo de visão favorável a superfícies curvas de fachada.

Do ponto de vista expressivo da linguagem do desenho, a própria geometria disponibiliza sombreamentos em conformidade por meio de impressões paramétricas (Figura 10), onde o nível de irradiação da respectiva geometria do vidro varia em torno de 75% a 15% da densidade solar para o ambiente interno (FUCHS, TORRES, 2016).



Figura 10: Sombreamento solar paramétrico. Fonte: Fuchs e Torres, 2016.

O objetivo de impressão das bordas dos vidros, era desenvolver um sistema de fachada para permitir a liberdade geométrica tanto na unidade de chapa individual quanto em todo o sistema, a intenção dessa forma é deixar o aspecto parecer o mais homogêneo possível. Na impressão paramétrica de proteção solar, permite o mascaramento do vidro estrutural manipulado de forma gradiente de transparência contínua.

Essa técnica na fase do ecodesign como projetos alternativos, oferece enorme liberdade através da configuração de áreas com unidades opacas ou transparentes para controle de luz natural ou geração de energia solar, contribui para versatilidade e ideias inovadoras para o design de fachadas envidraçadas. Papanek (1995) fala que a preocupação com o ambiente não deve ser encarada como uma moda e que o design seja ecológico e socialmente responsável, é preciso dedicar-se aos princípios da natureza e fazer escolhas conscientes ao longo de todo o processo de criação.

4. Discussões

Tais etapas de construção da abordagem embasaram a seleção, a descrição e a comparação dos três casos que empregaram ferramentas inteligentes em projetos de fachadas e produtos

para edificações. Esse estudo de casos múltiplos evidenciou que as ferramentas foram usadas pelos arquitetos e designers na fase de criação conceitual, sendo que em alguns casos suas metas não teriam sido alcançadas se tivessem optado por recursos “convencionais”. Reconhece que as ferramentas estimularam elementos de sustentabilidade com princípio da busca pelo equilíbrio entre a disponibilidade dos recursos naturais. Ao se analisar o uso das técnicas e modelos projetuais, é possível pensar que a biomimética, impressões vitrificadas e paramétricas trouxeram alternativas que fornecessem subsídios mais significativos, mas seriam necessários estudos suplementares para um exame aprofundado sobre essas tendências no Brasil, podendo apresentar suas vantagens ou desvantagens no produto final.

Com o propósito de verificar a implementação dentro da área do design, da arte e da arquitetura, possíveis aplicações de princípios de soluções técnica inovadoras, como também a inspiração da Biomimética e da sustentabilidade possa se adaptar ao contexto dessas fachadas.

O resultado da pesquisa mostra a importância da abordagem em diversos aspectos da história do produto. Sendo assim, a investigação alcançou resultados satisfatórios para a aplicabilidade como plano de ação no conhecimento específico que poderá dar seguimento futuro, aprimorando princípios para o arquiteto e designer lançar a criação de produtos mais inteligentes, que aliam estética, economia e funcionalidade.

5. Conclusões

A pesquisa desenvolvida a partir da integração de estudos de casos, teve como auxílio uma dinamicidade das estratégias a favor da diversidade tecnológica. A proposta metodológica contribuiu, tanto para o contexto de fazer design quanto para investigação exploratória, como o desenvolvimento de práticas avançadas na utilização de projetos inspirados na natureza, no que possibilita uma ampla gama de possibilidades inventivas.

Foram considerados o conhecimento e a apropriação de ferramentas relevantes para repensarmos, em conjunto, sobre os conceitos de projeto, técnicas e modelos conceituais que permita a tomada de decisão, baseada em dados específicos a partir de materiais alternativos na utilização da biomimética e do ecodesign, se tratando de peles de edifícios a principal função destes subsistemas das edificações é de mapear os meios externo e interno e favorecer à importância de estudos com abordagem mais aprofundada da vida útil dos sistemas apresentados.

Em futuros desdobramentos da pesquisa, recomendam-se a aplicação de questionários e a condução de entrevistas com os projetistas, arquitetos e designers dos casos estudados, no intuito de conhecer suas percepções sobre as técnicas apresentadas. Dessa maneira, também seria possível averiguar aprimoramentos desses recursos, para aplicação em fachadas existentes, com base em levantamento de dados locais da região. Outrossim, seriam demandadas mais informações sobre o desenvolvimento e a implementação, que de fato possa auxiliar durante o processo final da pesquisa.



Referências

ARRUDA, A. J. V. de. **Métodos e Processos em Biônica e Biomimética: A Revolução Tecnológica Pela Natureza**. 2018. São Paulo: Blucher.

ARRUDA, Amilton José Vieira de; FREITAS, Theska Laila de. Novas estratégias da biomimética: as analogias no biodesign e na bioarquitetura. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 4, n. 1, p. 73-82, 1 mar. 2018. Disponível em: www.sites.ojs.ufsc.br. Acesso em: 1 jan. 2023.

ASK NATURE TEAM. **It's time to ask nature**. 2021. Disponível em: <https://asknature.org>. Acesso em: 30 mar. 2021.

BARNUEVO, T; AVIANI, F. Superfícies Dinâmicas Funcionais: O potencial de tecnologias responsivas para a construção de fachadas. **Dissertação de mestrado na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília**. 65 Brasília, 2017. 18 mar. 2022.

BENYUS, J. **Biomimicry: Innovation inspired by nature**. New York. Quill Publishes, 1997.

BÜRDEK, B. E. **História, Teoria e Prática do Design de Produtos**. 2. ed. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2010. 500 p. Tradução de: Freddy Van Camp.

CARDOSO, A. B. **Esquadria de alumínio no Brasil – Histórico, tecnologia, linhas atuais, gráficos de desempenho**. São Paulo, 2019. 05 out. 2021.

DETANICO, F. B.; TEIXEIRA, F. G.; SILVA, Tânia L. K. da. A biomimética como método criativo para o projeto de produto. **Design & Tecnologia**, Rio Grande do Sul, v. 1, n. 2, p. 101-113, dez. 2010. 10 abr. 2022.

FERREIRA, H. O. S.; ARRUDA, A.; ANDRADE, M., Análise nas fachadas cinética e dinâmica: um estudo de design sobre técnicas e modelos conceituais. **Design & Tecnologia**, Rio de Janeiro. dez. 2022. 10 mar. 2022.

FONSECA, J. J. S. **Apostila de metodologia da pesquisa científica**. João José Saraiva da Fonseca, 2002.

FORTMEYER, R.; LINN, C. D. **Kinetic Architecture: designs for active envelopes**. Australia: Images Publishing, 2014.

FUCHS, A.; TORRES, B.; **“Digital Patterns”: Parametrischer Glasdruck für selektive Transparenz in der Gebäudehülle**, Glasbau. 2016.

KLEIN, T. **Integral Façade Construction: towards a new product architecture for curtain walls**. Alemanha: Delft University of Technology, 2013.

MARTIN, B.; HANINGTON, B.: **Choice Reviews Online Universal Methods of Design: 100 Ways to Research Complex Problems, Develop Innovative Ideas, and Design Effective Solutions**, 2012.

PAPANEEK, Victor. **Arquitetura e design: ecologia e ética**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2007. 286 p.

PTW Architects. Watercube – Centro Nacional de Natação. Disponível em: <https://ptw.com.au/project>. Acesso em: 15 dez. 2022.

SÁ, A. A. M. de.; **Ferramentas da biomimética no design. Aportes da natureza para a prática projetual**. Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SOUZA, E.; Infográfico: A Evolução do Vidro. **ArchDaily Brasil**. Disponível em: <https://www.archdaily.com.br/br/914991/infografico-a-evolucao-do-vidro>. Acesso em: 20 abril 2023.

SCHELIGA, R.; JOHN, V. **Fachadas adaptativas: arquitetura dinâmica orientada ao desempenho**. XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. São Paulo, set. 2016.

VIDRO IMPRESSO. **Impressão digital: Técnica cria diferente tipos de imagem com alta qualidade de resolução e durabilidade**. Ano 9 nº 51 – pag. 50, 2020.

YIN, R.K.; (2009) **Case study research, design and methods (applied social research methods)**. Thousand Oaks. California: Sage Publications.



A DIMENSÃO AMBIENTAL DO DESIGN E A SUA INFLUÊNCIA NA SUSTENTABILIDADE

The Environmental Dimension of Design and its Influence on Sustainability

Luan da Silva Oliverio

luansoliverio@gmail.com

Mariane Werlang

werlangmariane@gmail.com

Raquel Sotero Vieira

raquelsotero.vieira@gmail.com

Rebeca da Silva Nascimento Pereira

syofms@gmail.com

Vitoria Cidade dos Santos

vitoriacidadesantos@gmail.com

Paulo Cesar Machado Ferroli

pcferroli@gmail.com

Resumo

Este artigo mostra uma revisão sistemática abordando os principais níveis de estratégias que podem ser utilizadas no design, em nível progressivo, abordando desde o impacto ambiental até a necessidade de mudanças nos hábitos e comportamentos, tanto de consumidores quanto de produtores. Fatores que foram considerados, dentre outros, envolveram a disposição do consumidor e do produtor em mudar, existência e efetividade de leis e regulamentos gerais e específicos ao setor considerado e a organização da cadeia de produção.

Palavras-chave: Design; Sustentabilidade; Estratégias; Revisão sistemática.

Abstract

This article shows a systematic review addressing the main levels of strategies that can be used in design, at a progressive level, from environmental impact to the need for changes in habits and behaviors of both consumers and producers. Factors that were considered, among

others, involved the consumers and producer's willingness to change, the existence and effectiveness of general and sector-specific laws and regulations, and the organization of the production chain.

Keywords: Design; Sustainability; Strategies; Systematic review

1. Introdução

No Brasil, conforme mostram Vendrametto *et al* (2011), a busca pela produção mais limpa deve-se principalmente ao esgotamento da capacidade do meio ambiente em absorver, incorporar, transformar e regenerar resíduos. Isto tem ocasionado legislações mais rígidas sobre as emissões de resíduos, afetando a competitividade de uma empresa, que passa a estar associada a estes fatores e também a sua parcela de responsabilidade social.

Esta necessidade é mundial, conforme mostra Thrane *et al* (2009), que indicam inclusive meios e alternativas de se aproveitar dos benefícios obtidos pelas políticas introdutórias do tipo *end-of-pipe* e tecnologias limpas para conseguir-se obter produtos limpos.

Este artigo apresentará cinco níveis que visam a discussão de estratégias que o design pode utilizar, passando por níveis progressivos de impacto ambiental, e a necessidade de mudança nos hábitos e comportamentos dos consumidores.

Apesar dessa organização em níveis, essas estratégias não precisam, necessariamente, seguir de forma ascendente. O que vai ditar qual a melhor abordagem é o contexto de um dado problema no mundo real. Isso também significa que não existe hierarquia de importância entre os níveis apresentados.

Posteriormente serão apresentados estudos de caso que exemplificam os conceitos abordados de forma a ajudar no entendimento dos mesmos.

2. Referencial

De acordo com essa realidade atual, as empresas produtivas estão investindo mais na questão ambiental. Para isso, duas abordagens são amplamente utilizadas, sendo uma “externa” a organização e outra “interna”. A externa, claramente destinada à promoção da empresa no competitivo mercado atual, parte do pressuposto que a compreensão, reconhecimento e aquisição de produtos rotulados como sustentáveis estimulam o desempenho ambiental dos produtores que investem em tal prática. Isso promove o desenvolvimento econômico e a proteção do meio ambiente.

Internamente, as consequências são sentidas ao se prover as mudanças necessárias, onde a parte projetual é sempre “questionada”, verificando-se que o projeto é a melhor, senão a única solução para que os produtos gerados tivessem menor impacto ambiental. Essa constatação vem de Manzini e Vezzoli (2012) que mostram que, devido a sua urgência, e ao fato de que o



projeto poderia ser o agente modificador procurado, (com soluções a médio e longo prazo), tem-se no chamado eco-design, uma versão menos abrangente que a sustentabilidade, mas mais adequada para soluções de curto prazo. Os autores classificam as ações em:

- *End of pipe*: tem abordagem basicamente no tratamento da poluição, focando-se na tentativa de neutralizar os efeitos ambientais negativos gerados por determinadas atividades produtivas. Por ser a primeira ação efetiva, foi amplamente implementada, sem que houvesse necessariamente um planejamento, o que prejudicou em alguns casos os resultados esperados.

- Tecnologias limpas: baseia-se em uma interferência nos processos produtivos que geram a poluição. É realizada principalmente pela substituição de equipamentos por outros mais modernos, com menor gasto energético e mais eficiência.

- Produtos limpos: baseia-se no redesign dos produtos com objetivos claramente ambientais. O redesign neste caso deve ser amplo, não há como conseguir resultados significativos e válidos pelo reprojeto de um ou dois subsistemas (ou reprojeto de uma máquina, por exemplo). A utilização cada vez maior de automatização no processo tem se mostrado eficaz no sentido de reduzir as perdas ocasionadas por gargalos ou falhas não previstas, porém para conseguir efetivamente gerar um "produto limpo" muitas vezes será necessário modificar o processo de produção como um todo.

- Consumo limpo: aborda novos comportamentos sociais, onde ocorre a procura por produtos e serviços vistos como ecologicamente corretos. Almejado como futuro requer uma quebra de paradigma e a utilização dos subprodutos como matéria-prima para outra finalidade.

2.1 Melhoria ambiental dos fluxos de produção

É evidente a necessidade da criação de tecnologias limpas para minimizar o impacto ambiental ao longo de todo o ciclo de vida do produto. As atuais tecnologias de despoluição são pouco eficientes e implicam em grandes esforços financeiros e soluções pouco eficientes de remediação, além de gerar novos resíduos que também precisam de tratamento. Quando há falhas, ocorrem desastres ambientais. Em contraponto às tecnologias limpas visam prevenir a poluição em todas as etapas do ciclo de vida do produto, diminuindo seu impacto ambiental.

- **Ecologia industrial (EI):**

A abordagem da Ecoeficiência Industrial (EI) se baseia no ciclo de vida natural, que é circular e não gera lixo ou consumo de recursos que possam ser renovados. Seus objetivos são baseados em uso sustentável de recursos, preservação ambiental e promoção de equidade intergeracional. A EI visa minimizar os impactos ambientais na relação entre a natureza e a indústria, utilizando conceitos como eficiência, circulação de recursos ecodesign e análise de ciclo de vida (ACV).

- **Produção mais limpa (P+L):**

A estratégia P+L foi criada com o objetivo de aumentar a eficiência de uso de recursos e energia, bem como minimizar ou reciclar resíduos. Ela integra sistemas de produção e produto, gerando benefícios ambientais e econômicos. Uma das estratégias mais importantes

da P+L são as estratégias de design, conhecidas como DfX, que visam melhorar diversos aspectos do produto que afetam seu desempenho ambiental.

2.2 Redesign ambiental do produto

O redesign ambiental de produtos preexistentes consiste em melhorar a eficiência ambiental por meio da redução no consumo de recursos, materiais e energia, a diminuição do uso de substâncias tóxicas e a facilidade de reciclagem e reutilização. Essas escolhas são técnicas e não sugerem mudanças nos estilos de vida e consumo dos usuários, mas oferecem escolhas ambientalmente melhores.

O Ecodesign ou Design para o Meio Ambiente (DfE) é uma abordagem para o redesign de produtos, que envolve vários pressupostos interligados e variados níveis de importância, dependendo do tipo de produto. O redesign ambiental não deve ser confundido com o redesign estético-formal ou com questões de mercado consumidor ou balança comercial. O redesign ambiental também é uma forma de enfrentar problemas causados pela obsolescência planejada.

2.3 Projeto de novo produto intrinsecamente mais sustentável

Ao passo que no redesign ambiental a preocupação consiste na melhoria da eficiência ambiental de produtos já existentes, no terceiro nível a estratégia pretende aplicar os conceitos sustentáveis desde a ideação até o final do ciclo de vida do produto para minimizar seu impacto ambiental e social e promover a sustentabilidade ao longo do tempo. Este processo projetual é também conhecido como design do ciclo de vida e se utiliza das mesmas estratégias de aplicação que o redesign ambiental.

Apesar de ter um potencial de atacar o problema de forma mais profunda que o nível anterior, no projeto de novo produto intrinsecamente mais sustentável ainda não se atinge a eficiência dos projetos de sistemas produto-serviço (PSS) e enfrenta um grande desafio na dificuldade de aceitação do público consumidor que muitas vezes está imerso em um contexto sociocultural com valores bem estabelecidos e que apresentam resistência a mudanças, sejam elas em caráter cultural, econômico, ético ou estético. De acordo com ROGERS (1962) em sua Teoria da Difusão da Inovação, 2,5% da população pode ser considerada inovadora, que está atenta às mudanças e deseja ter acesso a elas, 13,5% da população é considerada pioneira, também com alto potencial de aceitação mas necessitando de informação apropriada. Assim, apenas um pequeno nicho da população está pronto para aceitar inovações, todo o restante requer um trabalho informacional baseado em evidências do sucesso da implementação da inovação para que alterem seu padrão de consumo.

2.4 Projeto e implementação de sistemas produto + serviço (PSS)

Santos et al (2018) discute o chamado nível 4 de estratégia que o design pode utilizar, que envolve a criação e implementação de sistemas produto-serviço integrados. Essa abordagem visa satisfazer de forma abrangente usuários e organizações, contribuindo para o desenvolvimento sustentável por meio de mudanças nos hábitos de consumo e na



reestruturação técnico-produtiva. A abordagem de PSS pode resultar em produtos mais duráveis, serviços de reparo com menor demanda de recursos e uma gestão mais eficiente de resíduos. A integração entre produtos e serviços é essencial para atingir a sustentabilidade, e essa abordagem requer uma revisão sistêmica dos fluxos e interações entre stakeholders.

Os PSS podem ser vistos como uma escala contínua, que vai desde produtos puros, sem a oferta de serviços, até serviços puros, sem a presença de produtos físicos. Nesse sentido, os PSS são um tipo de oferta que busca integrar e otimizar o valor para o cliente, por meio de uma combinação de produtos e serviços, com o objetivo de prover soluções mais completas e eficientes.

As variações de PSS mais convencionalmente conhecidas são:

- **Sistema produto + serviço orientado ao produto:** sistemas em que o usuário adquire o produto, mantém sua propriedade, sendo ofertados serviços que apoiam as várias etapas de seu ciclo de vida (montagem, upgrade, manutenção, reciclagem, reúso etc.).

- **Sistema produto + serviço orientado ao uso:** sistemas nos quais o usuário tem acesso à utilização de um artefato físico, não tendo sua propriedade. Portanto, o modelo de negócio não está voltado para a venda de produtos, e sim a oferta do uso, estando o prestador do serviço responsável pelas atividades que garantam a performance adequada do uso desses artefatos físicos (por exemplo, troca, locação, upgrade, remanufatura, coleta, destinação final, etc.).

- **Sistema produto + serviço orientado ao resultado:** sistemas em que a oferta é essencialmente orientada para a garantia da satisfação do usuário/cliente, sem que este necessite manusear ou ter a propriedade sobre os artefatos físicos.

A implementação de sistemas produto-serviço (PSS) em empresas de manufatura e provedores de serviços oferece melhora no desempenho ambiental ao possibilitar a extensão do ciclo de vida dos produtos por meio de serviços de manutenção, reforma e reúso, além de reduzir o consumo de energia e materiais. Em um modelo de negócio associado aos PSS, quanto mais longo o ciclo de vida do produto, melhor o benefício econômico para as organizações e usuários, reduzindo os custos associados ao tratamento de elementos tóxicos ou não biocompatíveis.

No entanto, a implementação de PSS requer mudanças significativas no modelo de negócio e na cultura dos consumidores, afetando desde o planejamento estratégico da organização até as relações com os consumidores finais e *stakeholders* ao longo da cadeia produtiva.

2.5 Implementação de novos cenários de consumo “suficiente”

Este nível sugere que as intervenções agora passam para a esfera sociocultural, ou seja, seus objetivos agora são relacionados à promoção de novos critérios quantitativos em relação à percepção da satisfação para que então seja modificada a estrutura de oferta e demanda rumo ao “consumo suficiente”.

Por “suficiência” e sua implicação para o design e sustentabilidade, Manzini e Vezzoli (2008) explicam que mudanças efetivamente sustentáveis precisam de uma mudança conjunta: tecnológica e cultural.

As mudanças tecnológicas são focadas na solução de questões do tipo “como”, ou seja, recaem no campo da eficiência. Já as mudanças culturais são do campo da suficiência, tratando dos “porquês”.

Os autores mencionados apontam que mudanças tecnológicas e culturais devem ser combinadas para que a partir dessa junção cenários sustentáveis sejam construídos.

Desse modo, encontrando o equilíbrio entre eficiência e suficiência, o resultado seria a eficácia dos sistemas, levando à questões do tipo “o quê?”.

Para que essa proposta funcione, é necessário que exista esse equilíbrio, pois não adianta haver apenas soluções técnicas suficientes sem mudanças culturais que sigam para o consumo suficiente e estilos de vida mais sustentáveis.

O mesmo vale para a perspectiva do outro ângulo, se as novas dinâmicas culturais não forem acompanhadas de inovações técnicas, não terão o alcance previsto e esperado.

Dito isso, ainda é fato que essas mudanças culturais são mais difíceis de serem introduzidas que as técnicas, pois implicam alterações profundas na dinâmica das estruturas sociais, envolvendo a promoção de valores disruptivos (MARTINS, 2008; SANTOS, 2009; SANTOS et al., 2016).

Para que os cenários propostos sejam possíveis, eles devem ser viáveis economicamente, aceitáveis socialmente e atrativos culturalmente.

Por fim, olhando para onde o design se encaixa nesses novos cenários, é preciso observar alguns pontos.

Primeiramente, é preciso compreender que o conceito de consumo suficiente desbancou o conceito atual de design e a atuação dos designers, ou seja, o design precisaria se reinventar.

Em segundo lugar, o designer, apesar de importante na difusão de novos cenários de consumo suficiente, ainda é limitado.

Independentemente do papel escolhido pelo designer (líder, suporte técnico, profissional ou cidadão), os designers devem estar colaborando com outros atores sociais, usando de suas competências para ajudar e participar da execução de mudanças.

3. Estudos de caso

3.1 Smog Free Tower

A *Smog Free Tower* é uma torre de 7 metros de altura criada pelo artista holandês Daan Roosegaarde e sua equipe de designers e engenheiros, capaz de filtrar o ar e eliminar partículas finas e poluentes como poeira, fumaça e dióxido de nitrogênio.

O sistema de ionização atrai eletrostaticamente as partículas do ar, deixando-as presas em placas eletrostáticas, e um ventilador interno expulsa o ar filtrado de volta para o ambiente. As partículas coletadas são transformadas em joias chamadas de "*Smog Free Rings*", que são vendidas como uma forma de financiamento para o projeto.

Além de sua função de purificação do ar, a torre também tem um papel simbólico importante, chamando a atenção das pessoas para a questão da poluição do ar em áreas urbanas.

A *Smog Free Tower* foi instalada em várias cidades, tornando-se uma atração turística e gerando debates sobre a qualidade do ar e a necessidade de medidas efetivas para combater a poluição. A torre é um exemplo de produto de design que busca contribuir para um ambiente mais saudável e sustentável, utilizando tecnologias *end-of-pipe* e de prevenção da poluição. A figura 1 mostra a *Smog Free Tower* e a figura 2 mostra a *Smog Free Rings*.



Figura 1: Smog Free Tower. Fonte: <https://www.studio Roosegaard.net/project/smog-free-tower>



Figura 2: Anel “Smog Free Ring”. Fonte: <https://www.greenmatters.com/style/2018/09/26/Z1gCY12/smog-free-ring-studio-roosegaard>

3.2 EkoCycle Cube

A *EkoCycle Cube* é uma impressora 3D desenvolvida pelo músico will.i.am com a empresa 3D Systems em parceria com a marca Coca-Cola, que utiliza filamentos de plástico feitos a partir de garrafas PET recicladas como matéria-prima para criar objetos em 3D. Foi lançada em 2014 e é uma das primeiras impressoras 3D a utilizar material reciclado como matéria-prima.

A iniciativa tem como objetivo tornar a reciclagem mais acessível e atraente para os consumidores, incentivando a redução do desperdício de plástico e aumentando a conscientização sobre o problema do lixo plástico.

A *EkoCycle Cube* é um exemplo de como o design pode ser usado para promover a sustentabilidade e reduzir o impacto ambiental de produtos de consumo, se encaixando no nível de redesign ambiental. A figura 3 ilustra a impressora 3D.



Figura 3: Impressora 3D EkoCycle Cube. Fonte: <https://www.3dsystems.com/blog/2014/06/ekocycle-cuber-3d-printer-remake-using-recycled-plastic-bottles>

3.3 Patagonia Worn Wear

O programa *Patagonia Worn Wear*, criado pela empresa americana Patagônia em 2013, tem como objetivo incentivar a reparação e reutilização de produtos *outdoor* para combater a poluição causada pela indústria da moda. A iniciativa oferece serviços de reparo gratuitos em lojas e eventos itinerantes, além de vender produtos usados em bom estado em seu site.

A empresa também se compromete a produzir produtos cada vez mais duráveis e sustentáveis, e a oferecer informações aos clientes sobre como cuidar e prolongar a vida útil dos produtos.

O *Patagonia Worn Wear* é uma abordagem sustentável ao vestuário, pois reduz a demanda por novas roupas, prolonga a vida útil das peças existentes e evita o descarte desnecessário de roupas usadas, se encaixando no nível de sistemas produto-serviço com ênfase na desmaterialização e redução de consumo de recursos naturais, conforme ilustra a figura 4.



Figura 4: Peça de roupa da marca Patagonia®. Fonte: <https://wornwear.patagonia.com>

3.4 Telefone Fairphone

O *Fairphone* é um smartphone projetado pela empresa homônima sediada na Holanda, que visa ser ecologicamente correto e socialmente justo em todas as etapas de produção, desde a obtenção de matérias-primas até o descarte final.

O telefone é produzido com materiais sustentáveis e recursos humanos justos, permitindo que os usuários consertem e atualizem o telefone facilmente, prolongando sua vida útil.

O *Fairphone* não é apenas um *smartphone*, mas, também, uma plataforma para promover a transparência e a justiça na indústria de eletrônicos e incentivar os consumidores a escolherem produtos mais éticos e sustentáveis. Além disso, o serviço é um produto que se enquadra no nível de sistemas produto-serviço, com ênfase na desmaterialização e na redução do consumo de recursos naturais. As figuras 5 e 6 ilustram o produto.



Figura 5: Smartphone Fairphone. Fonte: <https://broadband.yourcoop.coop/fairphone/>

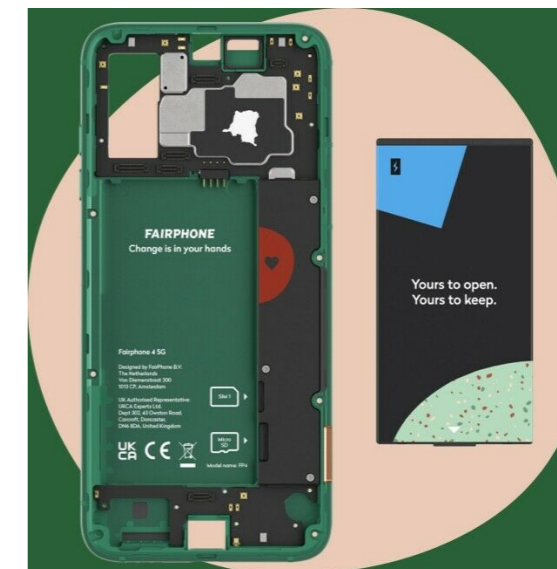


Figura 6: Smartphone Fairphone exibindo funcionalidades de manutenção. Fonte: <https://shop.fairphone.com>

4. Considerações Finais

Apesar de ser possível notar uma crescente nas discussões acerca da sustentabilidade nos últimos anos, ainda se vê resistência e dificuldade na implementação de medidas reais. Apenas um pequeno nicho da população está preparado e interessado em consumir produtos sustentáveis e a outra grande parcela ainda não tem acesso a estes, seja por falta de informação ou de recursos. A falta de demanda por parte dos consumidores e de interesse por parte de grandes indústrias desfavorece a mudança do cenário ambiental e do mercado atual.

Levando em consideração o livro texto, tomamos consciência do papel do design rumo a soluções sustentáveis eficazes em relação ao presente cenário, além de projetar de forma sustentável o designer deve comunicar e educar a população sobre os problemas ambientais. No entanto, pelo contexto socioeconômico e cultural que estamos inseridos entende-se que é inconscientemente imposto um limite entre o ideal e o que é possível se alcançar em termos de sustentabilidade.

Referências

- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: EDUSP, 2012.
- SANTOS, Aguinaldo dos; LOPES, Camila S. D., SAMPAIO, Cláudio P. de, MARTINS, Suzana B., TREIN, Fabiano A., CHAVES, Liliane I., LIBRELOTTO, Lisiane I., FERROLI, Paulo C. M., LEPRE, Priscila, ENGLER, Rita C., NUNES, Viviane G. A. **Design para a Sustentabilidade**: dimensão ambiental. Curitiba: Insight, 2018.



THRANE, M.; NIELSEN, E. H.; CHRISTENSEN, P. Production in Danish Fish Processing - processing – experiences, status and possible future strategies. **Journal of Clean Production**, v.17, p. 380-390, 2009.

VENDRAMETTO, Oduvaldo; PALMERI, Nivaldo; NETO, Geraldo Cardoso; PERRETTI, Osvaldo D'Angelo. Cleaner Production: A Growing Movement in Brazilian Companies. **Revista Produção On line**, ISSN 1676 - 1901 / Vol. X/ Num. I/ 2011. Disponível em www.producaoonline.org.br.

ROOSEGAARDE, Daan. **Smog Free Tower: um projeto de design para combater a poluição do ar em áreas urbanas**. 2018. Disponível em: <https://www.studioroosegaarde.net/project/smog-free-project>. Acesso em: 20 mar. 2023.

3D Printing Industry. **New EKOCYCLE Cube 3D printer: 3D Systems collaboration with will.i.am and Coca-Cola**. Disponível em: <https://3dprintingindustry.com/news/new-ekocycle-cube-3d-printer-3dsystems-collaboration-will-coca-cola-28428/>. Acesso em: 20 mar. 2023.

ROGERS, E.M.. **Diffusion of Innovation Theory**. 1962. Disponível em: <https://sphweb.bumc.bu.edu/otlt/MPH-Modules/SB/BehavioralChangeTheories/BehavioralChangeTheories4.html>. Acesso em: 30 mar. 2023.

PATAGONIA. **Worn Wear**. Disponível em: <https://www.patagonia.com/worn-wear/>. Acesso em: 20 mar. 2023.

Fairphone. Disponível em: <https://www.fairphone.com/>. Acesso em: 20 mar. 2023.

Mecanismos e gatilhos: uma discussão sobre Capacidade Absortiva e Sustentabilidade

Mechanisms and triggers: a discussion on Absorptive Capacity and Sustainability

Ricardo Luis Barcelos, Dr.

ricardo.barcelos73@gmail.com

Carlos Ricardo Rossetto, Dr.

rossetto@univali.br

Rachel F. Magnago, Dr.

rachelfaverzanimagnago@gmail.com

Abstract

This document is part of the doctoral thesis defended in 2022, being a theoretical discussion about the Absorptive Capacity and the Sustainable Performance of organizations and their relationships. At the time, 2018, the thesis project was based on questions such as: “What mechanisms allow organizations to acquire external green knowledge?” or “what triggers the need to acquire green knowledge in organizations”? The theoretical reviews indicated the following question: which mechanisms of social integration, and triggers of organizational absorption capacity, contribute to the sustainable performance of organizations? The discussion provided by a content analysis, based on articles indexed in SCOPUS and WEB of SCIENCE, allowed the description of the mechanisms of social integration and the triggers of the absorptive capacity in relation to the acquisition of green knowledge. In addition, this article identified that employees' mental models, processes and routines directly influence activation triggers and social integration, consequently, Green Absorptive Capacity.

Keywords: Keyword 1; Keyword 2; Keyword 3

Resumo

Este documento é parte de tese de doutorado defendida em 2022, sendo discussão teórica acerca da Capacidade Absortiva e o Desempenho Sustentável de organizações e suas relações. À época, 2018, o projeto de tese se apoiava sobre indagações como: “quais mecanismos permitem que organizações adquiram conhecimento verde externo?” ou “o que dispara a necessidade de aquisição de conhecimento verde nas organizações”? As revisões

teóricas indicavam a pergunta: quais mecanismos de integração social, e gatilhos da capacidade de absorção organizacional, contribuem com desempenho sustentável das organizações? Provido por uma análise de conteúdo, tendo como base artigos indexados na SCOPUS e WEB of SCIENCE, neste trabalho se descreveram os mecanismos de integração social e os gatilhos da capacidade absorptiva relacionados a aquisição de conhecimento verde. Além disso, se identificou que modelos mentais, processos e rotinas de colaboradores influenciam diretamente os gatilhos de ativação e a integração social, conseqüentemente, a Capacidade Absortiva Verde.

Palavras-chave: Capacidade Absortiva; Sustentabilidade; Desempenho Sustentável

1. Introduction

It is not necessary to emphasize how important Sustainability is to academia and society. The creation by the United Nations Organization of the "Sustainable Development Objectives – SDG's" demonstrates the relevance of the theme. The SDG's are defined as a call to action against poverty, protection of the planet, guarantee of peace and prosperity for all. They include issues such as global climate change, economic equality, innovation, sustainable consumption, peace and justice, and other priorities (SDGs, 2015).

As an influential factor of Sustainable Environmental Performance, organizational capabilities are recurrently addressed in scientific research (AL-ABRROW; ALI; ALNOOR, 2022; MOUSAVI; BOSSINK; VAN VLIET, 2018). Among the dynamic capabilities, the ability of organizations to acquire knowledge, modify it and apply it to obtain performance was originally conceptualized in 1990 by Cohen and Levinthal (1990) as Absorptive Capacity. Thus, the growing academic interest in studies on the relationship between the Absorptive Capacity and sustainable performance.

However, even with the results of works which describes the relationship between ACAP and Sustainability such as those by Delmas; Hoffmann; Kuss (2011), Murray et al. (2011) Galbreath; Charles; Oczkowski (2014) and Bowler; Castka; Balzarova (2015), it is not definitively clear how effective this relationship is (causes and operationalization) between Sustainable Knowledge and Absorptive Capacity. Some points cited by these authors indicate a path to a deeper analysis of the subject: the triggers that initiate the need for sustainable performance and levels of social integration.

Finally, this article aims to discuss and describ how social integartion mechanisms and the triggers of the absorption capacity works for sustainable performance for organizations.

2. Theoretical Frameworks

2.1 Sustainability

In 1987, the consolidation of sustainability as an international theme takes place through the document known as the Brundtland Report, although it was published under the name Our Common Future. The document prepared by the World Commission on Environment and Development reaffirmed a critical view of the development model adopted worldwide and

emphasized the risks of overuse of natural resources without regard to resilience of ecosystems (Brundtland, 1987). Thus, sustainability is understood as the balanced development of present well-being, safeguarding the future well-being's safety, in relation to its environment, social relations and economic equity, and proposes the development of practices and tools aimed at creating, regulating and to improve socio-productive activities that support the principles described (BRUNDTLAND, 1987; HÄNI, PINTÉR, & R., 2006; SACHS, 1993).

Constant debates on the subject to delimit the concept refer to the aspects addressed by different researchers, preventing a single view, and corroborating the complexity and quantity of factors that cover the theme, as well as the dynamicity of the events that influence them (SEGHEZZO, 2009; VAN BELLEN, 2004). In the conception of Elkington (2001), organizations or even entire productive chains will depend on their potential in the delivery of results in the economic, environmental, and social fields to be successful. And reaffirms that the abstinence of focus on these pillars, by the organizations, will imply the chance of extinction. These three fields, social, economic, and environmental, form the basis of sustainability (Elkington, 2001). Van Bellen (2004) explains that sustainability, as a theoretical concept, can be better understood if explained through this composition of dimensions. Petrini and Pozzebon (2010) reinforce these ideas by referring to the practice of sustainability management to the necessary overlapping of social, environmental, and economic spheres. This set of spheres or dimensions known as the Triple Bottom Line (TBL) are the center and the dominant theoretical conception that remain as the basis for business involvement with sustainability (MILNE & GRAY, 2013).

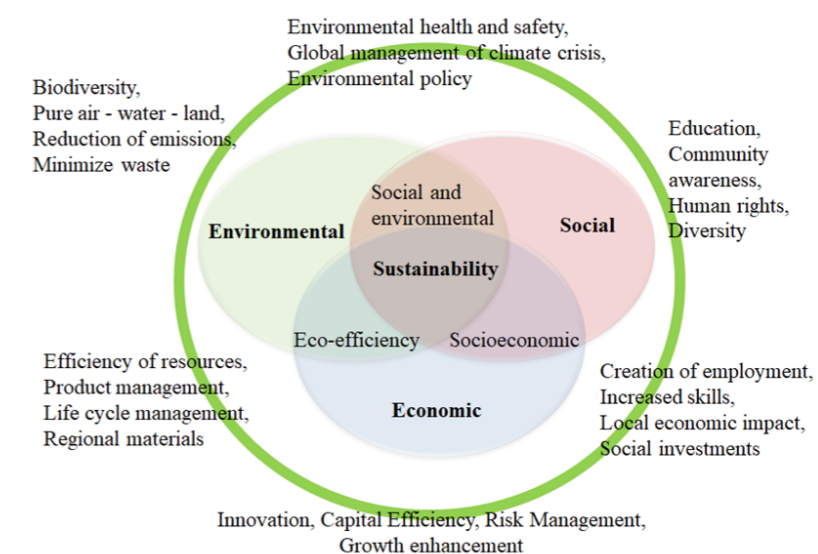


Figure 1 - Triple Bottom Line Source: Adapted from Elkington (2001).

The graphical representation of Figure 1 summarizes the three dimensions of sustainability, as well as their overlaps, creating subdimensions that are characterized by their proposition of performance. The economic dimension has innovation, capital efficiency, risk management and growth enhancement. The social dimension addresses issues such as education, community awareness, human rights, and diversity; while addressing the principles of

biodiversity, clean air - water - land, reducing emissions and minimizing waste, express the aspects addressed by the environmental dimension (ELKINGTON, 2001).

The ongoing research on the subject made with that theoretical conceptions would become comprehensive and what new dimensions came up in the composition of the analytical mosaic of relations that involve the expression sustainability and its meanings. Sachs (1993) indicates an unfolding of the TBL with eight dimensions for sustainability. The number of dimensions varies significantly, consequently increasing by the complexity of the theme, as mentioned previously in the ideas of Van Bellen (2004) and Seghezze (2009).

The development of the concept of sustainability, in its complexity, is currently much better represented by the SDG's. Figure 2, taken from the United Nations website, indicates sustainability objectives.



Figure 2: SDG's - Source: SDGs, (2015)

Thus, organizational actions that act within the scope of SDGs will be directly engaged with Sustainability. And for Klewitz and Hansen (2013), an increasingly important way for companies to achieve sustainable performance lies in the enhancement of their dynamic capacities, represented by their capacity for innovation, but mainly by Absorptive Capacity.

2.2 Absorptive capacity

The first authors to consistently address the concept of absorptive capacity were Cohen and Levinthal (1990). According to them, the absorptive capacity is defined as the ability of the organization to assess the value of new external knowledge, assimilate it, and apply it for commercial purposes. In the model developed by the authors, three dimensions are presented: recognition of information value, assimilation of knowledge by the company and the application of knowledge to generate innovation.

Cohen and Levinthal (1990) argue that the ability to absorb new information will depend on the level of prior knowledge in the organization, which is related to learning skills and experiences, and to the recognition of the value of new information. The authors also discuss the importance of internal Research and Development (R&D) activities as generators of information for the organization and suggest that, in addition to this generation of new knowledge, they enhance the firm's ability to assimilate and deploy existing information. This

ability causes the company to accumulate, over time, a relevant knowledge base (COHEN & LEVINTHAL, 1990).

In this same perspective, Lane and Lubatkin (1998) brought the view of absorptive capacity at the interorganizational level, establishing that absorption capacity refers to an organization's ability to learn from another organization, being determined by the relative characteristics of the two organizations. The following year, Van Den Bosch; Volberda; De Boer, (1999) argued about the dependence of the absorptive capacity of the environment in which the organization is inserted, defending the idea that organizations respond to environmental situations. Thus, the ability to absorb is the skill that involves the evaluation, acquisition, integration, and commercial use of new external knowledge.

Other researchers have devoted themselves to expanding the concepts of Absorptive capacity as Zahra and George (2002, p. 186) which conceptualize absorptive capacity as "a group of routines and organizational processes by which firms acquire, assimilate, transform and exploit knowledge to produce a dynamic organizational capacity." Lane, Koka, and Pathak (2006), which define the absorptive capacity through three processes: identifying and understanding new potentially valuable external knowledge through investigative learning; assimilate this new knowledge through transformative learning; and finally, to use this assimilated knowledge to create knowledge and commercial results (LANE, KOKA and PATHAK, 2006). The model proposed by Lane et al. (2006) includes factors that influence the results of the absorptive capacity. The authors disagree with the division proposed by Zahra and George (2002) of potential absorptive capacity (PACAP) and realized absorptive capacity (RACAP). Thus, they take up the initial view of Cohen and Levinthal (1990) with the three dimensions.

Another perspective of ACAP is presented by Todorova and Durisin (2007). The authors return to the model presented by Cohen and Levinthal (1990) with the understanding that without previous knowledge, organizations will not be ready to acquire new information and thus could not absorb it. Todorova and Durisin (2007) returns to the recognition of value as the first step of the absorptive capacity. The model proposed includes the regime of appropriability as a moderator between prior knowledge and absorptive capacity. However, the model maintained the relationship in the same way that Zahra and George (2002) propose, between absorptive capacity and competitive advantage. Another similarity observed between the models Todorova and Durisin (2007) and the model proposed by Zahra and George (2002) are the activation triggers or activation triggers that moderate the relation between prior knowledge and the absorptive capacity. However, in the model of Todorova and Durisin (2007), the authors include the relations of power also in this moderation (between prior knowledge and the absorptive capacity).

But the main point of disagreement between the model Todorova and Durisin (2007) and the model of Zahra and George (2002) is given by the fact that the model of Zahra and George (2002) presents the Acquisition as the first dimension of absorptive capacity. While Todorova and Durisin (2007) defend the initial view of Cohen and Levinthal (1990) when proposing the Recognizing of value as the first component of the absorption capacity. They argue that without prior knowledge organizations are not able to evaluate new information and thus fail to absorb them. Without a knowledge base, organizations will not be able to identify new



knowledge, so that new external knowledge can be absorbed if it is necessary for the company to be able to value this new knowledge (Todorova & Durisin, 2007).

In this sense, to acquire and value knowledge and technology that the absorptive capacity can contribute to the enhancement of sustainable performance. Delmas, Hoffmann, and Kuss (2011) suggest that absorptive capacity can drive change in organizational behavior to sustainability.

2.3 Absorptive capacity and Sustainability

In perspective, sustainability and knowledge are exceptional concepts for companies to gain competitive advantage. Companies that can integrate social and environmental issues into business strategy will expand opportunities for innovation by increasing their opportunities for rapid learning (KLEWITZ; HANSEN, 2013). Thus, the view of dynamic disposition of absorptive capacity explains the success or failure of a company, the creation of wealth and / or competitive advantage over time.

Another point to emphasize is the indication that social performance is based on organizational initiatives stemming from environmental, normative, coercive, and mimetic pressures (trigger). Such pressures eventually force the development of processes of accumulation of knowledge and experience, which allows to strategically manipulate this knowledge and experience, improving the effectiveness of engagement in corporate social responsibility (TANG; HULL; ROTHENBERG, 2012).

It is necessary to comment that the question of knowledge management, more specifically in the form of acquisition to CSR, in the work of Klewitz and Hansen (2014), indicates that engagement with external actors may prove significant to affect change, not only at the organizational level, but also in industry. The authors affirm that the deep relationship with the external environment to the organizations is a priority for the acquisition of knowledge and innovative development. Thus, the development of the absorptive capacity positively influences the sustainable performance of organizations (GALBREATH; CHARLES; OCZKOWSKI, 2014; MURRAY et al., 2011).

3. Method: Analysis of Content

This study is methodologically classified as qualitative research having as strategy the content analysis. Content analysis is defined by Krippendorff (2004) as a research technique that creates valid inferences of texts for their contexts of use. For the content analysis method, the notion of inference is especially important because the researcher uses analytical constructs, or inference rules, to answer the research questions (WHITE; MARSH, 2006).

In similarity in most steps between quantitative and qualitative research such as: selecting material that is relevant; unify the content by distinguishing words or propositions and using quotations or examples; contextualize what is in the light of the theory about the circumstances surrounding the text; and have the specific research questions in mind (Krippendorff, 2004). The result of the qualitative analysis is a composite picture of the phenomenon that can incorporate the context, population, situation, and the theoretical construct. The objective is to describe the "general picture" of a given subject, exhibiting the

conceptual depth through a weighted arrangement and richness of detailed observations (White & Marsh, 2006).

Thus, the first methodological step of this study was to determine the sample. The main publishers of scientific journals worldwide were selected as the basis for the selection of texts: Scopus and Web of Science. They were selected because they contain an expressive number of high impact journals. The terms used for the searches were "Absorptive Capacity" and "Sustainability". These terms were applied to the bases generally, that is, that they were present in any part of the publication, including titles, abstracts, keywords, and texts. In the second phase of this selection was the application of a filter related to the type of document, in which selected only articles, since only they undergo peer review processes in their full version.

Following the filtering process, the period from up to 2016 was defined as the analysis period. The fourth stage of the selection was the reading and analysis of abstracts, this step was intended to select articles that have strict alignment to the subject matter of the article. The search was focused on the relation of the absorptive capacity and sustainability, and mainly by works of empirical nature, thus excluding bibliographic revisions and theoretical discussions. The proposed analyses for the content were done through the software Atlas Ti, where the software permits the search for the related terms to the research topic allowing the grouping of sentences and ideas permitting to categorize and to correlate the concepts and results of each article. This procedure consents, as previously mentioned, the construction of a conceptual framework that covers the proposed thematic space.

4. Results

4.1 Activation triggers

Initially, it is necessary to describe what the activation triggers are and how they are treated in the classic ACAP concepts. As already mentioned in the referential, activation triggers are the causes that, in firms, cause the search for external knowledge. These causes may be internal or external to the organization and in the four revised models can be identified as follows: Activation Triggers for Todorova and Durisin (2007) and Zahra and George (2002), Recognition of Value for Cohen and Levinthal (1990) and Environmental Conditions for Lane et al. (2006). In the context of this study, Activation Triggers play a primordial role in starting the activities of knowledge absorption in organizations. So important is this assertion that the work of Shubham, Charan, and Murty (2018) is devoted exclusively to analyzing the mediation of institutional pressures, as triggers of activation, in the implementation of environmental practices. The results of the study indicate that the institutional pressure to implement corporate environmental practices is mediated by the development of organizations' ability to absorb environmental knowledge. That is, external pressure for sustainable performance drives the development of ACAP in organizations to achieve better sustainable performance.

This institutional pressure is explained by Galbreath (2017) and Segarra-Oña, Peiró-Signes, and Mondéjar-Jiménez (2016), who indicate that improving competitiveness of environmental issues (market), pressure from stakeholders (partners, suppliers), and the growing interest in green innovations pressure firms to engage in sustainability. It can be emphasized that sustainable performance is based on organizational initiatives due to

environmental, normative, coercive, and mimetic pressures. These pressures end up forcing the development of processes of accumulation of knowledge and experience, which allows to strategically manipulate this knowledge and experience, improving the effectiveness in the engagement to the sustainability (Galbreath, 2017; Cooper & Molla, 2016). And almost as a sentence Hellsmark, Mossberg, Söderholm, and Frishammar (2016) state that policy initiatives aimed at strengthening absorption capacity and participation in R & D projects are key to sustainable performance.

On the other hand, Pacheco et al. (2018) indicates that possible triggers may exist based on internal routines, such as conducting initial environmental reviews, part of the routine of environmental management system standards, and adopting routines to meet environmental demands and legislations. The assimilation routines are represented by the presence of environmental training programs, clear definition of environmental goals and development of plans to achieve them, as well as the adoption of analytical tools such as life cycle analysis (LCA) to assess their impact environmental.

Complementarily Cooper and Molla (2016) explain that the extent to which triggers contribute to the development of absorptive capacity, it is also moderated by the context of organizational sustainability and, specifically, by organizational commitment, by sustainability performance indicator's organizational structure. Dubey et al. (2017) corroborates the idea that in the internal context, compliance offers the ability to integrate, construct and reconfigure knowledge assets to drive sustainable competitive advantage. These assertions corroborate the Lane et al. (2006) model, where the authors bring the mental models of the members of the company as well as structure and processes as ACAP mediators. In this case, ACAP for sustainable performance. As shown, activation triggers have a significant importance in the process that starts the search for external green knowledge (Sustainable ACAP) in organizations, and these triggers appear internally in organizations, as externally (Shubham et al., 2018). Theoretically, could be graphically represent an ACAP model for sustainability as in Figure 4 below.

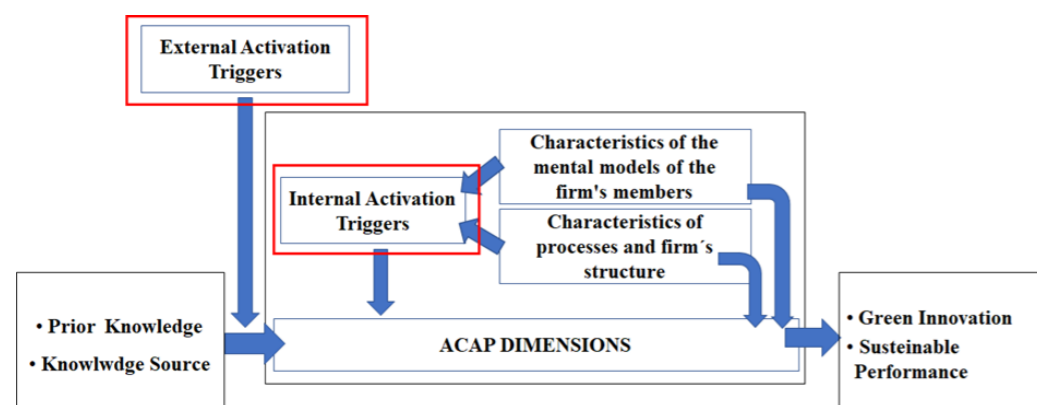


Figure 4: Internal and External Activation Triggers - Source: Authors

The external triggers can be summarized as the pressures exerted by the environment where the company is inserted, and that occur by the market, as consumers, customers, commercial partners, and competitors; or by institutional, as legal and political pressures. Internal triggers can be listed as processes and internal structures such as: compliance, performance indicators, research and development, corporate strategy, training, and

employees' mindset. One observation should be made, which refers to the next item, mechanisms of social integration, as well as triggers, are extremely important for the implementation of sustainable ACAP. The assertion by Jakobsen, Lauvås, and Steinmo (2019) explains that collaborative relationships demonstrate that partners with high absorptive capacity respond consistently to environmental policy objectives, leverage existing knowledge, and improve processes. Therefore, collaboration, as well as partnerships, joint ventures and other types of social relations mechanisms are also important in ACAP for sustainability, as we will see below.

4.1.2 Social integration mechanisms

As already pointed out in the theoretical framework, the mechanisms of social integration are social structures (set of people), in the form of networks, that influence the form and result in the search for knowledge in the external environment of the company. Ghassim and Foss (2018) corroborate that the market knowledge accumulated by the company acts as a facilitator for the acquisition of future knowledge through the existing network. But these networks come in many forms. Like the triggers, the mechanisms of social integration are manifested internally and externally as referenced in the reasoning by Tempelaar et al. (2008).

As for external mechanisms Garay, Font, and Pereira-Moliner (2017) e Jiang, Chun, and Yang (2018) indicate that engagement with external actors may prove significant to affect change, not only at the organizational level, but also in industry. The authors converge in their opinions in the sense that the deep relationship with the external environment to the organizations is a priority for the acquisition of knowledge and innovative development. Galbreath (2017) emphasizes the importance of harnessing new knowledge acquired through interaction with markets, reinforced by Garay, Font, and Pereira-Moliner (2017), which point out the forms of relationship: communication with non-industrial organizations, use of collective and formal information and communication within the sector's sources.

Communication within industry sources has been studied by Pace (2016) which describes that through interaction with business partners, companies become aware of innovation opportunities and develop knowledge about how to exploit them in company; in other words, companies develop an increased potential absorption capacity. The same is described by Jakobsen, Lauvås, and Steinmo (2019), where R & D partners with greater relative absorptive capacity are more likely to respond coherently to sustainable policy objectives because of their relative similarities in organizational structures, bases of dominant knowledge and logic.

The relationship with non-industrial organizations is also cited as an important means of capturing knowledge. In the paper by Ghassim and Foss (2018), the authors bring a passage from one of the interviews with a company where the interviewee states that cooperation with the technical faculties to train employees helps to guarantee the need for competence and knowledge. The authors also relate clusters as social mechanisms, where people from research organizations share their knowledge about specific issues of interest to the industry.

Internal mechanisms are described by Ghassim and Foss (2018) as the dissemination of internal knowledge by sharing experiences among colleagues in a specific unit/function; and intra-company communication channels based on technical, market and social knowledge. In support of this assertion, for Cooper and Molla (2016) contextual factors at organizational and departmental level are needed to consolidate the capacity for environmental absorption. At the organizational level, the commitment to sustainability (mental model), performance indicators and processes that link environmental sustainability to economic outcomes through

accountability are important. In addition, about green knowledge exposure, the exploitation of sustainable knowledge demands connectivity with other departments oriented towards sustainability in the organization. Therefore, what is perceived is that the network composition described by Tempelaar et al. (2008) presents itself as a structure that, despite having its origin within the firm, perspires its borders to connect external sources of knowledge. But it also has a strong link to the organization's processes and routines, as well as the characteristics of collaborators' mental models. Figure 5 shows the arrangement of the mechanisms acting on the ACAP and in the relations with the sources of knowledge under the influence of the processes, routines, and mental models.

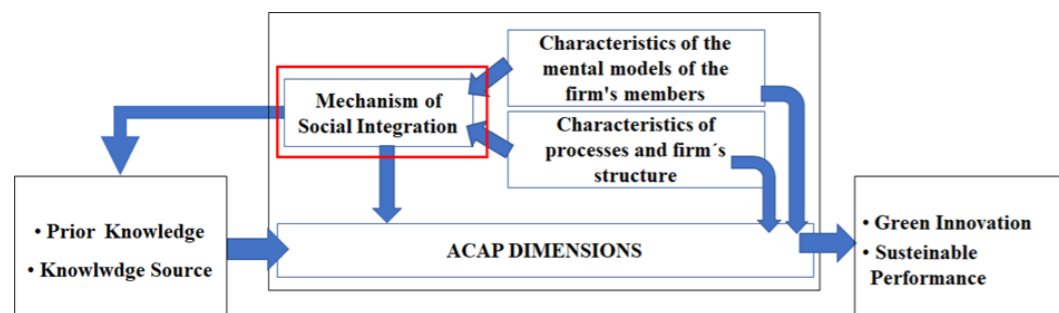


Figure 5 - Mechanism of Social Integration - Source: Authors

This model Explains better the relations proposed by the Cohen and Levinthal (1990); Zahra and George (2002); Lane et al. (2006); Todorova and Durisin (2007). In the figure it is noted that the arrow linking the mechanisms of social integration with the sources of external knowledge represent what Cohen and Levinthal (1990) called the appropriability regime and what Lane et al. (2006) called the characteristics of the learning relationship. That is, external social relations the firm that regulate the acquisition of knowledge. On the other hand, the link between the mechanisms of social integration and the dimensions of ACAP within the firm characterize exactly what Zahra and George (2002) and Todorova and Durisin (2007) also call mechanisms of social integration. They act internally in the firm in the diffusion of the new knowledge by the organizational structures. Obviously, the authors also related these mechanisms to the connection with the external sources of knowledge, but always consider them as an internal structure to the firm, disregarding that the networks extrapolate the organizational boundaries.

It is important to emphasize that both activation triggers and mechanisms of social integration influence the firm's routines and processes, as well as the mental models of its collaborators. This relationship is discussed below.

4.1.3 Activation triggers and social integration mechanisms in organizations

Throughout the topics 4.1.1 and 4.1.2, the activation triggers and the mechanisms of social integration were independently analyzed. In this topic we will discuss how the composition of these structures are related in the ACAP process to acquire green knowledge. To begin the analysis, the model shown in figure 6, which aggregates the previous two models of topics 4.1.1 and 4.1.2, containing the external and internal activation triggers, was designed; and mechanisms of social integration.

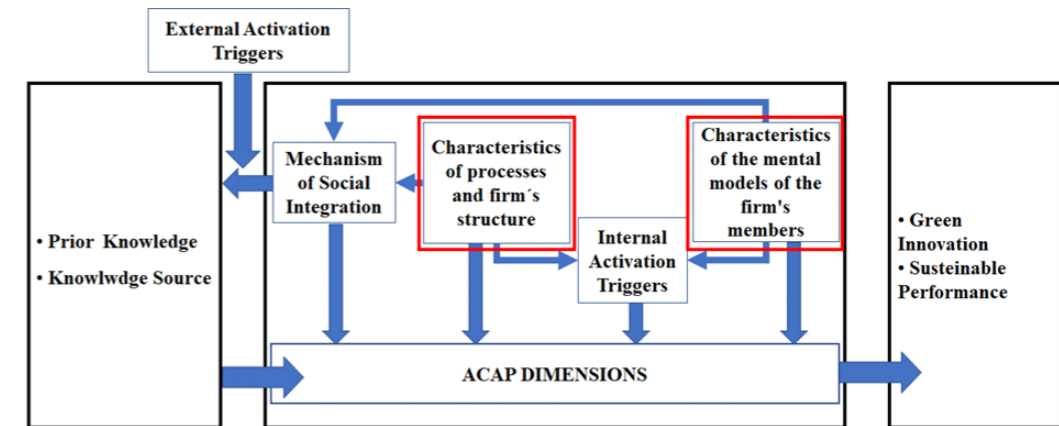


Figure 6: Activation Triggers and Social Integration Mechanisms in Organizations - Source: Authors

The first analysis is done for external triggers. As already mentioned, these triggers are represented by pressures made by the firm's environment, more specifically market competitiveness, pressure from stakeholders (partners, suppliers, customers, and competitors), policy and legislation that can translate into environmental pressures, normative, coercive, and mimetic. But such pressures can only be detected by social networks. They make it possible to detect these pressures on the firm. Therefore, it can be indicated as in the model that external triggers are directly linked to the firm's social integration mechanisms. Jakobsen, Lauvås, & Steinmo (2019) indicate that cooperative relationships (social integration mechanisms) demonstrate that partners consistently respond to environmental policy objectives (activation triggers), leveraging existing knowledge and improving processes. This dependence on integration mechanisms is so important that Hellsmark, Mossberg, Söderholm, and Frishammar (2016) indicate that external activation triggers that strengthen these networks are created in the sense of forcing the creation of networks of an industry and its participation in R & D projects.

Something very similar occurs with the internal triggers of activation. They are managed from the internal social integration networks of the firms involved in the ACAP process. As already mentioned in item 4.1.1, the triggers of internal activation are caused by the presence of training programs, development of plans, organizational context, and organizational commitment (COOPER & MOLLA, 2016; DUBEY ET AL., 2017). Liu, Zhang, & Ye (2019) believe that powerful teams can use vendors to discover knowledge of ideas, plans and projects on a sustainable basis, are the team (internal integration mechanism) has as triggers of activation the innovation discovery of a supplier (source of external knowledge). But the most significant finding is clearly the influence of the firm's structures, routines, processes and mental models on activation triggers and social integration mechanisms, which are highlighted in Figure 6. This influence is reported by Tanner, McIntosh, Widdowson, and Tillotson (2018) who emphasize that the incorporation of knowledge depends on the extent to which the organizational processes and the cultures that act to increase the absorptive capacity for the proposed innovation are already working. In the work of Gangi, Mustilli, & Varrone (2018) it is reported that the incorporation of the principles of Internal Corporate Social Responsibility in the team, processes and strategy is the starting point for the effectiveness of the external strategy of Corporate Social Responsibility.



Galbreath (2017) emphasizes that as firms increase certain types of human capital resources the implementation of green innovations is strengthened. That is, mental models that demonstrate greater sensitivity to the natural environment, and higher moral and ethical standards tend to be more amenable to implementations of green innovations. It is plausible to deduce that from appropriate mental models' processes, routines, and structures should align with this mental model and that the ACAP process be conducted actively for green knowledge. This will probably have characteristics described previously, in items 4.1.1 and 4.1.2.

5. Conclusion

This article aimed to discuss and describe how the mechanisms of social integration and the triggers of absorptive capacity work for the sustainable performance of organizations. Successfully, in addition to discussing and describing the mechanisms of social integration and the triggers of absorption capacity, it was identified that the mental models, processes, and routines of employees directly influence issues such as activation triggers and social integration. And consequently, the result of ACAP.

In this sense, the work has its limitations, because any statement about the characteristics and profiles of the processes, routines, structures, and mental models necessary for the best performance of sustainable ACAP is weak. Thus, they remain as suggestions for new research, works that can study in detail and in depth what types of structures, processes, routine, and mental models that provide a superior performance of sustainable ACAP.

References

AL-ABRROW, H.; ALI, J.; ALNOOR, A. Multilevel Influence of Routine Redesigning, Legitimacy and Functional Affordance on Sustainability Accounting: Mediating Role of Organizational Sense-making. **Global Business Review**, v. 23, n. 2, p. 287–312, 1 abr. 2022.

BOWLER, K.; CASTKA, P.; BALZAROVA, M. Understanding Firms' Approaches to Voluntary Certification: Evidence from Multiple Case Studies in FSC Certification. **Journal of Business Ethics**, v. 145, n. 2, p. 441–456, 2015.

COHEN, W. M.; LEVINTHAL, D. A. Absorptive Capacity: A New Perspective on and Innovation Learning. **Administrative Science Quarterly**, v. 35, n. 1, p. 128–152, 1990.

DELMAS, M.; HOFFMANN, V. H.; KUSS, M. Under the tip of the iceberg: Absorptive capacity, environmental strategy, and competitive advantage. **Business and Society**, v. 50, n. 1, p. 116–154, 2011.

GALBREATH, J.; CHARLES, D.; OCZKOWSKI, E. The Drivers of Climate Change Innovations: Evidence from the Australian Wine Industry. **Journal of Business Ethics**, v. 135, n. 2, p. 217–231, 2014.

KLEWITZ, J.; HANSEN, E. G. Sustainability-oriented innovation of SMEs: A systematic review. **Journal of Cleaner Production**, v. 65, p. 57–75, 2013.

KRIPPENDORFF, K. **Reliability in content analysis: Some common misconceptions and recommendations**. [s.l.] Wiley Online Library, 2004. v. 30

LANE, P. J.; LUBATKIN, M. RELATIVE AND CAPACITY LEARNING interorganizational learning. **Strategic Management Journal**, v. 19, n. 5, p. 461–477, 1998.

MOUSAVI, S.; BOSSINK, B.; VAN VLIET, M. Dynamic capabilities and organizational routines for managing innovation towards sustainability. **Journal of Cleaner Production**, v. 203, p. 224–239, 1 dez. 2018.

MURRAY, K. et al. Absorptive capacity as a guiding concept for effective public sector management and conservation of freshwater ecosystems. **Environmental Management**, v. 47, n. 5, p. 917–925, 2011.

SEGHEZZO, L. The five dimensions of sustainability. **Environmental Politics**, v. 18, n. 4, p. 539–556, 2009.

TANG, Z.; HULL, C. E.; ROTHENBERG, S. How Corporate Social Responsibility Engagement Strategy Moderates the CSR-Financial Performance Relationship. **Journal of Management Studies**, v. 49, n. 7, p. 1274–1303, 2012.

VAN BELLEN, H. M. Desenvolvimento sustentável: uma descrição das principais ferramentas de avaliação. **Ambiente & Sociedade**, v. 7, n. 1, p. 67–87, 2004.

VAN DEN BOSCH, F. A. J.; VOLBERDA, H. W.; DE BOER, M. Coevolution of Firm Absorptive Capacity and Knowledge Environment: Organizational Forms and Combinative Capabilities. **Organization Science**, v. 10, n. 5, p. 551–568, 1999.

WHITE, M. D.; MARSH, E. E. Content Analysis: A Flexible Methodology. **Library Trends**, v. 55, n. 1, p. 22–45, 2006.

ZAHRA, S. A.; GEORGE, G. Absorptive Capacity: a Review, Reconceptualization, and Extension. **Academy of Management Review**, v. 17, n. 2, p. 185–203, 2002.



RESÍDUOS E DESIGN – REVISÃO SISTEMÁTICA

Waste & Design - Systematic Review

Luisa Negraes Eschberger

eschbergerluisa@gmail.com

Pietro Laurindo Peixoto

pietro.laurindo@gmail.com

Matheus Giulio Gomes da Rosa

matheusgiulio.grad@gmail.com

Manoela de Sousa Pereira

manoeladesousapereira@gmail.com

Paulo Cesar Machado Ferroli

pcferroli@gmail.com

Resumo

Resíduos são hoje um problema global. Sólidos, líquidos ou gasosos, os resíduos fazem parte do cotidiano humano e é necessário que se produzam ações no sentido de mitigar o problema. Abordagens como do it yourself (faça você mesmo) têm se mostrado eficazes na criação de produtos com pouca ou nenhuma geração de resíduos. Assim, além dessa abordagem, outras também seguem no mesmo caminho, mostrando ser possível a união do design com outras áreas do conhecimento, tendo por resultado o fabrico e uso de produtos com pouca ou nenhuma geração de resíduos.

Palavras-chave: Design; Sustentabilidade; Resíduos.

Abstract

Waste is a global problem today. Solid, liquid, or gaseous, waste is part of human daily life, and it is necessary to produce actions in order to mitigate the problem. Approaches such as do it yourself (DIY) have been shown to be effective in creating products with little or no waste generation. Thus, in addition to this approach, others are also following the same path, showing that it is possible to unite design with other areas of knowledge, resulting in the manufacture and use of products with little or no waste generation.

Keywords: Design; Sustainability; Waste

1. Introdução

Projetistas em geral, especificamente no presente caso, designers, estão constantemente envolvidos no processo de idealização de projetos de produtos dos mais diversos tipos e complexidades. Durante a graduação os jovens estudantes dos cursos formadores de projetistas são instigados a explorar e investigar cada vez mais o universo deste específico campo. Desta forma, criam, fazem a prototipação e realizam projetos de produtos, mas raramente investigam sobre o que acontecerá depois que os produtos forem descartados, e mesmo durante seu uso. Todo esse processo gera resíduos sólidos, líquidos ou gasosos decorrentes das operações, uso e descarte.

A falta de conscientização ambiental resulta na disposição destes materiais em vias públicas, lotes baldios, margens e leitos de córregos, contribuindo para a degradação do solo, assoreamento dos rios, enchentes e proliferação de vetores transmissores de doenças, outro agravante é a falta de integração entre poder público, os transportadores de entulhos e a população enquanto geradora, que interfere diretamente no gerenciamento adequado dos resíduos, pois, há pouca conscientização popular acerca dos tipos e particularidades destes materiais. No momento presente, as preocupações com o meio ambiente estão ligadas de forma direta à qualidade de vida e às futuras gerações de nossa sociedade, o que, por consequência, transforma a procura por produtos com desenvolvimento e descarte sustentável agregado à responsabilidade social maior.

O design desempenha um papel importante em alguns âmbitos, principalmente na resolução de obstáculos presentes na sociedade. Os designers e projetistas estudam e são treinados para desenvolverem sua criatividade e serem convincentes, e hoje necessitam, em conjunto, ser responsáveis, trazendo soluções sustentáveis para problemáticas ambientais.

Segundo (Li, 2019),

Design sustentável deve ser a base para produtos inovadores, mas também deve garantir que os recursos naturais sejam preservados e usados de forma eficiente. Essa é uma responsabilidade compartilhada por todos os envolvidos no ciclo de vida do produto, incluindo designers, fabricantes e consumidores.

Este artigo traz a reflexão dos resíduos decorrentes do processo de design, seja no processo de fabricação, seja no uso ou descarte. Para isso apresenta um referencial teórico seguido de alguns estudos de caso encontrados na literatura.

2. Referencial

2.1 Danos à saúde humana

A poluição tem como definição o uso de substâncias que causam danos à saúde de seres vivos por meio de ações humanizadas, podendo ter causa intencional ou involuntária, e pode ser dividido em dois subgrupos: os poluentes do ar, e a fumaça fotoquímica.

Os poluentes do ar surgem da conversão de Carbono produzida por veículos para dióxido de carbono - Segundo pesquisa feita em outubro de 2021, pela SEEG (Sistema De Estimativas de Emissões de Gases De Efeito Estufa). Só no Brasil, foram produzidos cerca de 2,16 bilhões de toneladas em grau cômico. Atividades industriais em massa causam a produção estratosfera de ácido nítrico, monóxido e dióxido de carbono dentre outros poluentes e ácidos inalados pela população de forma superior a 20 microgramas considerados aceitáveis pela OMS (Organização Mundial da Saúde).

2.2 Névoa Fotoquímica

Acúmulo de ozônio no ar, o que em consequência da sua função de oxidante químico afeta a saúde humana através das vias respiratórias. Tendo como principais causas da névoa, o Óxido de hidrogênio, substância responsável pela corrosão dos brônquios e alvéolos pulmonares, causando bronquite, enfisema pulmonar, edemas e insuficiência respiratória.

Ainda que muitas das substâncias citadas sejam cancerígenas, há outros perigos à saúde que acabam gerando mais danos. Muitas das substâncias nocivas à saúde que já estão no mercado de produção são consideradas com testes próprios para reconhecimento de dados.

2.3 Danos ecológicos

As mudanças climáticas estão cada vez mais intensas, onde se tem a “sensação” de que o clima atmosférico está gradativamente mais imprevisível, destacando este tipo de alteração. Vista isso, a geração de alimentos fica seriamente ameaçada, além de outros fatores.

As principais causas do aquecimento global são bem conhecidas, dentre as quais destacam-se a queima dos combustíveis fósseis, o desmatamento e a superpopulação (ALMEIDA, 2007). Em conjunto, a inundação de áreas costeiras, tem como forte motivação as mudanças climáticas originadas pelo aquecimento global. Esse tópico ainda traz uma divisão existente no mundo atual, onde há uma velocidade de informação impressionante, que possibilita que as pessoas consigam debater simultaneamente algo baseado em notícias instantâneas e, certas vezes, falsas. Muitas vezes, mesmo aqueles que já estão cientes da problemática ambiental podem ter dúvidas sobre a autenticidade das consequências dos problemas ambientais e das intenções verdadeiras de governos e empresas sobre este tópico. O que acaba afetando parte desse público.

Os designers podem aplicar em seus projetos diversas formas de contribuição para a redução dos diversos tipos de danos ecológicos. Assim, podem ajudar a reduzir os efeitos desse tipo de dano com algumas atitudes, como, por exemplo:

- Projetando produtos que reduzam ou eliminem o uso de combustíveis fósseis, tanto na produção quanto na distribuição, privilegiando fontes renováveis com menor emissão de CO₂. (solar, eólica);
- Projetar produtos que utilizem certificação ambiental de manejo das florestas, como o Forest Stewardship Council, ou FSC (Ex.: mobiliário, embalagens);
- Projetar sistemas logísticos mais eficientes, que reduzam ou eliminem a necessidade de transporte com veículos movidos a combustíveis fósseis que emitem NO, NO₂ e CO₂.

(ALMEIDA, 2007, p. 50)

Assim como o aquecimento global, a destruição da camada de ozônio é um tópico preocupante no âmbito das problemáticas ambientais. Nesse sentido, as excessivas incidências de raios UV são responsáveis por problemas como a redução da capacidade imunológica, câncer e catarata nos seres humanos, entre outros.

Sendo assim, designers podem ajudar a reduzir os efeitos do da deterioração da camada de ozônio com algumas atitudes, como, por exemplo:

- Projetando produtos, sejam eles de uso (por exemplo, equipamentos de refrigeração, como refrigerador ou aparelho de ar condicionado) ou de consumo (como os produtos aerossóis) que não utilizem as substâncias destruidoras da camada de ozônio, principalmente os CFCs;
- Especificando processos produtivos que evitem ou minimizem o uso de SDOs;
- Especificando processos de transporte e armazenamento que evitem ou minimizem o uso de SDOs.

(ALMEIDA, 2007, p. 53)

Em conjunto, um dos principais danos ecológicos é a acidificação, onde se tem o aumento gradativo da emissão causada pelo homem de CO₂. Logo, com o esse crescimento da emissão, existe uma certa previsão que os impactos serão a perda de biodiversidade, de recursos financeiros conectados à pesca e ao turismo, e, em conjunto, existem mais dois problemas que os oceanos vêm enfrentando, o aquecimento das águas e a eutrofização. Os designers/projetistas podem aplicar em seus projetos diversas formas de contribuição para a redução tanto da acidificação quanto da chuva ácida (onde estão muito conectadas, pois suas causas são similares). Assim, podem ajudar a reduzir seus danos:

Quanto à diminuição das emissões pelas indústrias, têm-se:

- Diminuição de aquisição de bens por meio de campanhas de consumo consciente;
- Projeto de produtos com menos materiais e embalagens.

Quanto ao incentivo à mobilidade urbana, pode-se incluir:

- Projeto de sistemas de mobilidade;
- Criação de campanhas para apoiar o uso de transporte individual compartilhado e transporte coletivo e de estruturas seguras para a prática de formas não poluentes de deslocamento, como andar de bicicleta ou mesmo a pé.

(ALMEIDA, 2007, p.58)

A eutrofização é um processo em que nutrientes em excesso se convertem em partículas orgânicas e inorgânicas, resultando em um crescimento acelerado e maior abundância de plantas aquáticas. Esse crescimento excessivo frequentemente deteriora a qualidade da água e resulta em grandes volumes de algas, incluindo cianobactérias potencialmente tóxicas, representando um risco para a saúde do ecossistema. Além disso, a eutrofização aumenta o custo do tratamento da água para abastecimento.

Quanto à eutrofização, o design pode colaborar para evitar ou reduzir o impacto por meio de ações como:

- Desenvolvimento de sistemas de tratamento de esgoto doméstico mais eficazes e eficientes, que possibilitem a redução na quantidade de nitrogênio que chega aos reservatórios naturais de água doce;
- Participação em programas estratégicos, aliando conhecimento científico com políticas públicas, ações essas que já vêm sendo realizadas com resultados positivos pela

comunidade europeia, baseadas no estabelecimento de metas para melhorar a qualidade ecológica das águas.

(ALMEIDA, 2007, p. 62)

Vale lembrar do impacto do desflorestamento, que diz a respeito da cobertura vegetal em todo o mundo, sendo responsável pela alteração dos habitats naturais. Esse problema global, também chamado de desmatamento ou desflorestação, ocorre quando áreas de solo cobertas por florestas são diretamente transformadas em áreas sem essa cobertura por ação humana.

No que se refere ao design, as ações podem acompanhar as seguintes estratégias para a conservação das florestas e seu bom manejo propostas pela Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (ONU, 2017):

- Criar projetos de reflorestamento bem planejados e investir nos serviços ambientais;
- Promover projetos de desenvolvimento de pequena e média escala baseados nas florestas, especialmente para as populações mais pobres, as que dependem mais delas.

(ALMEIDA, 2007, p. 66)

O campo da ecotoxicologia investiga o impacto ambiental chamado de ecotoxicidade, que diz respeito ao estudo das interações das substâncias químicas com os organismos presentes nos diferentes ambientes, incluindo o marinho, aquático, terrestre e aéreo.

Os designers podem ajudar a evitar ou reduzir os impactos decorrentes da ecotoxicidade por meio da projeção de produtos e serviços que:

- Evitem ou reduzam a emissão de substâncias químicas danosas aos demais seres vivos e ao meio ambiente;
- Ajudem a recuperar reservatórios de água doce degradados;
- Ajudem a recuperar áreas marinhas degradadas;
- Evitem ou reduzam a geração de emissões de lodo industrial em seus processos produtivos.

(ALMEIDA, 2007, p. 69)

2.4 Depleção dos recursos naturais

A depleção dos recursos naturais acontece quando estes são consumidos em um ritmo mais rápido do que a sua regeneração natural, impossibilitando uma reposição adequada, de modo a se tornarem cada vez mais escassos, e podendo acabar.

Pode-se dizer que existem dois tipos de minerais: renováveis e não renováveis. Os primeiros não apresentam perigo de esgotamento. Enquanto isso, os não renováveis são os recursos que existem na natureza de forma limitada, tais como os minerais e os combustíveis fósseis - petróleo, gás natural e carvão.

Atualmente, a superpopulação e o desperdício desses recursos naturais vêm se tornando uma grande preocupação para a população. Conforme o relatório da ONU (Organização das Nações Unidas), divulgado em junho de 2017, a população mundial era de 7,6 bilhões de pessoas, devendo subir para 8,6 bilhões em 2030. O aumento populacional é um dos fatores que mais pesa na depleção dos recursos naturais, porque estes não crescem na mesma proporção (UNITED NATIONS, 2017). Além disso, nossa sociedade atual consome de forma

exagerada, causando um índice de desperdício enorme. E os avanços na indústria e na tecnologia vêm acompanhados de aumento de descarte de produtos e poluição.

Nesse sentido, pode-se destacar algumas categorias de impactos ambientais relativos à depleção dos recursos naturais: poluição da água, exploração de minerais, erosão do solo e geração de resíduos.

A poluição da água é uma forma de degradação ambiental, a qual se baseia na contaminação com poluentes junto a rios, lagos, oceanos, aquíferos e lençóis subterrâneos. Essa poluição ocorre por descarte de dejetos sem o adequado tratamento para a remoção de componentes danosos ao meio ambiente, podendo ser de forma direta ou indireta.

Dentre os principais agentes que contribuem para a poluição da água, destaca-se (SUKENIK *et al.*, 2014):

- Patogênicos: nesta categoria inclui-se coliformes fecais e microorganismos como *Burkholderia pseudomallei*, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, *Salmonella*, *Schistosoma* etc.);
- Orgânicos, inorgânicos e macroscópicos: substâncias orgânicas (detergentes, desinfetantes, resíduos da produção de alimentos, inseticidas, herbicidas, derivados do petróleo, solventes etc.), inorgânicas (dióxido sulfúrico, amônia, fertilizantes, metais pesados, cinza) e, também, elementos macroscópicos (sacolas plásticas e carcaças de navios) (UNEP, 2016);
- Térmicos: quando há aumento da temperatura em uma corrente natural de água por razão humana.

Assim sendo, a crescente demanda por água e a significativa dificuldade da população para acessar água potável é o que torna ainda mais preocupante a poluição da água.

Nesse contexto, a fim de garantir o direito humano de acesso à água, o design pode contribuir com soluções mais sustentáveis para produtos e serviços para tratamento de esgoto, tratamento de efluentes industriais e da agricultura. Como, por exemplo:

- Soluções para micro e nano filtros, assim como tecnologias de tratamento biológico (CWC, 2016);
- Utilização da nanotecnologia para o tratamento e purificação da água através de soluções de membranas, contribuindo para tornar mais eficientes tecnologias tradicionais de tratamento da água como coagulação e flotação (RUSNANO, 2017);
- Soluções de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) para comunicação ágil com stakeholders acerca do estado da poluição (EU, 2016).

(ALMEIDA, 2007, p. 72)

Outra categoria de impactos no meio ambiente está relacionada à produção e ao consumo dos combustíveis fósseis. Essa exploração de minerais acarretam emissões tóxicas no ar, incluindo gases de efeito estufa que ocasionam aquecimento global, chuva ácida e outros efeitos; poluição da água (tanto marinha quanto de água doce); acidentes e vazamentos de óleo e contaminação do solo e lençóis freáticos.

Os impactos humanos, socioeconômicos e culturais decorrentes da exploração e produção de petróleo e gás incluem: deslocamento de populações tradicionais em áreas de exploração; imigração pela busca de trabalho; mudanças em sistemas econômicos locais; alterações de estruturas socioculturais, práticas e crenças; necessidade de novos serviços de saúde,

habitação, educação, água, eletricidade e transporte; mudanças estéticas nos locais, com novas construções e abertura de novas estradas; entre outros problemas (UNEP IE, 1997).

Logo, conclui-se que é necessário reduzir a dependência de combustíveis fósseis, pois além de todos os problemas causados pela sua utilização, eles estão cada vez mais perto do esgotamento e têm sido explorados em uma taxa muito superior à que o planeta consegue repor por meio de processos naturais.

As ações de design para reduzir os impactos dos combustíveis fósseis incluem o desenvolvimento de:

- Produtos e serviços que possibilitem a substituição do uso de combustíveis fósseis por formas mais limpas e renováveis de energia (solar, eólica, biomassa);
- Produtos e serviços que evitem ou reduzam o uso de carvão como fonte energética;
- Produtos e serviços que evitem ou reduzam o uso de plásticos de origem fóssil, substituindo-os por plásticos de origem renovável;
- Estratégias e ações de comunicação que estimulem o consumo consciente de produtos e serviços com as características citadas anteriormente.

(ALMEIDA, 2007, p. 77)

3. Estudos de caso

3.1 Frigoríficos

Os frigoríficos sempre tiveram problemas com relação à questão ambiental. Tradicionalmente estão localizados em áreas próximas a rios, pois no século XIX e mesmo durante parte do século XX, os dejetos eram simplesmente descartados na água ou enterrados. No entanto, o abate cresceu muito e a própria sociedade passou a cobrar soluções para problemas decorrentes como mau cheiro e contaminação, por exemplo, que traz implicações sociais relevantes como a desvalorização imobiliária de propriedades localizadas próximo de frigoríficos e curtumes.

Os produtos gerados pelos frigoríficos, assim como a maioria dos produtos industrializados, passaram ao longo dos anos pelas cobranças advindas da corrida pela qualidade total dos anos 1980, pelo início do processo da globalização verificado nos anos 1990 e, mais recentemente, pela questão ambiental, especialmente a partir da II Conferência Mundial do Meio Ambiente realizada no Rio de Janeiro em 1992, que teve por principal documento a Agenda 21.

É importante salientar que o comportamento dos consumidores de produtos atualmente é fortemente influenciado por selos verdes e eco-selos. No caso de frigoríficos, a utilização de uma rotulagem ambiental correta traz benefícios, como os ganhos de mercado, já que os consumidores reconhecem esse esforço como positivo e importante, adquirindo uma relação de confiança associada à marca e a empresa.

Todo e qualquer resíduo sólido, semissólido ou líquido lançado no meio ambiente é regido por leis ambientais controladas por órgãos governamentais e que devem obedecer a padrões de emissão, controlados por meio de análises periódicas e fiscalizações constantes (Padilha et al., 2006).

As empresas, com seus mecanismos de proteção ao meio ambiente e em consonância com a legislação específica devem, em sua própria planta, dar um fim a esses resíduos de forma

que não agridam ou poluam o meio ambiente. As empresas que desejam crescer e se manter no mercado como líderes na industrialização devem buscar maneiras mais eficientes de diminuir seus custos, bem como demonstrar preocupação ecológica (Padilha et al., 2006).

3.2 Construção civil

De acordo com dados de Rios *et all* (2019), a indústria da construção civil consome 40% dos materiais globais, sendo responsável por boa parte dos resíduos do planeta.

Pinto (1999) afirma que os resíduos gerados pela indústria da construção civil, representam mais da metade de todos os resíduos gerados no país, e que influenciam negativamente no aspecto ambiental, impactando o meio natural, a cidade e a sociedade.

Isso mostra o quão necessário é pensar em soluções de gerenciamento dos resíduos sólidos de construção civil, a partir de articulação entre instâncias políticas, socioculturais, econômicas e técnicas, por meio de soluções projetuais que envolvem todos os atores envolvidos: arquitetos e engenheiros pelas edificações, designers pelos produtos internos, engenheiros eletricitas e mecânicos pelas soluções alternativas de geração de energia, e assim por diante.

Além disso, é importante ressaltar que os resíduos da construção civil não são apenas um problema ambiental, mas também social. Muitas vezes, esses resíduos são descartados de forma inadequada em locais próximos a comunidades vulneráveis, causando diversos impactos negativos, como poluição do ar, contaminação do solo e da água, e proliferação de doenças. Essa situação reforça a necessidade de políticas públicas que promovam a gestão adequada dos resíduos da construção civil, garantindo a proteção do meio ambiente e da saúde da população.

Diante desse cenário, é fundamental que todos os atores envolvidos na cadeia da construção civil adotem práticas sustentáveis, desde o planejamento até a execução das obras. A utilização de materiais ecológicos e a incorporação de soluções de eficiência energética são algumas das estratégias que podem contribuir para a redução dos impactos ambientais e sociais da construção civil.

3.3 Indústria Moveleira

Na indústria moveleira o recurso natural mais utilizado como matéria-prima é a madeira, que nem sempre vem de áreas de reflorestamento e a forma como é extraída pode causar danos ambientais (RAMOS, 2001).

Ademais, a madeira não é o único material que provoca danos ambientais na produção de móveis. A Environmental Guidelines for Small-scale Activities in Africa (2003), apresenta outros pontos a serem discutidos no que diz respeito ao processamento da madeira na indústria moveleira, sendo eles: a poluição do ar decorrente ao uso de adesivos e materiais de acabamento, água residual, resíduos perigosos e de madeira.

Para minimizar os danos no meio ambiente, os resíduos gerados poderiam ser reaproveitados em novos produtos, transformando estes materiais em novas alternativas de consumo. Os resíduos de madeira podem ser utilizados tanto na produção de material



combustível, na agricultura, na geração de energia elétrica em termoeletricas, na indústria de painéis reconstituídos e para a produção de pequenos objetos (ABREU, 2009).

Além disso, pode-se dizer que os resíduos na indústria moveleira são gerados desde a extração da matéria-prima. Segundo Coutinho et al. (2001), o desperdício de matéria-prima no momento da extração de madeira pode ser ainda maior por falta de treinamento específico da mão de obra, ou seja, o corte e a extração sem treinamento fazem com que a matéria-prima tenha baixo rendimento a partir de sua retirada, causando assim, um impacto ambiental maior.

Nesse contexto, visto que o manejo e o tratamento dos resíduos sólidos industriais é uma responsabilidade das fontes geradoras, é necessário que as empresas do setor moveleiro cuidem do gerenciamento dos seus resíduos a fim de diminuir os impactos ambientais.

4. Considerações Finais

O presente artigo tem como foco o Design para a Sustentabilidade, temas de central relevância na busca por novos modos de produção e consumo economicamente viáveis, socialmente justos e com baixo impacto ambiental. De forma específica, este artigo aprofunda a discussão sobre a Dimensão Ambiental da sustentabilidade, tanto no âmbito dos artefatos quanto dos Sistemas Produto+Serviço.

Nesse artigo, foi possível aprofundar um pouco mais em algumas das reflexões que envolvem o tema e em conjunto o Design, tendo em vista o seu poder de impacto social. Deste modo, com essa reflexão, informar, sensibilizar, conscientizar e minimizar os impactos causados pelos resíduos em nosso mundo e, assim, minimizar os seus impactos com aplicações, principalmente por designers, focadas nessa problemática em seus projetos.

Referências

- ABREU, L.B.; MENDES, L.M.; SILVA, J.R.M. **Aproveitamento de resíduos de painéis de madeira gerados pela indústria moveleira na produção de pequenos objetos**. Revista *Árvore*, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 171-177, 2009.
- ALMEIDA, Fernando. **Os Desafios da Sustentabilidade – uma ruptura urgente**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- BRITO, L. S. **Reaproveitamento de Resíduos da Indústria Moveleira**. Londrina, Nov. 2009
- CARDOSO, M. I. F.; FRADE, J. M. C. B.; FERROLI, P. C. M. **Estudo conceptual da flexibilidade da conformação cerâmica a partir de moldes de gesso – moldes multi-peças**. VIII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto, Florianópolis, SC, p. 209-216, 2020.
- COUTINHO, L. et al. **Design como fator de competitividade na indústria moveleira**, 2001.

ENVIRONMENTAL GUIDELINES FOR SMALL-SCALE ACTIVITIES IN AFRICA. **Environmentally sound design for planning an implementig development activities**. Washington: SD Publication Series, 2003.

HANZEN, Claudia. Projeto de pesquisa: **Resíduos da indústria moveleira**. Trabalho elaborado na disciplina Projeto 4, Design, UNOESC. Documento interno não publicado, 2014.

Li, W. (2019). **Sustainable Design: A Review of Literature.Sustainability**. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/16/4506/htm>. Acesso em 13 mar 2023

ONU - **Organização das Nações Unidas. United Nations strategic plan for forests, 2017-2030**. UN Forum on Forests, 2017.

PINTO, Tarcísio de Paula. **METODOLOGIA PARA A GESTÃO DIFERENCIADA DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO URBANA**. 1999. Disponível em: <http://casoi.com.br/hjr/pdfs/GestResiduosSolidos.pdf>. Acesso em: 02 abr. 2023.

RAMOS, J. **Alternativas para o projeto ecológico de produtos**. 2001. Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

RIOS, F. C.; GRAU, D.; CHONG, W. K. **Reusing exterior wall framing systems: A cradle-to-cradle comparative life cycle assessment**. *Waste Management*, 2019.

SUKENIK, Assaf; HADAS, Ora; LEIBOVICI, Edit; MALINSKY-RUSHANSKY, Nehama; PARPAROV, Rita; PINKAS, Rivka; VINER-MOZZINI, Yehudith; WYNNE, David; CARMELI, Shmuel. **Water pollutants**. *Aquatic Ecology*, 2014, Vol.6, pp.577-606

UNEP – UNITED NATIONS ENVIRONMENTAL PROGRAMME. **About Montreal Protocol**.

SANTOS, Janayna Jordânia Nunes dos *et al.* **Desafios de adequação à questão ambiental em frigoríficos na cidade de São Luís, Maranhão: diagnóstico de situação**. 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/aib/a/fyGDnycpHJ3y5K45H77xzCr/?lang=pt&format=pdf>. Acesso em: 03 abr. 2023.



A escultura digital como método de concepção: uma revisão sistemática

Digital sculpture as a method of conception design: a systematic review

Eduardo da Fonseca Rodrigues, mestrando Universidade Federal do Paraná.

eduardo_designufpr@hotmail.com

Dalton Luiz Razera, doutor, Universidade Federal do Paraná.

daltonrazera@ufpr.br

Resumo

A concepção de ideias no contexto projetual pode ser realizada nos meios tradicionais (lápis e papel) e digital (mesa digitalizadora). Este artigo utiliza de revisão sistemática de literatura para investigar a utilização da escultura digital como método viável de exploração de ideias frente as técnicas clássicas. Para a busca de referências, utilizou-se das palavras-chave e operações booleanas: *digital sculpting AND rapid prototype OR 3D printing AND character design AND Zbrush* (também foi utilizado as mesmas palavras em português). Obteve-se 3.022 referências e após as triagens, totalizou-se 86 trabalhos para leitura completa. As principais ênfases abordadas na literatura referentes a escultura digital foram nas áreas de tecnologia e medicina e as lacunas mais importantes em artes e design. Os três artigos referentes a arte e design argumentam que as ferramentas digitais são métodos que podem agilizar processos de exploração conceitual, apesar de métodos tradicionais serem os mais utilizados. Ao adotar meios digitais é possível acessar fases anteriores e posteriores de forma mais fácil e ágil.

Palavras-chave: Escultura digital, Processo, Design, Personagem, Impressão 3D.

Abstract

The conception of ideas in the design context can be carried out in traditional means (pencil and paper) and digital (digitizing table). This article uses the systematic review to investigate the use of digital sculpture as a viable method of exploring ideas compared to classical techniques. To searching was used the keywords and Boolean operations: digital sculpting AND rapid prototype OR 3D printing AND character design AND ZBrush (the same words were also used in Portuguese). Were obtained 3022 references and after screening totalizing 86 articles to full reading. The main emphasis on literature regard to digital sculpting was in technology and medical areas meanwhile the gaps was in arts and design. The three articles regard art and design argue that digital tools could speed the conceptual process, despite the traditional methods remains as the most used. When adopting digital means, it is possible to access previous and subsequent phases more easily and quickly.

Keywords: Digital Sculpture; Design; Character; 3D printing.

1. Introdução

Para explorar um problema de design que ainda está pouco explorado e em momento de idealização, o profissional necessita de ferramentas que permitam a expressão de suas ideias. As ferramentas tradicionais, como lápis e papel, são os meios mais acessíveis no processo inicial do desenvolvimento de projetos (ALCAIDE-MARZAL, 2013; ADALIAN, 2014). Entretanto a escultura digital surgiu como uma possibilidade de ferramenta que agiliza e facilita a expressão das ideias (ADALIAN, 2014).

Para a solução dos problemas de design são utilizados vários métodos de concepção de ideias bem estabelecidos. Inicialmente, define-se o que será solucionado e nessa etapa o designer trabalha na materialização das suas ideias por meio de *sketches* ou outra forma de representação. Posteriormente, o objetivo é traduzir as ideias criadas para o mundo físico e cada profissional encontra o processo de representação que suporte sua criação. Assim, o processo criativo conecta a ação bidimensional do desenho com as etapas posteriores de representações tridimensionais como os *mock-ups*, modelos visuais ou representação digital (STRAUB et. al, 2004; VOLPATO et. al 2007).

O uso de tecnologia para concepção de modelos tridimensionais é bastante utilizado nas engenharias, na indústria automotiva, e na área médica (ADALIAN, 2014). Sua utilização tem sido discutida como uma opção de explorar diferentes interações de projetos e mudanças rápidas nas ideias, facilitando o processo iterativo comum ao design.

Conforme Hempson (2012) discute em sua dissertação, a escultura digital é reconhecida com maior frequência em mídias como em visual effects (VFX), na indústria do entretenimento, que produz cinema e videogames, por exemplo. Porém, a escultura digital tem suas raízes no design industrial e nas indústrias automotivas. Seu início aconteceu nas décadas de 1960 e início de 1970, quando o computador e tecnologias digitais foram incorporadas ao trabalho. Foi inicialmente explorada por engenheiros da Renault Corporation em projetos de peças que usaram suas fresadoras controladas numericamente para esculpi-las em madeira (LAVIGNE, 1998).

O objetivo deste artigo foi realizar uma revisão sistemática de literatura tendo como pergunta de investigação principal como a escultura digital pode ser estratégia de concepção de ideias para o desenvolvimento de projetos no meio tridimensional, comparando com o método tradicional de escultura.

2. Procedimentos metodológicos

O método utilizado nesta pesquisa foi o da revisão bibliográfica (sistemática e assistemática). Para a seleção dos textos foram buscados em bases de dados, livros, teses e artigos que foram selecionados conforme temas relacionados na Figura 1. Foi adotado três tipos de variáveis: escultura tradicional, escultura digital, e impressão 3D.

Como critério para inclusão das referências foram levados em consideração seus objetivos: mapear as tecnologias de modelagem 3D; apresentar o processo de escultura digital e categorizar as tecnologias de prototipagem rápida. Como tal, artigos e referências que contivessem métodos, técnicas, estudo de caso e ferramentas seriam incluídos.

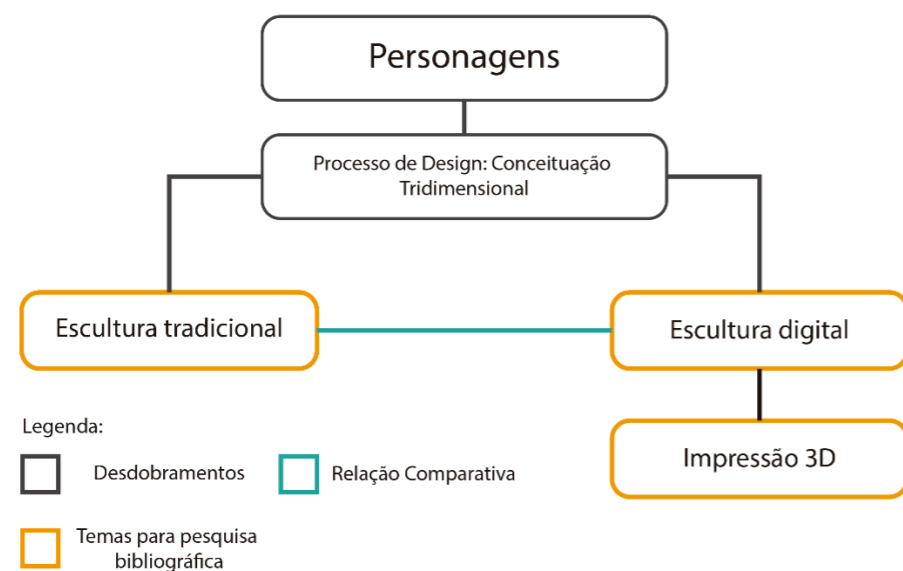


Figura 1: Lógica de análise utilizada na revisão sistemática. Fonte: os autores.

Foi realizada uma revisão bibliográfica sistemática utilizando as seguintes palavras-chave e operadores booleanos: *digital sculpting AND rapid prototype OR 3D printing AND character design AND Zbrush* (também foi utilizado as mesmas palavras em português). Com o intuito de encontrar discussões atualizadas o período selecionado foi entre 2006 e 2015. As bases de dados utilizadas foram: Periódicos CAPES, Scielo, *Web of Science* e *Science Direct*.

Houve uma primeira filtragem com a leitura de título, resumo e palavras-chave, em seguida, a segunda filtragem com a leitura de introdução e conclusão. O processo foi continuado por meio de buscas cruzadas. Por fim a terceira filtragem procedeu-se com a leitura do artigo completo. Como método para seleção dos artigos utilizou-se a RBS proposta por Conforto *et al.* (2011) adaptada conforme ilustrado na figura 2.

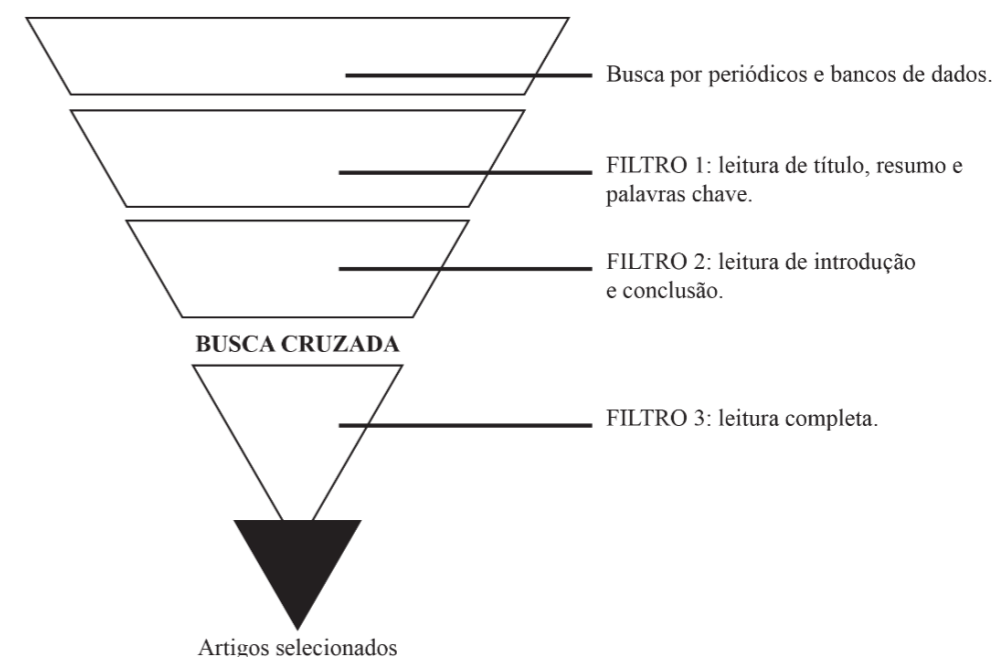


Figura 2: Seleção de artigos adaptada. Fonte: Conforto *et. al* (2011).

3. Resultados

Foram obtidos 3.022 documentos, que após exclusão de duplicatas e filtragens de títulos resultou em 1.961 referências. Optando apenas por artigos em inglês foram encontrados 1.920. Fazendo a filtragem inicial dos artigos e focando no tópico *tree-dimensional*, o resultado foi de 155 documentos. Na leitura de títulos, resumos e palavras-chave, 63 abordam temas de tecnologia (design, prototipagem rápida, engenharias, entre outros), três referentes a biotecnologia (biomimética e biônica) e 20 relacionados a área da saúde (medicina, cirurgias, odontologia, entre outros), totalizando assim 86 trabalhos científicos para leitura de texto completo e extração de resultados para revisão.

Conforme a RBS realizada é possível sugerir que a escultura digital apesar de ser abordada como uma ferramenta complementar para conceituação e visualização, não é utilizada na atuação prática do design. Dos periódicos filtrados na RBS, foi possível constatar uma ênfase nas áreas de tecnologia (59%) e medicina (32%) (Gráfico 1). De acordo com o gráfico 1 é possível perceber as principais lacunas da pesquisa para este artigo, sendo nas áreas de artes e design correspondendo a menos de 1% cada, pois tem a menor quantidade de artigos.

Entre os artigos da área de tecnologia, apenas três se referem a explorar o uso da escultura digital como ferramenta no processo de criação de produtos (ALCAIDE-MARZAL, 2013; ADALIAN, 2014; HEMPSON, 2012). Entre os artigos selecionados para a presente pesquisa, Adalian (2014) e Alcade-Marzal *et al.* (2013) apresentam a escultura digital como método de conceituação enfatizando as vantagens do processo digital em relação ao processo tradicional, ou vice-versa (Quadro 1). Já Hempson (2012) aborda de modo mais teórico o aprimoramento da arte e do design utilizando as técnicas combinadas. Tais aplicações podem ser observadas

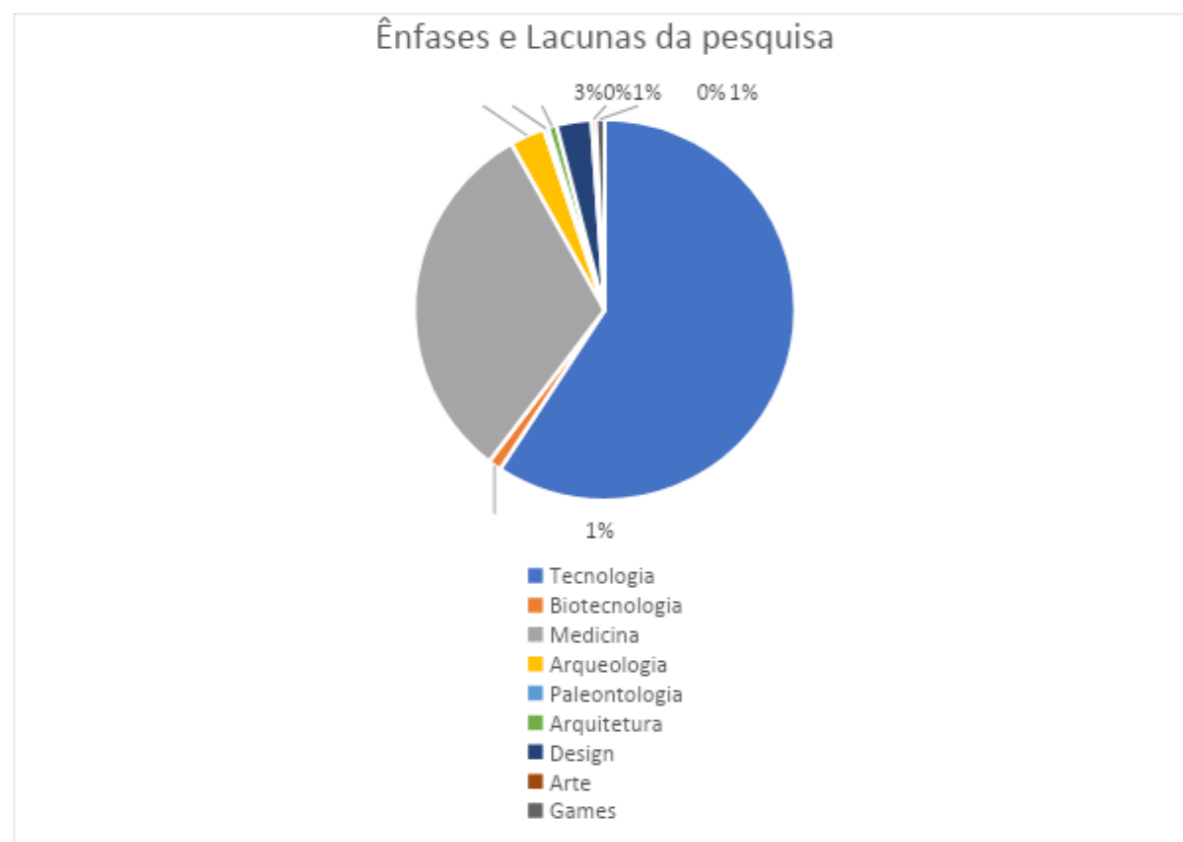
nos trabalhos de Moreno (2011) que utiliza da escultura digital para a restauração de peças arqueológicas, Steyer et al. (2010) e Mitsopoulou et al. (2015) na representação de fósseis de dinossauros e Vernon (2011) com a ilustração científica aplicada na medicina. Dos autores citados, nenhum apresenta uma abordagem complementar da escultura digital com a prototipagem rápida.

Quadro 1. Artigos selecionados para extração de resultados referentes as lacunas do conhecimento.

Autor, Ano	Formato	Tema	Resultado principal
Hempson, 2012	Dissertação	Arte e design	Mesclar ambas as técnicas, tradicional e digital, para obter obras com acurácia e arte.
Alcaide-Marzal, 2013	Artigo	Design	Sugere que as ferramentas digitais sejam complementares ao tradicional, sendo esse mais interessante para exploração de ideias e criatividade.
Adalian, 2014	Dissertação	Design	Apresenta uma alternativa digital na concepção de ideias (especificamente no processo criativo de elaboração de personagens) para complementar as representações iniciais.

4. Discussão

Gráfico 1: Lacunas da pesquisa. Fonte: elaborado pelos autores.



Os resultados dessa revisão de literatura apontam para o equilíbrio no uso das ferramentas, digital e tradicional. Enquanto Alcaide-Marzal (2013) discute em seu trabalho a necessidade de agilizar os processos utilizando ferramentas rápidas para que a etapa criativa não se perca, também argumenta que a técnica tradicional teve resultados melhores em seus achados. Considerando o avanço tecnológico e inovação no desenvolvimento de softwares na última década, o treinamento dos profissionais com viés digital torna-se fundamental. Por outro lado, designers tradicionais podem encontrar dificuldades no desenvolvimento de habilidades que extrapolem as técnicas clássicas de desenho e escultura (WON 2001). Deste modo, Madrazo (1999) sugere e corrobora com os achados deste trabalho, que os métodos tecnológicos não se opõem aos tradicionais e precisam ser utilizados de modo harmônico, conforme as necessidades encontradas pelo profissional.

Em relação ao processo criativo, as discussões em torno da utilização de ferramentas digitais são de caráter exploratório e tentam elucidar se é possível obter soluções no método 3D semelhantes àquelas obtidas no método físico (ALCAIDE-MARZAL, 2013). Os resultados mostram que a utilização de esculturas 3D deveria ser encarada como uma ferramenta, assim como papel e lápis, e deste modo são todas habilidades aprendidas. Para Alcaide-Marzal (2013), ambas são reinterpretções do que está sendo desenhado, apesar dos achados de seu estudo quantitativo ter encontrado resultados melhores e soluções mais fortes naqueles que usaram as técnicas tradicionais. Em contraponto, a hipótese deste estudo trata da ausência de estudos atuais, levando em consideração as gerações mais jovens que busque entender as diferenças que os nativos do meio digital (gerações que nasceram com acesso a tecnologia) podem ter em relação ao uso de tais ferramentas, analógicas e 3D.

Outro aspecto que parece tornar o uso de tecnologias 3D aliadas ao processo criativo é o refinamento, apesar de não ser um achado direto dos artigos dessa revisão. O designer, durante o processo de criação, não produz suas obras na primeira tentativa. Com o intuito de tornar os esboços próximos dos conceitos iniciais, o profissional reavaliará suas produções, fará refinamento e alterações ou ainda reiniciar suas tentativas de prototipagem (WAI, 2001; ALCAIDE-MARZAL, 2013). Nas modelagens clássicas, essa tarefa não é simples e nem sempre ficarão limpas e organizadas, pois o processo de ajuste não é imediato. Assim, esta revisão discute que a modelagem tridimensional é mais eficaz e rápida no refinamento do processo criativo, pois é possível voltar atrás em alguma ação além da exploração de formas e ângulos que não são possíveis no meio físico. Para Cook e Agah (2009), independente da técnica que se utiliza, analógica ou digital, o que define o processo criativo é a complexidade mental, que não é simples e direta. Assim, as ferramentas 3D oferecem a tradução das ideias de maneira mais dinâmica para o usuário que tem prática e familiaridade com a tecnologia.

Apesar de muitos autores concordarem que ambos os meios são eficazes, e dependem da preferência de que está criando (COOK E AGAH, 2009; WIESE, MATEESCU, ZOLLNER E STARK, 2009), existe a corrente de pensamento que enfatiza que a eficiência do processo de concepção esta associada a prática tradicional (MILLER, DRURY e CAMPBELL, 2002; ADALIAN, 2014). Por fim, Adalian (2014) conclui em seu estudo que a tecnologia de escultura digital e a abundância de informações sobre o assunto podem ser um desafio em relação a qualidade dos produtos que são gerados, pois, segundo ele ter a capacidade de usar um software de escultura digital não torna ninguém hábil para esculpir digitalmente. Sugere



ainda que os usuários dos métodos de design digital podem achar soluções pelo excesso de tentativas e não pela habilidade.

Os autores mencionados nessa revisão concordam que ambas as técnicas são úteis e devem ser utilizadas quando cabíveis e de modo mesclado. Também são necessário novos estudos com indivíduos com habilidades moldadas no meio digital, e retirando o viés do preciosismo cultural das gerações pregressas, dando abertura para novos métodos de trabalho.

5. Considerações finais

A aplicação da escultura digital bem como os seus métodos, técnicas e no processo de concepção de produtos tem pouca utilização, especialmente no meio acadêmico. Em geral, seu uso é pouco difundido, com alguns relatos nas áreas da medicina e na arqueologia. Através da RBS adaptada de Conforto *et al.* (2011) foi possível apresentar as ênfases e lacunas do estudo proposto. Inicialmente formulou-se que uma maior abordagem está nas áreas de Medicina e Tecnologia e as eventuais lacunas teóricas nas áreas de Biotecnologia, Arqueologia, Paleontologia, Arquitetura, Design, Artes e Games.

Existe uma lacuna de pesquisa sobre escultura digital aplicada ao método de concepção nos processos de design, visto que apenas três referências na língua inglesa foram encontradas. As escolas tradicionais de design, no Brasil, devido ao seu plano pedagógico focado nas escolas clássicas de design visam explorar o tradicional através dos métodos manuais, em detrimento das novas tecnologias e isso pode ser um fator relacionado ao baixo número de pesquisas na temática. É necessário incluir as novas tecnologias como ferramenta no processo de aprendizagem, mas como demonstrado nesta revisão, sem substituir as técnicas tradicionais.

Para pesquisas futuras sugere-se que se concilie as ferramentas e métodos da escultura digital em conjunto com prototipagem rápida. Essa combinação pode trazer várias soluções para os problemas que necessitem de exploração formal, visualização rápida e modelagens orgânicas.

Referências

ADALIAN, Laurence. From **Ideation to sculpture: Digital sculpting as the primary "ideation" tool for creature design**. 2014. 118 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Master of Arts, Queensland University Of Technology, Queensland, 2014.

ALCAIDE-MARZAL, Jorge et al. An exploratory study on the use of digital sculpting in conceptual product design. *Design Studies*, **Valencia**, v. 34, n. 2, p.264-284, 2013.

CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. **8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto - CNGDP 2011**, p. 1-12, 2011.

COOK, M. T., & Agah, A. (2009). *A survey of sketch-based 3-D modelling techniques*. *Interacting with Computers*, 21(3), 201e211.

HEMPSON, Garth Jake. **The naturally imperfect form: investigations of the application of digital sculpting methods - extracted art: incorporating and translating 'found art' into the medium of digital sculpture**. 2012. 108 f. Dissertação (Mestrado) – curso Master by Research by Creative Works, Queensland University of Technology, Queensland, 2012.

ISRAEL, J.H.; WIESE, E.; MATEESCU, M.; ZÖLLNER, C.; STARK, R. **Investigating three-dimensional sketching for early conceptual design—Results from expert discussions and user studies**. *Computers & Graphics*, Volume 33, Issue 4, August 2009, Pages 462-473

LAVIGNE, C. (1998). Digital Sculpture, **La sculpture numerique**. Disponível em < <http://www.sculpture.org/documents/webspec/magazine/wsenglis.shtml> > Acessado em 15 jan. 2017.

MILLER, L., & DRURY, R. (2002). **Exploring early years education and care**. London: David Fulton.

MITSOPOULOU, Vassiliki et al. Digitizing modelling and 3D printing of skeletal digital models of *Palaeoloxodon tiliensis* (Tilos, Dodecanese, Greece). **Quaternary International, Athenas**, v. 379, p.4-13, 2015.

MORENO, Marta Ángeles Estalayo. Pintura y escultura digital 3D con Zbrush aplicada a la Arqueología. **Virtual Archaeology Review**, Sevilla, v. 2, n. 3, p.161-164, abr. 2011.

STEYER, J. Sebastien; BOULAY, Marc; LORRAIN, Sylvia. 3D external restorations of stegocephalian skulls using Zbrush: the renaissance of fossil amphibians. **Comptes Rendus Palevol**, França, v. 9, n. 6-7, p.463-470, set. 2010.

STRAUB, Ericson, et al. **ABC do rendering**. Curitiba, PR: Infólio Editorial, 2004.

VERNON, Tim. Zbrush. **Journal of Visual Communication in Medicine**, Doncaster, v. 34, n. 1, p.31-35, mar. 2011.

VOLPATO, Neri et al. **Prototipagem rápida tecnologias e aplicações**. São Paulo: Edgar Blücher, 2007.

WON, P.-H. (2001). The comparison between visual thinking using computer and conventional media in the concept generation stages of design. **Automation in Construction**, 10(3), 319e325.



Geometrias complexas em obras de arquitetura orientadas a sustentabilidade: uma abordagem integrativa para o ensino de arquitetura

Complex geometries in sustainability-oriented architectural works: an integrative approach to architecture teaching

Janice de Freitas Pires, Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, UFPEL.

janicefpires@gmail.com

Adriane Borda, Doutorado em Educação, UFPEL.

adribord@hotmail.com

Brunna Pereira de Oliveira, Graduada em Arquitetura e Urbanismo, UFPEL.

brunnappo26@gmail.com

Letícia Pereira Paixão, Graduada em Arquitetura e Urbanismo, UFPEL.

leticia.p.paixao@hotmail.com

Resumo

Este artigo apresenta os resultados até o momento de um projeto de pesquisa que reúne os campos do ensino de representação gráfica e projeto de arquitetura. O projeto emprega uma abordagem integrativa para uma formação em representação, alinhada com a preocupação quanto à funcionalidade dos edifícios frente às questões ambientais, a partir do estudo de geometrias complexas que são adotadas em obras referenciais. Tendo por base a noção estruturada de um saber (técnicas, tecnologias e teorias), de Yves Chevallard, são desenvolvidas atividades de análise de obras concebidas com tais geometrias conjuntamente com os discursos de seus arquitetos, visando compreender as relações que possuem com os aspectos de sustentabilidade. Os resultados se referem à explicitação deste saber em termos teóricos e tecnológicos, para apoiar atividades de representação, especialmente com técnicas de modelagem paramétrica, a serem inseridas na formação de arquitetura.

Palavras-chave: Geometria complexa; Ensino de arquitetura; Modelagem paramétrica; Sustentabilidade.

Abstract

This article presents the results so far of a research project that brings together the fields of teaching graphic representation and architectural design. The project employs an integrative approach for training in representation, aligned with the concern regarding the functionality of buildings in the face of environmental issues, based on the study of complex geometries that are adopted in reference works. Based on the structured notion of knowledge (techniques, technologies and theories), by Yves Chevallard, analysis activities are developed for works conceived with such geometries together with the discourses of their architects, aiming to understand the relationships they have with the aspects of sustainability. The results refer to the explanation of this knowledge in theoretical and technological terms, to support representation activities, especially with parametric modeling techniques, to be inserted in architecture training.

Keywords: *Complex geometry; Architecture teaching; Parametric modeling; Sustainability.*

1. Introdução

Em face ao desenvolvimento tecnológico atual, o projeto em Arquitetura vem passando por grandes quebras de paradigmas, trazendo mudanças à própria maneira de projetar com a inserção de dispositivos computacionais ao longo de todo o processo de projeto e de construção. Neste contexto, iniciativas de configuração formal, utilizadas por arquitetos do passado, têm sido replicadas em processos projetuais na arquitetura contemporânea recente (BURRY, M.; BURRY, J., 2010).

Alguns destes exemplos fundamentam-se, por um lado, no desenvolvimento tecnológico que possibilita integrar ambientes digitais de representação gráfica e simulação para a busca da forma e a sua otimização e, por outro lado, na exploração do funcionamento dos sistemas naturais, seus processos e a formação de suas geometrias, tal como aplicado por Gaudi, Frei Otto, Félix Candela, Heinz Isler e Luigi Nervi no passado (PEREZ-GARCIA, A.; GÓMEZ-MARTÍNEZ, 2009).

A conexão entre práticas de projeto computacional e fenômenos da natureza surge como uma abordagem potente na arquitetura, no sentido de economia de materiais e integração qualitativa com o ambiente ou o lugar de sua inserção. Como consequência destas abordagens, a arquitetura contemporânea dos últimos 20 anos tem se caracterizado pela adoção de geometrias de grande complexidade, fundamentadas em um senso estético/formal, no seu desempenho estrutural e de conforto ambiental, ou até mesmo nas técnicas presentes em dispositivos computacionais, como a modelagem paramétrica, as quais facilitam a proposição pelos arquitetos de tais geometrias (LITTMAN, J. A., 2009; BERTOL, 2011).

A presença desta realidade nos escritórios de arquitetura delimitou um problema didático para as escolas, relativa à preparação do futuro profissional de arquitetura. O objetivo do presente trabalho é apresentar os resultados de um projeto de pesquisa, AMPARA – Análise e Modelagem Paramétrica de Geometrias Complexas da Arquitetura, o qual busca promover uma investigação didática sobre o emprego de superfícies complexas na arquitetura, visando à construção de referenciais didáticos como suporte à ação projetual.

Anteriormente ao projeto em questão e frente a este contexto, foi desenvolvida uma pesquisa de doutorado (2014-18) para investigar o tipo de estrutura de saber associada ao emprego de superfícies complexas na arquitetura. Naquele momento, a partir de uma teoria didática, foi feito um reconhecimento e explicitação da estrutura de saber de um conjunto de superfícies da arquitetura descritas em Burry & Burry (2010), apoiando-se em autores da área da representação gráfica, da matemática, de estruturas e da geometria aplicada ao design. Tal estudo está sistematizado em Pires (2018) e Pires e Pereira (2019; 2020) e na sua conclusão evoluiu para a constituição de uma rede de conceitos e técnicas de suporte ao ensino de arquitetura.

Em 2019 foi criado o projeto AMPARA visando, então, desenvolver o mesmo tipo de estudo direcionado ao contexto curricular, por meio do reconhecimento dos conteúdos didáticos das disciplinas que possam estar relacionados com a estrutura de saber da geometria complexa da arquitetura.

O projeto tem como meta contribuir ao conhecimento sobre a aplicabilidade de tais geometrias e ir além dos aspectos técnicos da representação e usar a representação (modelagem) para conhecer aspectos funcionais e qualitativos de tais geometrias.

2. Procedimentos Metodológicos

A pesquisa ampara-se na noção estruturada de um saber, de Chevallard (1999). Esta teoria oferece um modelo de análise, a partir do conceito de organização praxeológica, que se refere à estrutura lógica da ação humana e a qual possui quatro elementos que se associam de maneira dinâmica: os problemas ou tarefas, as técnicas de resolução das tarefas, as tecnologias que justificam, explicam e produzem as técnicas, e as teorias, que possuem o mesmo papel em relação às tecnologias, de explicação, justificação e produção. O saber, para este autor, além de ser um objeto dinâmico sujeito a transformações, conforme o contexto de sua aplicação se apresenta em sua estrutura integral a partir de tais elementos.

Visando explicitar tal estrutura integral do saber, a pesquisa desenvolve-se a partir das seguintes etapas: ESTRUTURAÇÃO do saber a partir da revisão de literatura e de análises de obras de arquitetura; a PROPOSIÇÃO das atividades didáticas que envolvam as estruturas de saber reconhecidas; a EXPERIMENTAÇÃO e a AVALIAÇÃO/REESTRUTURAÇÃO das atividades; e a SISTEMATIZAÇÃO a partir da constituição de uma rede de conceitos de apoio ao ensino de arquitetura.

A etapa de revisão bibliográfica aborda os temas geometria, matemática e arquitetura a partir dos estudos desenvolvidos por: Barrios (2006); Burry & Burry (2010); Bertol (2011); Carmo (1987); Chilton (2000); Chilton & Chung (2017); Fernandez (2010); Kolarevic (2003);

Pottmann et al (2007); Huerta (2006); Lorenzi & Francaviglia (2010); Minifie (2010); Otto (1981); Perez-Garcia & Gómez-Martínez (2009); Rippmann & Block (2013); Rodrigues (1960); e Shelden (2002). Tendo-se identificado em Bertol e Perez-Garcia, Gómez-Martínez um propósito comum de observar relações entre geometrias complexas e formas da natureza com princípios de otimização, sustentabilidade e regeneração, passou-se a investigar obras de arquitetura sob a hipótese de ilustração da aplicação de tais abordagens.

Com o objetivo de realizar uma pesquisa integrativa e de interesse formativo para o processo projetual de arquitetura, tais referenciais foram correlacionados com teorias abordadas em disciplinas de projeto, propriamente ditas. Dentre elas, inclui-se a abordagem com ênfase no desenvolvimento da consciência construtiva, apoiada em BAEZA (2003), a qual diferencia características dos objetos arquitetônicos entre os tipos Tectônicos e Esteriotômicos. Foram, também, consideradas as abordagens da biomimética aplicada ao projeto de arquitetura (LOBACH, 2000; REBELLO, 2000; e SANTOS, 2010) e da arquitetura regenerativa (LITTMAN, 2009).

Até o momento, foram investigadas 6 obras, selecionadas pela confluência dos seguintes fatores: 1) interesse e percepção, por parte do corpo discente envolvido na pesquisa, sobre a relação da obra com os temas da revisão bibliográfica; 2) disponibilidade de acesso à documentação arquitetônica e aos discursos dos projetistas; 3) níveis de compreensão da geometria da obra e de apropriação dos procedimentos de programação visual para representar as complexidades formais envolvidas, por parte da equipe do projeto.

Neste artigo são relatados os resultados, a partir da descrição das obras abordadas associadas às estruturas de saber constituídas, sejam como hipóteses sobre a relação aos temas abordados ou como identificação destas relações a partir da revisão sobre os discursos encontrados na revisão bibliográfica.

3. Resultados

Os resultados produzidos se referem à explicitação das estruturas de saber consideradas apropriadas para compor os discursos didáticos que explicam e justificam as geometrias complexas adotadas como soluções formais nas obras analisadas.

O Quadro 01 sistematiza o estudo relativo aos quatro casos relatados, abarcando imagens das obras, de seus projetos, sobre a geometria e a representação gráfica digital, incluindo-se análises geométricas e a descrição dos atributos arquitetônicos.

Quadro 1: Síntese da estrutura de saber das obras de referência do projeto (2014-18).

Projeto 1: Aeroporto de Beijing, Foster and Partners	Projeto 2: Disney Concert Hall Frank Gehry	Projeto 3: Australian Wildlife Health Centre Minifie Nixon	Projeto 4: Main Station Stuttgart Ingenhoven Architects
<p>Fonte: Google maps</p>	<p>Fonte: Burry & Burry (2010)</p>	<p>Fonte: Burry & Burry (2010)</p>	<p>Fonte: Burry & Burry (2010)</p>
<p>Porção de um toro, gerada por varredura de curvas circulares ao longo de um caminho circular. Superfície com dupla curvatura.</p> <p>Fonte: Modificado de Pottmann et al (2008)</p>	<p>Superfícies retilíneas planificáveis e não planificáveis geradas pela varredura de linhas retas ao longo de curvas. De curvatura nula e dupla curvatura.</p> <p>Fonte: Burry & Burry (2010)</p>	<p>Superfície mínima de Costa (1982). Definida por transformações topológicas em um toro. Superfície de dupla curvatura.</p> <p>Fonte: https://victoredt.wordpress.com/2013/09/08/12/</p>	<p>Superfície mínima e modelo físico de Frei Otto (séc. XX). Possui dupla curvatura.</p> <p>Fonte: https://parametricsemiology.wordpress.com/2013/10/17/erp_06-session_01/</p>
<p>Representação</p> <p>Imagens: Pires (2018) e Burry & Burry (2010).</p>	<p>Representação</p> <p>Imagens: Pires (2018).</p>	<p>Representação</p> <p>Imagens: Burry & Burry (2010) e Pires (2018).</p>	<p>Representação</p> <p>Imagens: Pires (2018).</p>

<p>Atributos da geometria</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otimização estrutural - Racionalidade construtiva 	<p>Atributos da geometria</p> <ul style="list-style-type: none"> - Construída com materiais em chapa - Flexibilidade para a criação de formas, mas rigorosamente reguladas por linhas retas. 	<p>Atributos da geometria</p> <ul style="list-style-type: none"> - Minimização dos esforços na estrutura - Geometria relacionada com estruturas da natureza - Apelo visual 	<p>Atributos da geometria</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alto desempenho estrutural e definida a partir de modelos físicos e modelagem digital por simulação dos esforços atuantes (form-finding).
--	--	---	---

Fonte: Autores

3.1 O caso do Projeto Aeroporto de Beijing, de Foster & Partners

O projeto do Aeroporto de Beijing, de Foster & Partners associa-se ao discurso da conformação de uma superfície de revolução: um toro. As características de simetria e de continuidade geradas por um movimento de revolução de uma curva conferem, sobre a superfície, propriedades de racionalização construtiva e alto desempenho estrutural. A obra se constitui por uma porção de um toro, que pode ser descrita a partir da varredura de um arco de circunferência ao longo de outro arco de circunferência.

Devido à curva da trajetória, a diretriz, estar em posição contrária aos arcos geratrizes, conforma uma superfície de dupla curvatura, o que lhe confere maior desempenho frente aos esforços e economia de material. De acordo com Burry e Burry (2010), estas particularidades de desempenho atribuídas à esta porção da superfície tórica são relevantes para a solução do projeto devido a dimensão do aeroporto, que tem quase 1 km de uma extremidade a outra.

Foram produzidos exercícios de representação que detalham os procedimentos geométricos para a obtenção da porção do toro adotada na configuração formal do projeto. A coluna 1 do Quadro 1 ilustra o tipo de informação e representações que acompanham o discurso didático sobre a obra em questão.

3.2 O caso do Projeto Disney Concert Hall, de Frank Gehry

A geometria associada ao projeto Disney Concert Hall, de Frank Gehry emprega uma variedade de superfícies descritas por linhas retas (superfícies retilíneas ou regradas) que se apoiam em curvas planas e espaciais. Com isto, seu autor cria um vocabulário diversificado de superfícies, desde as cilíndricas, passando pelas cônicas e tira partido das retilíneas não planificáveis, em sua maioria cilíndricas, de acordo com a classificação de Monge, sistematizada em Rodrigues (1960).

O arquiteto cria um projeto extremamente complexo, mas em que suas superfícies podem ser mapeadas porção a porção, a partir do estudo da classe de superfícies curvas. Além disso, tais superfícies, segundo Shelden (2002), se caracterizam por uma taxonomia abrangente, em que é possível compreender que as retilíneas planificáveis (cilíndricas e cônicas) são restritivas frente à proposta das formas de Gehry, mas que encontra soluções mais flexíveis para tais formas nas superfícies retilíneas não planificáveis e que ainda podem ser construídas em materiais em chapa, devido ao coeficiente de deformação do material metálico de revestimento que foi empregado no projeto.

Este projeto destaca a racionalidade deste tipo de superfície, por poder ser descrita a partir de linhas retas e construída em materiais que possuem comportamento semelhante ao do papel, o que facilita sua inserção no ensino de arquitetura.

3.3 O caso do Projeto do Centro de Tratamento de Animais Nativos da Austrália, de Minifie Nixon

O projeto do Centro de Tratamento de Animais Nativos da Austrália oportunizou abordar o conceito de superfície mínima, pouco difundida no contexto formativo que se insere este estudo. Este tipo de superfície é o que conforma o átrio central da obra. Ela foi encontrada matematicamente no século XX, por Celso Costa, um pesquisador, matemático, brasileiro. O encontro desta superfície deu um impulso à teoria das superfícies mínimas, devido às particularidades de sua descrição, a partir de transformações topológicas em um toro, o mesmo tipo de superfície do primeiro projeto exemplificado.

As qualidades de este tipo de superfície referem-se ao seu equilíbrio estável, que minimiza os esforços sendo considerado de energia zero, o que é relevante ao contexto da arquitetura sustentável e regenerativa. As superfícies mínimas são encontradas em muitos organismos vivos. No projeto, segundo Burry & Burry (2010) sua função vai além de ser uma cobertura de um espaço central, pois tem um caráter mais simbólico, ao remeter a forma de uma válvula cardíaca e, ao mesmo tempo, destacar o pátio que é o lugar de projeção dos procedimentos do centro. Minifie (2010) destaca o uso desta superfície como uma técnica de design.

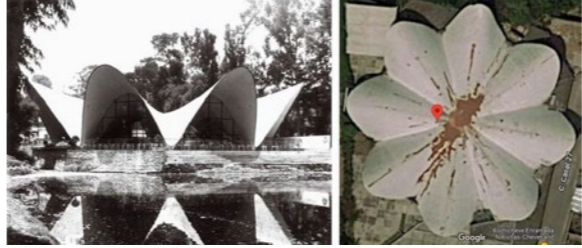

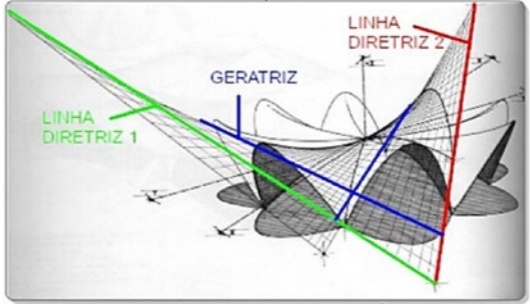
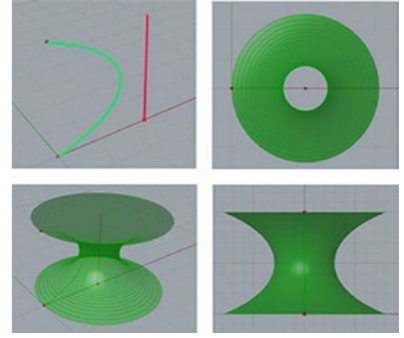
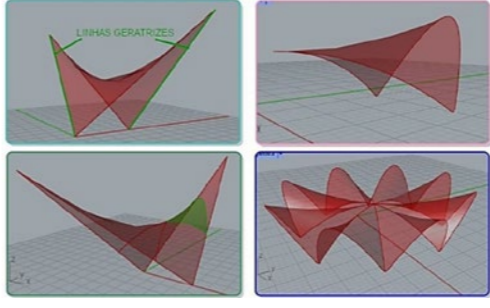
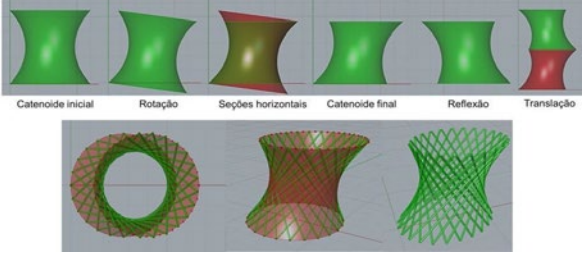
3.4 O caso do Projeto da Estação de Trem de Stuttgart (Main Station Stuttgart), de Ingenhoven Architects

O quarto projeto utiliza uma superfície mínima que foi encontrada fisicamente, a partir de modelos de corrente suspensa sob a ação da gravidade e de pesos, tal como nos projetos e obras de Gaudi e Frei Otto no século XX. A superfície mínima da obra provém de um modelo experimental do arquiteto Frei Otto desenvolvido no Instituto de Estruturas Leves de Stuttgart em 1960 e para o projeto da estação de trem foi refinada com técnicas de cálculo por elementos finitos (Burry & Burry, 2010). Este tipo de superfície pode ser configurado com espessura de 1/100 de seu vão livre, exatamente por suas qualidades de superfície mínima e equilíbrio estável, o que resulta em alta economia de material.

A superfície de referência tem o formato semelhante a um funil e a sua parte superior é limitada por um polígono hexagonal, formando um módulo, o qual, para configurar a obra, é repetido em simetria de translação, nos eixos X e Y. Identificou-se que este mesmo modelo tem sido utilizado em uma variedade de projetos contemporâneos recentes com superfícies contínuas, provavelmente pela forma inusitada e performativa que combina pilar e cobertura em uma única superfície mínima.

No Quadro 02 apresenta-se o mesmo tipo de estrutura de saber do Quadro 01, agora para os dois projetos que foram relacionados às abordagens da biomimética, esteriômica e arquitetura regenerativa.

Quadro 2: Estrutura de saber das obras de arquitetura reconhecidas na pesquisa de iniciação científica, no período 2020-22.

Projeto 5: Restaurante Los Manantiales Félix Candela	Projeto 6: Hypérions Vincent Callebaut
 <p>Imagens: Restaurante Los Manantiales - Urbipedia - Archivo de Arquitectura e Google Maps.</p>	 <p>Imagem: Wang (2016)</p>
<p>Composição de porções de um parabolóide hiperbólico, gerado por varredura de linhas retas apoiadas em retas reversas que são as diretrizes da superfície. Superfície com dupla curvatura.</p>  <p>Fonte: Oliveira e Pires (2021)</p>	<p>Catenóide, superfície mínima gerada por revolução da curva catenária em torno de um eixo externo a curva. Superfície com dupla curvatura.</p>  <p>Fonte: Paixão e Pires (2018).</p>
<p>Representação</p>  <p>Fonte: Oliveira e Pires (2021).</p>	<p>Representação</p>  <p>Fonte: Paixão e Pires (2022).</p>
<p>Atributos da geometria</p> <ul style="list-style-type: none"> - Otimização estrutural e economia de material - Qualidades de arquitetura esteriômica - Aumento da rigidez e é resistente aos esforços de compressão, como ocorre nas conchas marinhas. 	<p>Atributos da geometria</p> <ul style="list-style-type: none"> - Superfície de energia zero. - Equilíbrio estável segundo Carmo (1987). - Resistente aos ventos devido a sua estrutura de autocontraventamento.

Fonte: Autores.

3.5 O caso do Projeto do Restaurante Los Manantiales, no México, de Félix Candela

Este caso foi selecionado no âmbito das primeiras atividades do AMPARA, com a pesquisa de iniciação científica a qual partiu de uma revisão de literatura sobre o tema biomimética associado à caracterização de tipos de concepção arquitetônica tectônica e estereotômica, visando compreender as relações entre estas duas abordagens, a partir dos estudos de Lobach (2000) e Baeza (2003). O primeiro autor traça relações entre o comportamento evolutivo da natureza pela seleção natural de Charles Darwin e o processo de projeto, caracterizando as fases em que ambos se desenvolvem. A partir dos estudos de casos apresentados em SANTOS (2010) e REBELLO (2000), em que a Biomimética atuou como precursora de soluções arquitetônicas, foi possível compreender tais conceitos aplicados diretamente na arquitetura e como podem contribuir a atividade em atelier (Oliveira; Autor, 2021). Os autores estudados traçavam uma relação entre obras de arquitetura e os conceitos de biomimética e arquitetura estereotômica, a partir de exemplos de projetos referenciais, tal como o Restaurante Los Manantiales, de Félix Candela.

Em tais estudos este projeto foi caracterizado como sendo de uma superfície em casca, tal como as conchas marinhas, configurado por uma composição em rotação de partes de paraboloides hiperbólicos, superfície de dupla curvatura gerada por retas reversas, de acordo com a geometria descritiva. Esta superfície possui qualidades de otimização estrutural aos esforços de compressão e é utilizada na arquitetura em estruturas de cascas de concreto de pequena espessura. De acordo com Baeza (2003) é um exemplo de projeto estereotômico, ou seja, estrutura maciça com um sistema estrutural contínuo. Embora o autor associe este tipo de arquitetura com uma estrutura pesada, pode-se identificar que as cascas em paraboloides hiperbólicos, devido as suas qualidades estruturais e pequena espessura na construção, apresentam-se muito leves e até mesmo delicadas e plásticas.

3.6 O caso do Projeto Hypérions, na Índia, de Vincent Callebaut

O sexto caso de estudo foi desenvolvido também no âmbito da iniciação científica, em 2021-22, a partir do interesse em investigar o tema da arquitetura regenerativa. Este projeto foi concebido nesta abordagem, sendo sua estrutura responsável pelas condições ideais do sistema de ventilação, com qualidades estruturais na superfície do catenoide. A forma oferece equilíbrio ideal entre diâmetro e altura, evitando riscos de possíveis desmoronamentos (UDIIT; NAGARANI; HARIHARAN, 2018). Por ser uma superfície mínima, possui características de dimensionamentos pré-definidos em zero, mantendo-se inalterada – quase que – independentemente das possibilidades de design.

Este caso explicitamente é descrito pelo arquiteto como um projeto definido por conceitos de arquitetura regenerativa, principalmente pela propriedade da superfície mínima que minimiza os esforços e é de energia zero, conforme as estruturas que se conformam na natureza.

4. Considerações Finais

O projeto tem alcançado algumas metas previamente estabelecidas, como o reconhecimento das potencialidades do emprego de geometrias complexas na arquitetura

associadas ao desenho paramétrico para a prática de arquitetura, a partir de um conjunto de estruturas de saber que destacam a necessidade de compreender o desempenho estrutural, estético, de eficiência energética e/ou de diversas ordens que justificam tais complexidades construtivas.

Os discursos didáticos, por meio de estruturas de saber a serem veiculadas nos processos formativos de arquitetura, devem contribuir ao reconhecimento da aplicabilidade e importância da geometria na arquitetura contemporânea, destacadamente por estar estritamente relacionada aos aspectos de sustentabilidade na arquitetura.

O projeto AMPARA tem um compromisso de contribuir para a prática docente, em especial para constituir estruturas de saber que explicitem o diálogo entre as diferentes abordagens que constituem a complexidade da ação projetual, as quais a partir da parametria podem ser abarcadas de maneira integrativa.

Para a sequência do projeto, estão sendo desenvolvidas atividades de modelagem paramétrica que ampliam a integração entre geometria e estrutura, abarcando também as questões de desempenho frente ao conforto ambiental, abordagem que se trata de maneira racional no processo construtivo, contribuirá de maneira significativa para a problemática ambiental.

Agradecimentos

Agradecemos ao apoio financeiro das agências de fomento CNPq e FAPERGS, por meio de bolsas de iniciação científica dada por ambas as instituições (2020-21-22) e recursos via edital recém-doutor 2021 – FAPERGS.

Referências

- Baeza, A. C. **De la cueva a la cabaña. Sobre lo estereotómico y lo tectónico en arquitectura.** In: BAEZA, A. C. Sustancia y circunstancia: memoria del curso 2002-2003 de las asignaturas proyectos arquitectónicos 4 e 5. Madrid: Mairea Libros, 2003.
- Bertol, D. **FORM GEOMETRY STRUCTURE: from nature to design.** Exton, Pennsylvania: Bentley Institute Press, 2011.
- Burry. J. Burry, M. **The New Mathematics of Architecture.** London: ed. Thames e Hudson, 2010.
- Carmo, M. P. **Superfícies Mínimas.** Rio de Janeiro: Instituto de Matemática Pura e Aplicada – IMPA, 1987.
- Chevallard, Y. **La Transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado.** Buenos Aires: Aique Grupo Editor, 2013. 3ª ed. 4ª reimp. Título original: La transposition didactique. Du savoir savant au savoir enseigné. Grenoble: Pensée Sauvage, 1991. 2ème édition.
- _____. El Análisis de las Prácticas Docentes en la Teoría Antropológica de Lo Didáctico. **Recherches en Didactique de Mathématiques**, Grenoble, Vol. 19, nº 2, pp.

221-266, 1999. (Traducción de Ricardo Barroso, Universidad de Sevilla). Disponível em: <<http://www.aloj.us.es/rbarroso/Pruebas/CHEVALLARD.PDF>>

Chilton, J. **The Engineer's Contribution to Contemporary Architecture: Heinz Isler**. London: Thomas Telford Press, 2000.

Chilton, J. Chung, C. C. Rooted in Nature: Aesthetics, Geometry and Structure in the Shells of Heinz Isler. **Nexus Network Journal**, v. 19, issue 3, pp. 763-785, 2017.

Fernandez, J. L. R. Superfícies Regladas y Minimales. 2010. Disponível em: <<http://masquemates.blogspot.com.br/2010/06/superficies-regladas-y-minimales.html>> Acesso em: julho de 2012.

Huerta, S. Structural Design in the Work of Gaudi. **Architectural Science Review**. Volume 49.4, pp 324-339, 2006.

Kolarevic, B. **Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing**. New York: Spon Press, 2003.

Littman, J. A. Regenerative Architecture: A Pathway Beyond Sustainability. Dissertação de Mestrado. 2009. University of Massachusetts – Amherst. 68 p. Disponível em: <<http://scholarworks.umass.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1389&context=theses>> Acesso em: abril 2015

Lobäch, B. **Design industrial: bases para a configuração de produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

Lorenzi, M.G. Francaviglia, M. ART & MATHEMATICS IN ANTONI GAUDÍ'S ARCHITECTURE: "LA SAGRADA FAMÍLIA". **Aplimat – Journal of Applied Mathematics**, volume 3, n.1, p. 125 – 146. 2010

Minifie, P. Design Domains: THEIR RELATIONS AND TRANSFORMATIONS AS REVEALED THROUGH THE PRACTICE OF PAUL MINIFIE. **Tese de Doutorado**. 2010. Doctor of Philosophy, RMIT University (School of Architecture and Design). Disponível em: <<https://researchbank.rmit.edu.au/eserv/rmit:160677/Minifie.pdf>> Acesso: fevereiro de 2018.

Oliveira, B. P.; Pires, J. F. BIOMIMÉTICA E REPRESENTAÇÃO GRÁFICA: ABORDAGEM INTEGRADA AO PROCESSO PROJETUAL EM ARQUITETURA. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, [S. l.], v. 10, p. 180–192, 2021. DOI: 10.19177/rgsa.v10e02021180-192. Disponível em: <https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/10575> Acesso em: 16 abr. 2023.

Oliveira, B. P.; Pires, J. F. BIOMIMÉTICA, GEOMETRIA COMPLEXA E MODELAGEM PARAMÉTRICA: UMA ESTRUTURA DE SABER PARA ARQUITETURA. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 8, n. 5, p. 63–73, 2022. DOI: 10.29183/2447-3073.MIX2022.v8.n5.63-73. Disponível em: <<https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/5597>> Acesso em: 16 abr. 2023.

Otto, F. (1981). **Natural Building**. Alemanha: Institut für leichte Flächentragwerke.

Paixão, L. P.; Pires, J. de F. A Geometria Complexa da Arquitetura em uma Abordagem Regenerativa. **Periódico Técnico e Científico Cidades Verdes**, [S. l.], v. 10, n. 27, 2022. DOI: 10.17271/23178604102720223246. Disponível em: <https://publicacoes.amigosdanatureza.org.br/index.php/cidades_verdes/article/view/3246> Acesso em: 16 abr. 2023.

Perez-Garcia, A.; Gómez-Martínez, F. Natural structures: strategies for geometric and morphological optimization. **Proceedings of the International Association for Shell and Spatial Structures (IASS) Symposium**, Valencia Evolution and Trends in Design, Analysis and Construction of Shell and Spatial Structures 28 September – 2 October 2009, Universidad Politecnica de Valencia, Spain. 2009. Alberto DOMINGO and Carlos LAZARO (eds.)

Pires, J. de F. A Constituição de uma Rede de Conceitos da Geometria Complexa da Arquitetura Contemporânea: das teorias a modelagem paramétrica das superfícies. **Tese de Doutorado**. 2018. Doutorado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina (Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo – POSARQ).

PIRES, J. de F.; PEREIRA, A. C. El modelado paramétrico de la geometría compleja del Aeropuerto Internacional de Beijing: un estudio de transposición didáctica para arquitectura. **REVISTA CIENCIA E TECNOLOGIA**, v. 30, p. 69-85, 2018.

PIRES, J. de F.; PEREIRA, A. C. A Estruturação do Saber para o Reconhecimento das Superfícies Complexas da obra Disney Concert Hall. **DESIGN E TECNOLOGIA**, v. 9, p. 29-42, 2019.

PIRES, J. de F.; PEREIRA, A. C. A estruturação do saber relacionado a geometria complexa e a modelagem paramétrica de estruturas regenerativas na arquitetura. **GESTÃO & TECNOLOGIA DE PROJETOS**, v. 14, p. 90-110, 2019.



PIRES, J. de F.; PEREIRA, A. C.. Entre las curvas de la arquitectura contemporánea y la enseñanza de la geometría en arquitectura: un enfoque didáctico del diseño paramétrico. **REVISTA CIENCIA E TECNOLOGIA**, p. 63-75, 2020.

Pottmann, H. Asperl, A. Hofer, M. Kilian, A. **Architectural Geometry**. Exton, Pennsylvania: Bentley Institute Press, 2007, 1ª ed.

Rebello, Y.C.P. **A Concepção Estrutural e a Arquitetura**. 1º Edição. São Paulo: Zigurate Editora, 2000.

Rippmann, M. Block, P. Funicular Shell Design Exploration. **ACADIA 2013**, ADAPTIVE ARCHITECTURE. 2013

Rodrigues, Á. **Geometria Descritiva: Projetividades, Curvas e Superfícies**. 1a ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico Ltda, 1960.

Santos, C. O Desenho como Processo de Aplicação da Biomimética na Arquitetura E No Design. **Revista Tópos**. Presidente Prudente: UNESP, v. 4, n. 2, p. 144 – 192. 2010.

Shelden, D. R. Digital Surface Representation and the Constructibility of Gehry's Architecture. 2002. **Thesis (Ph. D.)**. Massachusetts Institute of Technology, Dept. of Architecture. Disponível em: <<https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/16899>>

Wang, L. **Urban farming utopia in India**. 2016. Disponível em: [Urban farming utopia in India produces more energy than it uses \(inhabitat.com\)](http://Urban farming utopia in India produces more energy than it uses (inhabitat.com)) Acesso em: 15 abril 2022.

Udiit, S. P. A.; Nagarani, D. R. S.; Hariharan, A. Catenary Curves – A case study. **International Journal of Management, Technology and Engineering**, v. 8, n. 12, p. 644-649. 2018.

Biomias mineiros, comunidades e design: as Sempre-vivas para a produção artesanal em Diamantina/Minas Gerais

Minas Gerais biomes, communities and design: the Sempre-vivas for handcraft production in Diamantina/Minas Gerais

Nadja Maria Mourão, Doutora em Design, Universidade do Estado de Minas Gerais

nadjamourao@gmail.com

Isabela Carvalho Lana Grossi, graduanda em Design, Universidade do Estado de Minas Gerais

isabela.0193737@discente.uemg.br

Resumo

Apresentam-se, neste artigo, os estudos dos biomas mineiros (o Cerrado, a Mata Atlântica, os Campos Rupestres e a Caatinga) e algumas espécies vegetais para a produção artesanal. Os conhecimentos, acerca desta flora que pode ser encontrada em Minas Gerais, são guiados por uma análise metodológica proposta pelo design. Trata-se de uma revisão bibliográfica, recorte da pesquisa científica, que registra as espécies vegetais e as possibilidades de utilização de seus resíduos vegetais para a produção artesanal, no território mineiro. Utiliza-se como grupo focal as Apanhadoras de Sempre-vivas, artesãs, em comunidades do município de Diamantina, Minas Gerais. Em atividades participativas, novos produtos foram desenvolvidos pela comunidade. As artesãs realizaram adequações das propostas, mantendo a identidade das comunidades. Em considerações, espera-se contribuir para a preservação dos biomas locais e as práticas artesanais, por meio do conhecimento das espécies vegetais nativas.

Palavras-chave: Biomas Mineiros; Comunidades; Design

Abstract

This article presents studies of the biomes of Minas Gerais (the Cerrado, the Atlantic Forest, the Campos Rupestres and the Caatinga) and some plant species for handicraft production. The knowledge, about this flora that can be found in Minas Gerais, is guided by a methodological analysis proposed by design. This is a bibliographical review, a cutout of the scientific research, which registers the vegetal species and the possibilities of using their vegetal residues for craft production, in the territory of Minas Gerais. The focus group used is the Apanhadoras de Sempre-vivas, craftswomen, in communities in the municipality of Diamantina, Minas Gerais. In participatory activities, new products were developed by the community. The artisans made adjustments to the

proposals, keeping the identity of the communities. In considerations, it is expected to contribute to the preservation of local biomes and craft practices, through the knowledge of native plant species..

Keywords: *Biomes of Minas Gerais; Communities; Design*

1. Introdução

A utilização intensa e insustentável dos recursos naturais está ocasionando uma crescente perda da vegetação nativa mundial. Dessa forma, torna-se uma problemática que tende a agravar significativamente nas próximas décadas. Este fenômeno foi desencadeado, originalmente, por alguns fatores como: a expansão de atividades agrícolas e pecuárias no território brasileiro, carência de aplicação de políticas públicas para a preservação ambiental e a falta de consciência ambiental da população (WHATELY, 2003). Poffo (2017), destaca os empecilhos de solucionar as ações de desgaste ambientais devido a estrutura social que visa o crescimento econômico independente dos danos causados por estas ações como as desigualdades sociais, poluição ambiental e o esgotamento dos recursos naturais.

Esta situação ocorre desde do período de colonização do no Brasil, os biomas da Mata Atlântica e do Cerrado, localizados no estado de Minas Gerais, perderam respectivamente 97% e 75% durante o período de ocupação do território. Somadas às informações recentes divulgadas pela *World Resources Institute - WRI*, no ano de 2020, no auge da pandemia do COVID-19, foi registrado a perda de 1,7 milhão de hectares de áreas de mata primária. As práticas de exploração apresentam um histórico que se intensificou ao longo dos séculos e, até o presente momento, não houve retrocesso. De acordo com Giulietti et al. (2007), cerca dos 3% das espécies catalogadas no território brasileiro, 70% delas são consideradas sob ameaça de extinção. Logo, nota-se que as práticas de extração ou destruição ambientais possuem histórico vasto e as medidas existentes apresentam falhas. Ações como a criação de reservas federais, estaduais, municipais e particulares ou a legislação para impedir a degradação dos biomas mostram-se ineficientes, sobretudo, por falta de investimento e fiscalização (SAWYER, 2005).

Com base no panorama relatado, surge a motivação para desenvolver este trabalho, de forma que possa servir como instrumento para incentivar e instruir as ações de conservação ambiental ao auxiliar na valorização do patrimônio nacional em biodiversidade, especialmente na flora mineira. Além disso, busca-se apresentar possibilidades que incentivem a utilização dos resíduos vegetais de modo sustentável. Pois, o manejo e beneficiamento para a produção artesanal local é uma alternativa, embora pouco explorada pelos projetos de preservação que, aliada às técnicas de criação de design e estudo de aplicabilidade dos materiais, podem impulsionar a elaboração de novos produtos locais (MOURÃO, 2022). Ademais, deve-se destacar a possibilidade de agregar dos valores culturais aos artefatos, quando há a inclusão do fator emocional no processo. As comunidades tradicionais convivem com a flora como recurso de vida e fazem parte do patrimônio histórico e cultural brasileiro, detendo um amplo conhecimento da biodiversidade (SAWYER, 2005).

Destaca-se inclusive, o compromisso desta pesquisa em popularizar “os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil”, em especial para o “Consumo e produção responsáveis”. Ou seja, busca-se atender ao objetivo de número 12 - Assegurar padrões de

produção e de consumo sustentáveis. Esta proposta contribui para a meta: “Até 2030, garantir que as pessoas, em todos os lugares, tenham informação relevante e conscientização para o desenvolvimento sustentável e estilos de vida em harmonia com a natureza” (ONU.BRASIL, 2017).

Para tanto, o estudo apresenta, de forma simplificada, as características dos biomas mineiros, destacando algumas espécies vegetais locais utilizadas pelas comunidades para a produção artesanal de forma sustentável. São registrados os nomes científicos e propriedades de outras espécies vegetais locais pouco utilizadas, para possíveis usos do material em estudos que possam ser aplicados na elaboração de produtos.

Para que um produto ou serviço em design seja bem-sucedido, sua atuação depende, igualmente, do modo como ele passa aos demais os resultados do método criador e de como materializar sua concepção na forma de um produto coerente, eficaz, útil e significativo. Dessa forma, conforme Mourão (2022, p. 22428):

[...] embutir nos produtos o que chamamos aqui de valor socioambiental significa deixar claro sua origem, contar sua história, informar sobre o seu uso, satisfazer uma necessidade real e colaborar com o desenvolvimento socioeconômico global. Permitindo, assim, que o consumidor/usuário, que escolhe e quem, de fato, legitima o design de um produto, compartilhe essa proposta (e reconheça, nesse conjunto de artefatos, um código cultural de um novo estilo de vida.

Os valores socioambientais surgem como propostas de inovação para o design contemporâneo. As análises do Ciclo de Vida de Produto são atualmente essenciais para a busca de soluções sustentáveis. Como também, a busca por novos materiais, métodos e culturas, ampliando as dimensões para o design.

2. Abordagens metodológicas

Apresentam-se, neste artigo, os estudos dos biomas mineiros (o Cerrado, a Mata Atlântica, os Campos Rupestres e a Caatinga) e algumas espécies vegetais para a produção artesanal. Os conhecimentos, acerca desta flora que pode ser encontrada em Minas Gerais, são guiados por uma análise metodológica proposta pelo design.

Quanto à natureza, a pesquisa se estabelece como aplicada, de forma a gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos à solução de problemas específicos. Do ponto de vista da abordagem do problema, trata-se de uma pesquisa qualitativa, fundamentada no design sustentável, havendo interpretação de fenômenos e atribuição de significados, elementos básicos desse tipo de abordagem.

A metodologia para as atividades da pesquisa consisti em revisão bibliográfica sobre as temáticas principais (espécies vegetais do Cerrado, da Mata Atlântica e da Caatinga em Minas Gerais, produção artesanal a partir dos resíduos vegetais e contato da equipe da pesquisa nas comunidades); compreensão do contexto local e dos materiais para aplicação da pesquisa; análise dos dados e acompanhamento de comunidades artesãs dos biomas mineiros. Por questões de carência de recursos, realiza-se adequação dos procedimentos às práticas artesanais locais.

Neste artigo, realizou-se uma revisão bibliográfica, recorte da pesquisa científica, que registra as espécies vegetais (propriedades básicas) e as possibilidades de utilização de seus resíduos vegetais para a produção artesanal. Utiliza-se como grupo focal as apanhadoras de Sempre-vivas, artesãs, em comunidades do município de Diamantina, Minas Gerais.

São desenvolvidas oficinas sob as bases do design social, para estudo das possibilidades de geração de novos produtos. Em atividades participativas, novos produtos foram desenvolvidos pela comunidade. A partir do conhecimento das espécies vegetais locais e do extrativismo sustentável, a produção artesanal com as Sempre-vivas poderá conter valor cultural.

3. Biomias em Minas Gerais

Conceitualmente, um bioma pode ser definido como uma área geográfica que se destaca por apresentar uma fitofisionomia, um macroclima, uma concentração e organização do solo originário únicos. Desta forma, estes fatores combinados possibilitam a criação de um ecossistema, que apresenta a fauna e a flora interagindo entre si de modo harmônico e em determinado grau de homogeneidade (COUTINHO, 2006).

O Brasil possui aspectos geográficos diversos quanto ao clima, à edáfica¹ e à geomorfologia. Ao longo de sua extensão territorial, de quantitativos aproximados a 8.500.000 km², estes fenômenos listados associados são o que permite que o país abrigue uma flora tão rica e distinta das demais existentes no mundo. Desta forma, sua biodiversidade destaca-se pela quantidade de espécies raras. Estima-se que o Brasil abrigue 15% das espécies vegetais mundiais, sendo maioritariamente endêmicas, em que 4 a 6% da vegetação analisada e catalogada encontra-se em ameaça de extinção. Estas particularidades tornam a cobertura vegetal nacional em patrimônio genético da biodiversidade mundial (GIULIETTI et al., 2009).

Em uma conjuntura regionalizada, no estado de Minas Gerais (recorte geográfico escolhido para esta pesquisa), os biomias destacam-se por sua pluralidade vegetal. Esta se mantém por uma série de atributos predominantes regionais geográficos, de acordo com o levantamento do Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais - IEF, no ano de 2020. Os biomias são influenciados por diversos fatores, como: solo, clima, relevo, a pluviosidade e outros específicos do território. De modo geral, resume-se em quatro variedades de biomias, sendo dois deles, o Cerrado e a Mata ou Floresta Atlântica, dispostos em maioria predominante, respectivamente ao Oeste e Leste do território estadual; por sua vez, seguidos pelos Campos Rupestres, estes apresentados em restritas áreas ao centro e circundados pelos biomias listados anteriormente; e por fim, no segmento mais ao norte da extensão territorial tem-se o último bioma a ser apresentado, a Caatinga.

¹ Edáfica - refere-se às características referentes ou contidas no solo e limites. (do grego “edaphos” que significa solo, terra). DICIONARIO.PRIBERAM.ORG. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/ed%C3%A1fica>.

3.1. Mata Atlântica

A Mata Atlântica é um dos 25 *hotspots* mundiais de biodiversidade. Embora tenha sido em grande parte destruída, ela ainda abriga mais de 8.000 espécies endêmicas de plantas vasculares, anfíbios, répteis, aves e mamíferos (MYERS et al., 2000). Nas últimas décadas, suas perdas para mineradoras, urbanização e interesses agrícolas, dificultam a reparação deste bioma. Contudo, sua riqueza em biodiversidade conduz a luta pela valorização do bioma e responsabilidade socioambiental.

Localizada na região sudeste de Minas Gerais, o bioma Mata Atlântica, também chamado por alguns autores como Floresta Atlântica, ocupa cerca de 7% da superfície terrestre (Myers et al., 2000). Sendo que, 40% de sua área total está localizada no território mineiro, como representado no mapa da figura 1, produzido pelo Instituto Estadual de Florestas de Minas Gerais – IEF. Sua cobertura vegetal apresenta aspectos heterogêneos, por ser um conjunto complexo de formações florestais, que possuem espécies de diversos tamanhos e formas. Desta forma, ele compõe uma forma de mosaico vegetal (LINO; ALBUQUERQUE, 2007).

Por decorrência da sua fitofisionomia diversa, a Mata Atlântica propiciou a evolução das suas organizações bióticas, o que, conseqüentemente, proporcionou ao seu ecossistema uma rica biodiversidade. Possui uma cobertura natural complexa e distinta. O bioma possui as seguintes organizações florestais em predominância: a formação de floresta ombrófila densa; a floresta estacional semidecidual; e a floresta estacional decidual. Matas ciliares ou de galeria (SILVA, 2000).

Destaca-se ainda que, a Floresta Atlântica desce pelo continente sul-americano, atingindo países vizinhos. Das espécies da Mata Atlântica no Brasil, “corresponde a 70%, tomando por base a estimativa de 1.200 espécies apresentada por Prado, em 1998”, (STEHMANN et al., 2009, p.20).

Como foi apresentado, são diversas as famílias de espécies vegetais da Mata Atlântica que, de alguma forma, podem contribuir para a produção artesanal. Destacam-se dois novos registros para o Brasil: “*Alsophila salvinii*, anteriormente conhecida do sul do México até Nicarágua e Peru (Moran 2008) e *Huperzia aqualupiana*, conhecida apenas das Antilhas Ocidentais, Venezuela e Colômbia (Øllgaard 1992). Ambas foram coletadas recentemente em Minas Gerais” (STEHMANN et al., 2009, p.20).

A Samambaia de tronco (*Alsophila salvinii*) é uma espécie, que ocorre preferencialmente em matas úmidas e sombrias ou próximas a córregos em matas mais secas. Possui um tronco revestido por escamas e espinhos, semelhantes aos do pecíolo entre as cicatrizes. As escamas apresentam coloração castanho-claro em áreas mais abertas ou são mais escuras e menos abundantes em ambientes sombrios. Como outras semelhantes, pode ser utilizada para produção de xaxim.

A planta Huperzine (*Huperzia aqualupiana*) é um tipo de musgo aplicado há séculos pela medicina chinesa no tratamento da demência, febre e inflamação. Indicado na Doença de Alzheimer (melhora sintomas, ação protetora neuronal), demência senil (contribuindo no aumento da memória e aprendizado). No entanto, os resíduos desta espécie vegetal, após o preparo como medicação pode ser utilizado como matéria prima para o artesanato.

3.2. Cerrado

O Cerrado é um bioma que se destaca por sua fisionomia, que engloba formações vegetais campestres, florestais arbóreas e savânicas. Estendia-se aproximadamente por 2 milhões de km², abrangendo 10 estados na região central no Brasil, o que equivale a um quarto do território brasileiro. Porém, na atualidade restam aproximadamente 20% da mata nativa, isto se deve principalmente às ações agrícolas de monocultura e pecuária (WHATELY, 2003).

Segundo a nota liberada pela organização *World Wide Fund for Nature* -WWF, no ano de 2019, o bioma perdeu 50% da sua cobertura floral nativa. Por decorrência da contínua degradação ambiental, o Cerrado é considerado uma biodiversidade *hotspot* (OLIVEIRA; PIETRAFESA; BARBALHO, 2008).

A flora do bioma, embora sofra constantes ações de desmatamento, distingue-se dos demais por sua riqueza vegetal, sua variedade paisagística e por seus fitofisionômicos. Giuliatti et al. (2009) afirmam que o cerrado possui uma flora que se diferencia das demais do mundo. Isso ocorre devido às características do clima tropical semiúmido ou continental e do solo, que favoreceram o surgimento e desenvolvimento de uma cobertura vegetal diversa de acordo com tipos fitofisionômicos que o bioma abriga. Como levantado por Mourão (2011), existem conflitos sobre as classificações fisionomias do Cerrado. Nesta pesquisa serão utilizadas as nomenclaturas levantadas por Whately (2003) que seriam; Cerradão, Cerrado stricto sensu, Campo cerrado, Campo “sujo” e Campo “limpo”, com objetivo de fazer um recorte sobre essas divergências.

A palmeira *Mauritia flexuosa*, mas popularmente conhecida como buriti ou miriti, é uma espécie típica do bioma cerrado. Normalmente encontradas na mata de galeria e veredas, estas são formações vegetais encontradas em paralelos a cursos d'água (SAMPAIO, 2011). O buriti é uma planta que produz frutos ricos em vitaminas e ferro, além de possuir uma estrutura em suas folhas sendo o talo que é composto por uma fibra dura que é culturalmente utilizada, após seu beneficiamento, para a prática artesanal como a traçarem de cestos, bolsa, brinquedo bijuterias (MOURÃO, 2011).

3.3. Caatinga

Este domínio ecogeográfico, possui sua incidência na região norte de Minas Gerais. O bioma por estar localizado em uma região que possui o clima tropical semiárido em virtude deste atributo a região enfrentar longos períodos estiagem, o que obrigou as espécies vegetais, de seu domínio, adaptarem-se desenvolvendo características e espécies, exclusivo do Brasil. Todavia, estes mesmos fatores ocasionaram em uma sugestão precipitada da estrutura de sua biota², sendo ela pobre e pouco diversa, ao compararmos com os demais biomas brasileiros (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2005).

As comunidades vegetais podem ser agrupadas pelas combinações por dois critérios principais sendo eles ao microclima que a família vegetal está inserida e pelos elementos relacionados ao solo. A fitofisionomia da vegetação xerófitas do bioma a barragem, as florestas decíduas, as florestas semidecíduas, as formações arbustivas e os cactos. A

² Biota - refere-se ao conjunto de seres da fauna e da flora de uma região. (a nomenclatura surgiu da palavra francesa *biote*). DICIONARIO.PRIBERAM.ORG. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/biota>

fisionomia flora da caatinga possui características estruturais muito similares em suas famílias de plantas sendo elas; formações arbóreas de pequeno porte com a estrutura do tronco retorcido (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2005).

3.4. Campos Rupestres

Também nomeados de Campos de Altitude, os Campos Rupestres são localizados em áreas pontuais em Minas Gerais, em especial nas elevações das Serras Espinhaço, Canastra e Mantiqueira (COURA, 2007). Sua cobertura vegetal destaca-se pelo seu crescimento em locais rochosos, possui com flora dominante herbácea-arbustiva, porém é válido destacar a presença de flora arvoretas diminuídas e complexos de sempre-verdes, de modo que a morfologia se converge. A cobertura vegetal possui aspectos singulares e de modo global endêmicos. Isto deve-se aos fatores externos que presente na localização do conjunto avaliado, como o teor nutricional do solo e distribuição pluviométrica, o que provocou em adaptações para a sobrevivência da espécie (MENEZES; GIULIETTI, 2000).

Localizadas na Cadeia do Espinhaço, as sempre-vivas referência de um conjunto de inflorescências das quais se caracterizam por sua beleza e durabilidade após serem apanhadas (GIULIETTI et al., 1987). A maioria das famílias vegetais das Sempre-vivas são endêmicas e restrita parcela sendo algumas a *L.Linearis* Silveira, *Leiothrix gomesii* Silveira (MENEZES; GIULIETTI, 2000). Para melhor compreensão, no quadro 1, são apresentados alguns nomes populares, o nome científico, a descrição resumida das características das espécies e uma imagem, para identificação visual de Sempre-vivas.

Quadro 1: Apresentação de algumas espécies de Sempre-vivas, em Minas Gerais.

Nome Popular	SEMPRE-VIVA PÉ-DE-OURO	ESPETA-NARIZ, ESPETINHO	BOTÃO D'ADUA, JAZIDA	CAPIM ESTRELA, ESTRELA BRANCA	SEMPRE-VIVA PÉ-DE-OURO, MARGARIDINHA	CAPIM RABO-DE-RAPOSA
Nome Científico	<i>Syngonanthus elegans</i> (Bong.) Ruhland	<i>Rhynchospora globosa</i> (Kunth) Roem. & Schult.	<i>Comanthera vernonioides</i>	<i>Rhynchospora speciosa</i> (Kunth) Boeck	<i>Comanthera elegans</i> (Bong.) L.R. Parra & Giul.	<i>Aristida riparia</i>
Descrição	Possui aspecto vistoso de suas inflorescências, proporcionando valor comercial. As brácteas involucrais se destacam.	Erva perene, rizomatosa, ereta, 25-90cm altura. Pode ser pigmentada com outras, após a secagem.	Erva de até 2 cm, encontrada em muitos países da América do Sul.	Erva rizomatosa, cespitosa. Pedúnculo, liso, glabro, longo estriado, 60-160cm compr.	Erva com caule curto ou ramificado com ramos curtos, de onde partem folhas em roseta basal c/ escapos terminais	Caule do tipo rizoma curto e colmos aéreos achatados, verdes ou avermelhados, até 1 m altura.
Imagem						
Nome Popular	CHUVEIRINHO, BEM-CASADO	CAPIM-DOURADO, SEDINHA	BOTÃO-DE-BOLINHA, SEMPRE-VIVA-DO-CERRADO	BOTÃO-ZINHO, BOTÃO-BRANCO	CANABRAVA	MACELA, MARCELA, MACELINHA
Nome Científico	<i>Actinocephalus polyanthus</i> (Bong.) Sano	<i>Syngonanthus nitens</i>	<i>Leiothrix flavescens</i> (Bong.) Ruhland	<i>Paepalanthus flaccidus</i> (Bong.) Kunth	<i>Gynerium sagittatum</i> (Aubl.) P.Beauv.	<i>Achyrocline satureioides</i>
Descrição	Erva, com 10-75 cm de altura. Folhas em roseta, 10-15 cm de comprimento e 0,7-1 cm de largura, margem ciliada, com tricomas alvos, longos, bem visíveis.	Monocotiledônea, com 1 a 4cm de compr. e 0,1 a 0,2cm de larg., de onde saem de 1 a 10 escapos axilares brilhantes e dourados, com brácteas involucrais de cor creme.	Erva, com 18-35 cm de altura. Folhas dispostas em roseta basal, 3-15 cm de comprimento e 0,2-1 cm de largura, pilosas, ápice obtuso ou arredondado.	Erva, com 30-60 cm de altura. Folhas espiraladas, dispostas ao longo do caule ramificado, 5-10 mm de compr. e 1-2 mm de largura.	A canabrava é uma planta cespitosa, formando densas touceiras, que podem chegar até 10 m alt. Os colmos chegam a 5-6m de alt. e 2-3cm de diâmetro.	Arbusto perene que atinge cerca de 1 m de altura. As flores são amarelas em cachos, efeito medicinal como calmante.
Imagem						

Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

As fontes principais dos conteúdos das espécies apresentadas no quadro foram: GIULIETTI et al. (1996), PARRA (1998), DURIGAN et al. (2018) e Plano de Ação para a conservação das Eriocaulaceae do Brasil – PAN Sempre-vivas (ICMBio). Entre estas espécies de Sempre-vivas, existem outras que, de acordo com o Centro Nacional de Conservação da Flora, podem estar ameaçadas.

A nomenclatura sempre vivas abrangem a cinco grandes famílias vegetais; a Eriocaulaceae, Poaceae (Gramineae), Xyridaceae, Cyperaceae e Rapateaceae, embora se mostrem como plantas que possuem alta resistência ao tempo somente um grupo seletivo possui os atributos necessários para a comercialização (GIULIETTI et al. 1996).

4. Espécies de Sempre-vivas e o artesanato das comunidades

As comunidades Apanhadoras de Flores Sempre-vivas (na Região de Diamantina – Minas Gerais), são detentoras de um Sistema Agrícola Tradicional-SAT, de um modo de vida e conhecimentos relacionados ao bioma nativo e seu manejo, que mereceram da FAO/ONU o reconhecimento como Sistemas Importantes do Patrimônio Agrícola Mundial - SIPAM, sendo o pioneiro do Brasil e quarto da América Latina a conseguir tal distinção.

O SAT das Apanhadoras de Flores Sempre-vivas conjuga agricultura - criação - coleta nos diferentes agro-ambientes da Serra e nas variações sazonais, sendo constituído pelos seguintes componentes: policultivos em meio a áreas de vegetação nativa; quintais agroflorestais próximos às moradias com grande diversidade de espécies alimentares e criação de animais de pequeno porte; criação de gado rústico em pastagens nativas; manejo e extrativismo de espécies do cerrado para fins alimentares, medicinais, construções e usos domésticos; coleta de plantas ornamentais, com relevância para as Sempre-vivas, para comercialização e melhoria da renda

As apanhadoras de flores desenvolveram, ao longo dos anos e por inúmeras dificuldades enfrentadas, estratégias de vida e saberes complexos, permeados por significações e compreensões contextualizadas pelos lugares onde se encontram. Observa-se um amor próprio ao lugar, as lembranças e a atividade que desenvolvem. As práticas sustentáveis de extrativismo já apresentam resultados e as recentes conquistas de reconhecimento da atividade como patrimônio embala o otimismo das comunidades.

No comércio na cidade de Diamantina foi observado que, apesar dos esforços para a divulgação das flores Sempre-vivas como produto identitário das comunidades, ainda é precário o emprego das flores em adornos comerciais, em produtos para o turismo e nas atividades culturais. Porém, como cidade turística e com o retorno das atividades culturais (consequências da pandemia), há grandes possibilidades de novas propostas para desenvolver o artesanato das Sempre-vivas na região. Destaca-se o empenho e dedicação do CODECEX para divulgação das sempre-vivas em eventos locais e na realização do Festival das Sempre-vivas em Diamantina, reunindo apanhadores de flores, instituições parceiras e comunidade.

4.1. Iniciativas de cocriação com a participação de designers

Atendendo ao pedido do CODECEX, o grupo de pesquisadores, formado por professores e estudantes de cursos de bacharelado em design, ofereceu uma oficina de conhecimentos básicos de artesanato, cocriação e cadeia de valor das Sempre-vivas. A oficina denominada “Caminhos para as Sempre-vivas: design social na prática” foi realizada para algumas apanhadoras de sempre-vivas, aproveitando um intervalo da visita técnica da equipe de designers.

Na figura 2 são apresentadas imagens dos estudos para o desenvolvimento de novos produtos com as Sempre-vivas, apresentados na oficina realizada para as apanhadoras de Sempre-vivas de Diamantina, com a participação de estudantes dos cursos de design da Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG).

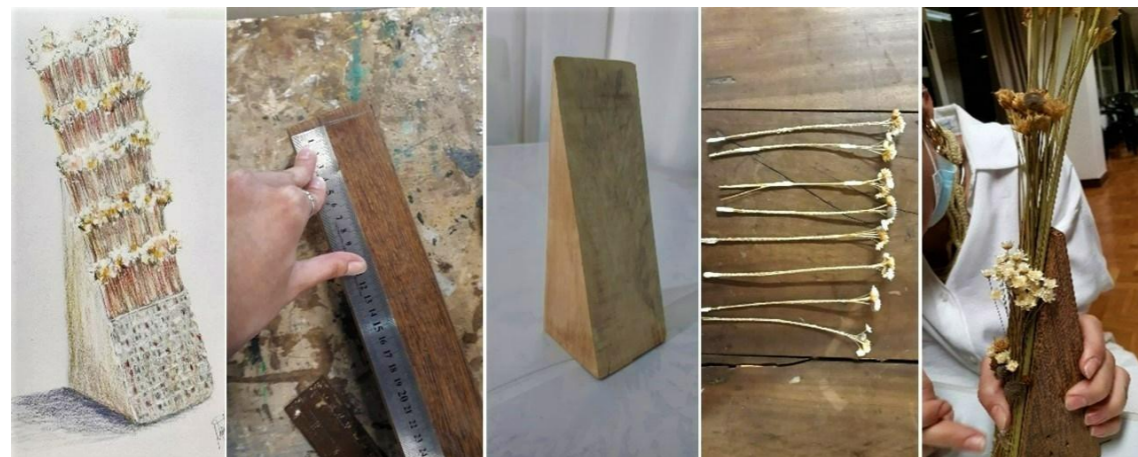


Figura 2: Oficina para o desenvolvimento de novos produtos. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

A oficina teve início com a apresentação dos conteúdos básicos sobre o artesanato (forma, funcionalidade, proporção, estrutura, cores, estética, detalhes, entre outros) e diálogo sobre a importância da identidade local. Em seguida, os participantes tiveram a oportunidade de expressar suas experiências e dificuldades para o desenvolvimento de produtos artesanais. Nesta troca de saberes, percebeu-se que as apanhadoras de flores pouco valorizam o trabalho que executam. No extrativismo, são muitos os desafios relacionados às condições de trabalho e de comercialização dos produtos, além das pressões de atravessadores presentes na região.

A depreciação do material, a carência de conhecimento da sociedade local (relações com o turismo) e o pouco interesse de gestores, se apresentam como elementos desafiadores para o artesanato com as Sempre-vivas. Até mesmo as apanhadoras de Sempre-Vivas valorizam mais a cerâmica do Vale do Jequitinhonha, comercializada amplamente na cidade, do que os seus produtos com as espécies exclusivas da região. Contudo, para que possam ser reconhecidas como elemento da cultura local, as Sempre-vivas devem ser protagonistas no território. Ainda nesta oportunidade de interação, as equipes de designers compartilharam alguns estudos com os materiais vegetais, apresentando possibilidades para a geração de novos adornos. As apanhadoras de Sempre-vivas, artesãs participantes da oficina, perceberam a simplificação dos processos e técnicas, em geração de alternativas de cocriação. No final da oficina, a partir do conhecimento das técnicas e aplicação de habilidades, as artesãs realizaram adequações em seus produtos, mantendo as características dos materiais oriundos das espécies vegetais.

A partir desta experiência, alguns modelos foram desenvolvidos pelas artesãs, para comercialização durante o Festival de Sempre-vivas de Diamantina: arranjo de flores em tronco natural, quadro em vidro com espécies diferentes e pingentes e brincos em resina, que destacam as sempre-vivas como material principal (figura 3).



Figura 3: Produtos desenvolvidos pela Comunidade. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O autoconhecimento das artesãs, apanhadoras de Sempre-vivas, se insere nesta experimentação de trocas de saberes. Um produto artesanal, representando o artesão e sua comunidade, carrega uma bagagem cultural, social e exclusiva, pelo valor abstraído do seu território. Assim, novas propostas podem surgir, contudo, permanecem fiéis às expressões de identidade de sua cultura local.

5. Resultados e Considerações

Nas breves apresentações dos biomas mineiros percebe-se, entre os autores, um constante relato de perda de vegetação nativa e, proporcionalmente, as perdas permanecem significativas nos biomas menores (Caatinga e Campos Rupestres). Em termos de ocupação territorial, o Cerrado e a Mata Atlântica são os mais extensos e também os mais afetados por mineradoras e a agropecuária, negócios lucrativos empresariais. Contudo, deve-se refletir sobre os limites insuportáveis que os interesses geram à natureza. Permanece o alerta de pesquisadores e ambientalistas, diante de fatos comprovados e inúmeros argumentos sobre a degeneração dos biomas.



Logo, é perceptível a necessidade de promoção e de aprimoramento de projetos para auxiliarem na proteção desses ecossistemas. Dessa forma, no estímulo à inovação nas estruturas culturais, de forma a possibilitar que ocorra o desenvolvimento, mas que sejam em conformidade com os valores socioambientais

Em busca de soluções para preservação dos biomas e por entender que este também é o papel do designer, este trabalho, modestamente, vincula a produção artesanal por meio de espécies vegetais ao território nativo. Para tanto, em um breve recorte para o artigo, dos biomas mineiros, buscou-se conhecer as espécies vegetais dos Campos Rupestres e, em especial, na produção artesanal das apanhadoras de Sempre-vivas, no município de Diamantina. Os estudos de algumas espécies de sempre-vivas são apresentados em modelo de quadro com nomes científicos e propriedades, resumidamente. Estas espécies são passíveis de serem utilizadas na produção artesanal.

Por meio do CODECEX, obteve-se a possibilidade de realizar um contato, em modelo de oficina do design social, com algumas artesãs, apanhadoras de Sempre-vivas. Este encontro ocorreu em função do evento na cidade de Diamantinas do Festival das Sempre-vivas. Durante esta breve experiência entre artesãs e equipe de designers foi possível estabelecer diálogos e interatividade. Como resultado, evidenciou-se as questões que envolve a cultura local. Como proposta de cocriação, alguns modelos foram desenvolvidos considerando os conteúdos abordados pela equipe. As artesãs realizaram adequações das propostas, mantendo a identidade das comunidades. Em considerações, espera-se contribuir para a preservação dos biomas locais e as práticas artesanais, por meio do conhecimento das espécies vegetais nativas.

Referências

COURA, Samuel M. da Costa. **Mapeamento de vegetação do Estado de Minas Gerais utilizando dados Modis**. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto). /INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/ MCT, São Jose dos Campos, 2007.

COUTINHO, Leopoldo Magno. **O conceito de bioma**. Acta bot. bras. v.20, nº.1, p.13-23, 2006.

DICIONARIO.PRIBERAM.ORG. **Edáfica**. Disponível em: <https://dicionario.priberam.org/ed%C3%A1fica>. Acesso em: 25 set. 2022.

GIULIETTI, Ana Maria et al. **Estudos em "sempre-vivas"**: taxonomia com ênfase nas espécies de Minas Gerais, Brasil. Acta Botanica Brasilica [online]. v. 10, n. 2, 1996.

GIULIETTI, Ana Maria et al. **Plantas Raras do Brasil**. Belo Horizonte, MG: Conservação Internacional, Co-editora Universidade Estadual de Feira de Santana. 2009.

GIULIETTI, Nelson et al. Estudos em sempre-vivas: importância econômica do extrativismo em Minas Gerais, Brasil. **Acta Botanica Brasilica** [online]. v. 1, n. 2, (suppl 1), Dez 1987.

INSTITUTO ESTADUAL DE FLORESTAS DE MINAS GERAIS (IEF/MG). **Cobertura vegetal de Minas Gerais**. Postado em 13 jul. 2020. Disponível em <http://www.ief.mg.gov.br/florestas>. Acesso em: 25 fevereiro. 2023.

LEAL, Inara Roberta. Prefácio. In: LEAL, Inara Roberta; TABARELLI, Marcelo; SILVA, José Maria Cardoso da (org.). **Ecologia e conservação da caatinga**. 2. ed. Recife: Editora Universitária UFPE, 2005.

LINO, Clayton Ferreira; ALBUQUERQUE, João Lucílio. **Mosaicos de Unidades de Conservação no Corredor da Serra do Mar**. Caderno nº. 32 - Série Conservação e Áreas Protegidas. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 2007.

MENEZES, N. L.; GIULIETTI, Ana Maria. Campos Rupestres. In: MENDONÇA, Míriam Pimentel; LINS, Livia Vanucci (org.). **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversitas, 2000.

MOURÃO, Nadja Maria. Cidades e comunidades: educação ambiental nos caminhos do design. **Brazilian Journal of Development**, vol.8, nº3, p.22420-22433, mar.2022. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv8n3-439>.

MOURÃO, Nadja Maria. **Sustentabilidade na produção artesanal com resíduos vegetais: uma aplicação prática de design sistêmico no Cerrado Mineiro**. (Dissertação) Mestrado em Design. UEMG, Belo Horizonte, 2011.

MYERS, Norman; MITTERMEIER, Russel A.; MITTERMEIER, Cristina G.; FONSECA, Gustavo A. B. da; KENT, Jennifer. Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature**, nº 403, p.853-845, fev. 2000. DOI: <https://doi.org/10.1038/35002501>

OLIVEIRA, Daniela Almeida; PIETRAFESA, José Paulo; BARBALHO, Maria Gonçalves da Silva. Manutenção da biodiversidade e o hotspots cerrado. **Caminhos de Geografia**, v. 9, n. 26, 2008.

POFFO, Gabriella Depiné. **Administração e sustentabilidade**. Balneário Camboriú: Faculdade Avantis, 2017.

SAMPAIO, Maurício Bonesso. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do buriti**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza, 2011.

SAWYER, Donald. Produção Sustentável, uma estratégia de conservação. In: GUIMARÃES, S. H. (org.). **Cerrado que te quero vivo!** Produtos e meios de vida sustentáveis. Brasília-DF: ISPN, 2005.

SILVA, Alexandre Francisco da. Floresta Atlântica. In: MENDONÇA, Míriam Pimentel; LINS, Livia Vanucci (org.). **Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas de Extinção da Flora de Minas Gerais**. Belo Horizonte: [s. n.], 2000. p. 45-53. ISBN 8585401125.



STEHMANN, José Renato et al. **Plantas da Floresta Atlântica**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2009.

WHATELY, Heloísa (coord.). **Guia Ilustrado de Animais do Cerrado de Minas Gerais**. São Paulo: Editare, 2003.

O papel do design na gestão da sustentabilidade no setor joalheiro

The role of design in sustainability management in the jewelry sector

Andreia Salvan Pagnan, UEMG

andreia.pagnan@uemg.br

Maria Regina Álvares Dias, UEMG

regina.alvares@uemg.br

Resumo

O setor joalheiro no Brasil se constitui de uma cadeia de fornecedores e produtores que se interdependem, tanto no seu próprio funcionamento quanto no que se refere ao seu fortalecimento diante do cenário econômico brasileiro. O seu fortalecimento depende de estratégias que envolvem desde a valorização da matéria-prima extraída em solo brasileiro, inserção do design como vetor de identidade nos produtos e ações governamentais que se direcionem para os pequenos arranjos Produtivo locais (APLs). O conjunto de atividades progressivamente se sucedem e se articulam desde os insumos ou matérias-primas, considerando a sua extração e o processamento, até o produto final, levando em conta a sua distribuição e comercialização. A extração de pedras no Brasil acontece por meio de pequenas empresas, na sua maioria de forma rudimentar nas minas localizadas nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, Pará e Tocantins, das quais saem grande quantidade e variedade de gemas. Aproximadamente 80%, em volume da produção de gemas se destinam à exportação, tanto no estado bruto como objeto de coleção e lapidadas. Os números mostram um aumento na exportação de diamantes em bruto, de pedras preciosas em bruto e de produtos de metais preciosos para a indústria, enquanto que a exportação de joalheria e ourivesaria de metais preciosos apresentou uma diminuição. Diante das questões encontradas se faz necessária uma discussão sobre o papel do design como vetor para a valorização da matéria-prima e do design brasileiro. Por meio de pesquisas tanto em literatura como nos órgãos e associações do setor joalheiro, o artigo busca uma revisão sobre as identificações geográficas no setor de gemas brasileiras que resultam em um entendimento da importância da valorização da localidade dos produtos de design.

Palavras-chave: sustentabilidade; joias; gemas

Abstract

The jewelry sector in Brazil is made up of a chain of suppliers and producers that are

interdependent, both in its own functioning and in terms of its strengthening in the face of the Brazilian economic scenario. Its strengthening depends on strategies that range from valuing the raw material extracted on Brazilian soil, inserting design as a vector of identity in products and government actions that are directed towards small local Productive Arrangements (APLs). The set of activities progressively follows one another and is articulated from the inputs or raw materials, considering their extraction and processing, to the final product, taking into account its distribution and commercialization. The extraction of stones in Brazil takes place through small companies, mostly in a rudimentary way in the mines located in the states of Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Bahia, Goiás, Pará and Tocantins, from which a large quantity and variety of gems come out. Approximately 80%, by volume of gem production, is destined for export, both in the raw state and as an object of collection and polished. The figures show an increase in the export of rough diamonds, rough precious stones and precious metal products for the industry, while the export of jewelry and jewelry made of precious metals showed a decrease. Faced with the questions found, a discussion about the role of design as a vector for the appreciation of raw materials and Brazilian design is necessary. Through research both in the literature and in jewelry sector bodies and associations, the article seeks a review of geographic identifications in the Brazilian gemstone sector that result in an understanding of the importance of valuing the locality of design products.

Keywords: sustainability; jewelry; gems

1. Introdução

A comercialização das gemas brasileiras passou por mudanças quanto à sua valorização por parte dos mercados consumidores. A crise financeira mundial de 2008 inseriu a Ásia na rota de compra das pedras brasileiras, superando os antecessores compradores americanos e europeus (SOUZA, 2012). O interesse pelas pedras de cor aumentou e atraiu a vinda de chineses para explorar as minas do interior de Minas Gerais, de onde levam a pedra bruta a preços irrisórios para ser lapidada e aplicada em joias e bijuterias na China as quais serão vendidas a um alto preço. O aumento da demanda levou à abertura de novas minas clandestinas que, sem registro, subfaturam os lotes de pedras. Todo esse processo afeta a cadeia de valor das pedras brasileiras, uma vez que, segundo Krucken (2009), a mesma se inicia a partir dos produtores de matérias-primas mobilizando processadores de diversos níveis (beneficiadores, transformadores e indústrias) e agentes responsáveis pela comercialização e distribuição de produtos; e finalmente, envolve os consumidores e usuários. Cada um dos atores da cadeia é prejudicado, pois desde a lavra de uma turmalina até a vitrine da joalheria o caminho envolve, como atores, o empresário dono da mina, os compradores das empresas de joias que vão a campo escolher os lotes de pedras, os lapidários, os designers de joias e a equipe de montagem da indústria joalheira, chegando por fim ao consumidor.

De acordo com Souza (2012), os empresários brasileiros ficam prejudicados com o fornecimento de pedras de qualidade para aplicação nas joias, o que faz com que venham a adquirir pedras de outros mercados internacionais. Somado a este quadro a entrada facilitada de produtos chineses no Brasil oferece ao consumidor um produto sem nenhuma preocupação

com o design em detrimento de um produto brasileiro feito com matéria-prima local. Tal processo, mesmo que vivenciado na contemporaneidade, se assemelha à retirada de ouro brasileiro pela corte portuguesa, com o agravante da globalização que modificou o ritmo da produção industrial, das transações comerciais e principalmente das informações entre as pessoas. Esse percurso controverso e desigual é apontado pela globalização, no qual aparece uma parte com um sistema de produção e de serviços fortemente dominado pelos países detentores da tecnologia produtiva e, de outra parte, um grupo de países que atuam como atores coadjuvantes fornecendo seus recursos naturais e as matérias-primas de baixo valor agregado (MORAES, 2006).

O fornecimento de quartzo atende não apenas o setor de joias, pois de acordo com o Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (2013), o Brasil é o único produtor de blocos de quartzo natural com propriedades piezoelétricas, usados principalmente na produção de ligas de silício para a indústria metalúrgica e para uma pequena produção de silício metálico. Os cristais naturais com propriedades piezoelétricas são exportados para a produção de ligas de silício na indústria metalúrgica. Ainda que o Brasil venda as lascas de quartzo para cultivo acaba importando os manufaturados. Os principais países exportadores de manufaturados de quartzo, em 2011, para o Brasil foram: China (51%), Coréia do Sul (16%), Japão (8%) e Malásia (3%) (DNPM, 2013).

A produção interna de quartzo no Brasil é representada na sua maioria pelo pequeno minerador e o minerador informal, os quais são incentivados por empresas exportadoras que visam a produção de quartzo para indústrias de alta tecnologia. Em longo prazo tal processo ultrapassa o que Manzini (2008) chama de resiliência de um ecossistema, que diz respeito à sua capacidade de tolerar uma atividade que o perturba sem perder irreversivelmente seu equilíbrio. Por outro lado, afetam o capital natural, o qual de acordo com o autor são os recursos não renováveis, que conjuntamente com a capacidade sistêmica do ambiente de reproduzir recursos renováveis, devem ser levados em conta como um todo.

A atuação de forma sistêmica na cadeia de valor envolve uma maior preocupação para o uso da matéria-prima, seja no uso de forma sustentável ou beneficiando-a como forma de agregação de valor. No que tange o uso dos recursos naturais, talvez o desafio adicional que impera no cenário atual seja o design capacitar de forma criativa e colaborativa caminhando rumo à sustentabilidade. A falta de um acompanhamento técnico por parte das governanças durante a extração de gemas gera um aproveitamento inadequado das jazidas, acarretando riscos operacionais, fraturas nas gemas, destruição de parte da produção, de acordo com Duarte (2011), além do uso de tecnologia defasada e falta de estudos geológicos básicos.

2. O papel do design no setor joalheiro

O design possui uma grande relevância como modificador e impulsionador do setor de gemas e joias. Sua atuação como modificador da cadeia de valor para um cenário mais favorável se aplica nas diversas etapas, como:

- propondo formas de beneficiamentos de matéria-prima que agreguem valor e as torne mais competitiva no mercado;
- promovendo a capacitação de mão de obra produtiva como lapidários garimpeiros e comunidades produtoras de joias;

- aplicando o uso de metodologias que resultem em produtos com identidade brasileira e que comuniquem com o consumidor, e por fim,
- promovendo integração entre os atores da cadeia para que se fortaleçam resultando em uma maior competitividade da cadeia como um todo.

Uma atuação de forma sistêmica tem motivado alguns setores da indústria brasileira almejando agregar valor a seus produtos que gerem maior competitividade, tanto no mercado interno, quanto externo. Embora, de acordo com Teixeira (2001), os equívocos ainda existam confundindo o design com a arte relegando-o ao plano do desenho apenas. Raramente o design faz parte do planejamento estratégico empresarial, pelo fato deste não entender que, ao contrário da arte, o design possui um caráter prático, funcional, significativo e concreto focado em uma necessidade a ser atendida. Mas mesmo sem um completo entendimento do papel do design, a indústria brasileira investe em tecnologia, pois de acordo com Gola (2008) por volta de 1980, neste quesito, essa se comparava às de Primeiro Mundo. Porém não investia em capacitação de profissionais que conseguissem operar as máquinas, o que acontece ainda hoje quando tais profissionais são formados dentro da própria empresa ou aprendem o ofício com os pais. Nos últimos dez anos, de acordo com Canaan (2013), a indústria brasileira vem buscando melhorar seus padrões de qualidade e de competitividade investindo na importação de máquinas, ferramentas e insumos. Esta é uma iniciativa motivada pela concorrência dos produtos importados e contrabandeados que entram livremente no Brasil. A intenção é potencializar seu poder de exportação agregando valor às joias brasileiras que no mercado internacional têm encontrado boa receptividade.

3. O papel das governanças para a sustentabilidade no setor joalheiro

As ações governamentais que buscam a capacitação profissional são uma forma de agregar valor às joias brasileiras, uma vez que agem nos diversos níveis, junto aos beneficiadores, transformadores e indústrias, e agentes responsáveis pela comercialização e distribuição de produtos. O design tem chegado a estes profissionais por meio de ações apoiadas pelo SEBRAE e o Ministério da Ciência e Tecnologia, e os projetos atendem as APLs (Arranjos Produtivos Locais), as quais podem ser definidas como:

aglomerações de empresas localizadas em um mesmo território, que apresentam especialização produtiva e mantêm vínculos de articulação, interação, cooperação e aprendizagem entre si e com outros atores locais, tais como: governo, associações empresariais, instituições de crédito, ensino e pesquisa (SEBRAE, 2003, p.12).

A integração de interesses locais entre os processadores como os lapidários, pode ser vista segundo SEBRAE (2006) no Arranjo Produtivo da Opala na região de Pedro II, cuja ação conjunta do Sebrae/PI com o Governo do Estado, por meio da Secretaria Estadual de Desenvolvimento Econômico, Prefeitura Municipal de Pedro II, Ministério das Minas e Energia, Associação dos Joalheiros e Lapidários de Pedro II, Centro de Tecnologia Mineral e Cooperativa dos Garimpeiros de Pedro II e Ministério da Ciência e Tecnologia. Tendo como objetivo tornar a cadeia produtiva mais competitiva inicialmente houve a capacitação de ourives, seguida da capacitação de lapidários criando o Centro Tecnológico de Artefatos Minerais, que oferece oficinas de lapidação e de joalheria agregando valor à produção. A

meta na época era de gerar 270 novos empregos em Pedro II, nas áreas de ourivesaria e lapidação, o que por sua vez beneficiaria diretamente cerca de mil pessoas, uma vez que o trabalho envolve também as famílias desses profissionais.

Em 2003, o projeto Via Design foi realizado na cidade de São José do Rio Preto (SP) com a missão de elevar a competitividade das micro e pequenas empresas pertencentes àquele polo. O projeto também buscou promover a participação das empresas nas exportações por meio da utilização do design como elemento de agregação de valor em produtos e serviços. De acordo com Morais (2004), toda a rede local de empresas, universidades e associações de classe da região de Rio Preto- SP foi mobilizada em torno do tema. Foram cadastrados os designers atuantes no setor em uma base de dados própria e estimulados a participar de cursos, palestras e concursos. Foi possível observar uma elevação da competitividade com um aumento nas exportações em 25%.

O pertencimento dessas MPEs a uma rede pode ser um fator que contribui para um aumento na competitividade das mesmas, pois isso as torna mais motivadas a estabelecerem laços de cooperação. Duarte (2011) exemplifica os (i) clusters (termo substituído por APL) que são aglomerações setoriais e espaciais de empresas e as (ii) alianças estratégicas que são relacionamentos que empresas de uma cadeia produtiva dispersa geograficamente estabelecem, como modelos nos quais as MPEs experimentam um maior acesso às informações e ao conhecimento. O investimento tecnológico e econômico por parte de incentivos governamentais gera a necessidade de investimento em conhecimento e aprendizados interativos por parte das empresas.

Um importante papel do design é o de fomentar o comportamento colaborativo entre os atores do processo produtivo de forma que reflita em produtos que atendam às expectativas dos consumidores. Segundo SEBRAE (2006) a produção brasileira de gemas não é bem organizada, com visão estruturada de mercado, comportamento esse visto como um problema. Sem planejamento os garimpeiros correm para uma região descoberta como fonte de produção de uma nova gema, aumentando a oferta e conseqüente queda nos preços. Para evitar tal situação, a saída seria a criação de pequenas empresas e associações de garimpeiros com melhor planejamento de inserção das gemas no mercado. As associações que podem ser vistas no estado de Minas Gerais, região de Teófilo Otoni reúnem municípios como Carai, Catuji e Padre Paraíso. Nestas APLs existe a concentração de empreendimentos que são relevantes para o contexto econômico local, indivíduos que atuam nas atividades relacionadas ao setor, porém não existe uma cooperação entre os atores o que impede que as associações se fortaleçam (CANAAN, 2013). Um diagnóstico foi realizado da situação, propondo a organização de cooperativas de 3 mil lapidários de acordo com SEBRAE (2006). Foi percebido que unido em cooperativas o setor teria melhores condições de trabalho, poder de comercialização das gemas eliminando a presença de atravessadores, além de maior poder de reivindicação de participação de projetos. O design nesse caso inserido na formação de redes pode aproximar os produtores dos consumidores, incentivando a participação dos mesmos em feiras de joias e gemas nacionais e internacionais (KRUCKEN, 2009).

4. A importância da indicação geográfica das gemas

Os produtos feitos com matéria-prima local possuem uma importância para o usuário

que atribui valor à origem. De acordo com Krucken (2009), o valor de um produto se constrói de forma interativa através de um equilíbrio entre o “valor potencial”, determinado pelos produtores, e o “valor real”, atribuído pelo consumidor ou usuário ao adquirir e utilizar o produto.

Foi estabelecido pela Lei 9279/96 de 14 de maio de 1996 o registro dos Indicadores Geográficos (IGs) e com isso o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI) passou a ter plenos poderes para estabelecer as condições de registro das indicações geográficas. De acordo com Krucken (2009), as indicações geográficas designam os produtos agrícolas e alimentícios que apresentam uma ou mais qualidades relacionadas com a zona de produção. Possuem como principais funções a de agregar valor ao produto e proteger a região produtora, segundo Giesbrecht (2014). Além disso, elas são fonte de contribuição para a biodiversidade, do conhecimento que se perpetua e dos recursos naturais.

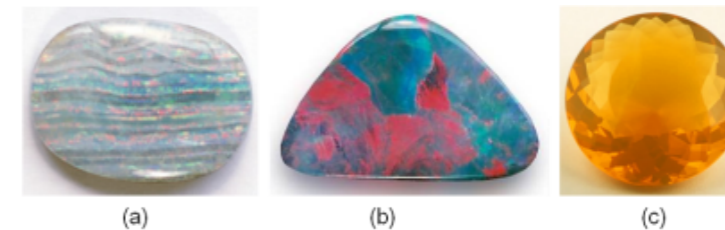
Para as economias locais e para o dinamismo regional elas contribuem positivamente pelo fato de propiciar a criação de valor local e impedem as falsificações. De acordo com Sardinha (2015), o INPI registra as IGs por meio de duas modalidades:

- Indicação de Procedência (IP), que pode ser solicitada quando um território é conhecido como um centro de produção de um determinado produto específico;
- Denominação de Origem (DO), que resulta de características únicas de um produto resultantes de um modo de produção específico, advindo tanto de fatores físicos como solo, clima e relevo, como de fatores humanos como a tradição na produção.

De acordo com Krucken (2009), no Brasil até o ano de 2006 havia apenas duas indicações geográficas: o Café do Cerrado, no estado de Minas Gerais, e o Vale dos Vinhedos, no estado do Rio Grande do Sul. Este último foi a primeira IG registrada no Brasil, em 2003, para vinhos tintos, brancos e espumantes. Atualmente o país possui 41 registros de IGs, das quais 33 são de indicações de procedência. No setor de artesanato se destacam a Paraíba como IG para têxteis em algodão colorido, São João Del Rei para peças artesanais em estanho, Goiabeiras do Espírito Santo para painéis de barro, região de Jalapão do Estado de Tocantins para artesanato feito em Capim Dourado e Pedro II para as joias artesanais feitas com opalas de Pedro II (Piauí), o qual será detalhado a seguir por tratar do setor de gemas e joias.

A cidade de Pedro II se situa ao norte do Piauí, numa área de garimpo e está assentada por serras de até 850 metros de altitude, de clima frio e seco durante todo o ano. Conhecida como pedra da boa fortuna, a opala ocorre em terrenos áridos, a profundidades rasas abaixo da superfície, que variam de 15 a 40 metros. De acordo com IBGM (2014), o INPI deferiu em janeiro de 2012, o pedido de indicação geográfica (IG), na modalidade de procedência para as opalas preciosas e as joias produzidas na cidade. A Figura 1 (a) mostra a imagem de uma opala branca com jogo de cor (ou iridescência) muito comum na região de Pedro II (PI). A Figura 1 (b) mostra a opala negra que possui maior ocorrência na Austrália, enquanto a Figura 1 (c) mostra a opala de fogo de maior ocorrência no México.

Figura 1: Amostras das variedades de opala (a) opala branca; (b) opala negra e (c) opala de fogo



Fonte: (IBGM, 2005, p.68)

As joias desenvolvidas com a aplicação da opala são artesanais combinadas ao ouro, prata e tucum. Os projetos são dos próprios artesãos que conferem às peças uma identidade artística na forma de colares, pingentes, brincos e anéis com valor agregado pelo diferencial. Segundo IBGM (2014), a produção das joias artesanais de opalas do Piauí é oriunda praticamente 100% da cidade de Pedro II que possui joalherias estruturadas com lapidação, fundição, maquinários e mão de obra qualificada.

Além da opala, podem ser citadas como pedras de procedência brasileira o topázio imperial, encontrado em Minas Gerais na região de Ouro Preto e a turmalina Paraíba originária da região do Seridó Ocidental Paraibano, num município conhecido mundialmente de nome Salgadinho. De acordo com Giesbrecht (2011) o Brasil é o segundo produtor mundial de topázio imperial, seguido da Rússia, Irlanda, Japão, Grã-Bretanha, Índia, Sri Lanka e Estados Unidos.

Figura 2: Topázio imperial



Fonte: IBGM, 2005, p.91

A Figura 2 mostra uma imagem de um topázio imperial de cor característica da região de Ouro Preto (MG). De acordo com Carvalho (2009), o topázio imperial recebeu esta denominação em homenagem a D. Pedro II, e comercialmente refere-se aos de cor laranja a vermelha, enquanto as variedades amarelas são denominadas topázio precioso. Não são conhecidos topázios imperiais sintéticos, embora existam alguns citrinos e quartzo fumê irradiados que podem ser confundidos com topázios naturais.

A importância de valorizar a procedência dos produtos brasileiros incide em despertar no usuário dos produtos a consciência pelo valor à localidade. De acordo com Krucken (2009), dentre os valores apreciados pelos consumidores estão a história do produto, do



território e da comunidade que o produz, bem como iniciativas de preservação do território e dos serviços ambientais associados.

5. Conclusão ou Considerações Finais

Para uma gestão de sustentabilidade no setor joalheiro no Brasil, os resultados efetivos seriam obtidos por meio de um design para a sustentabilidade que tenha uma abrangência no que diz respeito ao desenvolvimento social, político, ecológico, ambiental, cultural, tecnológico, territorial, econômico, de política nacional e internacional. Mas o maior agravante ou entrave ao desenvolvimento do setor de gemas e joias é a alta taxa tributária que impede a sua expansão. Há um descaminho no desenvolvimento do setor que pode ser observado quando uma pedra pode ser levada das minas brasileiras com imposto de exportação zero. Segundo Pereira (2001), a experiência mostra que a carga tributária elevada conduz à sonegação de impostos enquanto a baixa tributação, contraditoriamente leva à elevação de arrecadação de impostos. O caminho mais viável seria a valorização da matéria de procedência brasileira e não uma corrida na direção das oscilações de mercado cedidas pelos atores da cadeia mediante a falta de incentivos fiscais. Há um descaminho no desenvolvimento do setor que pode ser observado quando uma pedra pode ser levada das minas brasileiras com imposto de exportação zero. A experiência mostra que a carga tributária elevada conduz à sonegação de impostos enquanto a baixa tributação, contraditoriamente leva à elevação de arrecadação de impostos. O caminho mais viável seria a valorização da matéria de procedência brasileira e não uma corrida na direção das oscilações de mercado cedidas pelos atores da cadeia mediante a falta de incentivos fiscais.

Sob a ótica de olhar para o produto local dentro do Brasil, é de suma importância que as forças governamentais se concentrem em fortalecer os APL's de joias localizados em pequenas cidades e estados brasileiros, de forma que se tornem economicamente suficientes para que a exportação da matéria-prima não seja a fonte mais viável de renda financeira e de sobrevivência.

O design exerce papel fundamental propondo uso de técnicas e tecnologias para beneficiamento nos materiais, como: coloração de gemas com intuito de agregar maior valor as gemas que seriam rejeitos e descartadas. Como projeções futuras a esta pesquisa ficam levantamentos sobre outras possibilidades de uso do design para o reaproveitamento de rejeitos de quartzo por exemplo que normalmente são descartados vindo a promover projetos de extensão universitários que qualifiquem integrantes de APL's que promovam a reutilização de peças e gemas em novos produtos de joias.

Referências

CANAN, P.R.; **Gemas e joias: a gestão pelo design aplicada à cadeia de valor de arranjos produtivos locais**. 2013, 119 f. Dissertação (Mestrado em Design) –Programa de Pós Graduação em Design, UEMG, Belo Horizonte, 2013.

CARVALHO, R.G. C. Topázio imperial, o antigo rubi brasileiro, **Portugal Gemas**, n. 8, p.

1–14, 2009. Disponível em <
<http://www.pin.pt/index.php/pt/arquivo-agenda/noticias-2/975-portugal-gemas-magazine-digit-al-de-gemas-e-joalheria>>. Acesso em: 19 de abril de 2015.

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Sumário mineral**. Brasília, 2013.

DUARTE, G.A.; **A transferência da informação em Arranjos Produtivos Locais de Gemas e joias**. 2011, 182 f. Dissertação (Mestrado em ciência da computação) –Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

GIESBRECHT, H.O.; DE MINAS, R.B.A.; GONÇALVES, M.F.W.; SCHWANKE, F.H. **Indicações geográficas brasileiras – Artesanato**. Brasília: SEBRAE, INPI, 2014.

GOLA, E. **A Joia: História e design**. São Paulo: SENAC/SP, 2008.

IBGM - Instituto Brasileiro de Gemas e Metais. **Construindo o futuro dos APL de gemas, joias e bijuterias**. Brasília, 2014. Disponível em <
http://issuu.com/ibgmdf/docs/cartilha_apl>. Acesso em: 21 de junho de 2015.

KRUCKEN, L. **Design e território: valorização de identidades e produtos locais**. São Paulo: Studio Nobel, 2009.

MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: Epapers, 2008.

MORAES, Dijon De. **Análise do design brasileiro: entre a mimese e mestiçagem**. São Paulo: Blucher, 2006.

MORAIS, E. **O design no setor joalheiro**. Info paper, ano I, set 2004.

PEREIRA, R. C. **Ouro, Gemas e Joias: em busca de um entendimento**. Brasília: IBGM, 2001.

SCHUMANN, W. **Gemas do mundo**. São Paulo: Disal, 2006.

SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e pequenas Empresas. **Indústria de joias- lapidando a imagem da joia brasileira**, 2006. Disponível em:
<[http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/AA0CDFB4C6BDF0B083257279004756C2/\\$File/NT00035016.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/AA0CDFB4C6BDF0B083257279004756C2/$File/NT00035016.pdf)>. Acesso em: 09 de janeiro de 2015.

SOUZA, M.M. Invasão chinesa inflaciona mercado de pedras preciosas. **Valor econômico**, São Paulo, 20 de ago. 2012. Disponível em: <

<http://www.valor.com.br/cultura/2794666/joias-com-turmalina-de-minas-agora-so-se-vierem-da-china>>. Acesso em: 20 jan. 2015

TEIXEIRA, M.B.S. Design de joias em Minas Gerais. A construção de uma identidade. In: CASTAÑEDA, Cristiane; ADDAD, J. E; LICCARDO, Antônio. **Gemas de Minas gerais**. Belo Horizonte: Ed. SBG, 2001, cap. 10, p.261–280.



Avaliação da sustentabilidade no contexto da Lagoa da Conceição: desafios e oportunidades para o projeto USAT/ESA-B

Sustainability assessment in the context of Lagoa da Conceição: challenges and opportunities for the USAT/ESA-B project

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

Kamylla Emily Braga, estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo / UFSC - ORCID kamyllaemily@gmail.com

Andressa Cristine de Aguiar, estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- bolsista FAPESC, eduardaluz10r@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta uma pesquisa que traz como tema a avaliação da sustentabilidade no contexto da Lagoa da Conceição em Florianópolis. Mais especificamente, partiu-se do princípio de que é necessário avaliar para tomar uma decisão sobre quais tecnologias devem ser incorporadas na edificação, e que essas por sua vez devem considerar o contexto onde a edificação será inserida. Para tanto, elaborou-se um histórico do surgimento da urbanização na Lagoa da Conceição e elencou-se os desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável do lugar, tendo como referência a proposição do Modelo ESA-B. Como resultado obteve-se os principais aspectos que devem nortear a avaliação da sustentabilidade nesse contexto, de forma a nortear o desenvolvimento de um aplicativo, através do projeto USAT/ESA-B.

Palavras-chave: Edificações; Urbano; Ferramentas; Sustentabilidade; Avaliação.

Abstract

This article presents research that brings as theme the assessment of sustainability in the context of Lagoa da Conceição in Florianópolis.. More specifically, it was started from the principle that it is necessary to evaluate to make a decision about which technologies should be incorporated in the building, and that these in turn should consider the context where the building will be inserted. To do so, a history of the emergence of urbanization in Lagoa da Conceição was elaborated and the challenges and opportunities for the sustainable development of the place were listed, having as reference the proposition of the ESA-B Model.. As a result, the main aspects that should guide the assessment of sustainability in this context were obtained, in order to guide the development of an application, through the USAT/ESA-B project.

Keywords: Buildings; Urban; Tools; Sustainability; Evaluation.

1. Introdução

O cenário urbano real da maioria dos grandes centros é de exclusão social, exploração e ocupação descontrolada do território. O saneamento básico é insuficiente e em regiões litorâneas ou ribeirinhas onde o lençol freático é alto, a contaminação da água pelo uso de sumidouros torna-se preocupante. A gestão pública ineficiente inviabiliza o planejamento e a preservação dos recursos naturais existentes, às vezes não obedecendo a uma ordem de prioridades necessárias do espaço, mas, sim a interesses particulares. Outros serviços como manutenção de vias e passeios, fornecimento de energia, coleta de resíduos, abastecimento de água potável são precários em muitos bairros de grandes centros urbanos. A acessibilidade nas áreas urbanas é insuficiente, sem a previsão de equipamentos para vencer os desníveis de planos. A falta de drenagem e de mecanismos que aumentem a permeabilidade do solo e realizem a retenção das águas pluviais nas bacias possibilitam inundações ocasionando perdas e prejuízos às edificações.

Percebe-se ainda a carência de espaços e equipamentos de lazer no meio urbano, de forma a atender os usuários, impedindo as relações de convívio além do espaço da própria casa ou família. Os mecanismos de inserção urbana do edifício devem ainda prever a diferença cultural entre os segmentos sociais, se adequando à realidade e hábitos da população. Deve integrar e suprir deficiências detectadas na comunidade. Assim, o edifício passa a ser um agente redutor das desigualdades e promotor do desenvolvimento das comunidades numa parceria entre iniciativas público/privadas.

É nesse contexto de um bairro inserido em um grande centro urbano, com diversas necessidades não supridas e em um contexto ambiental frágil, é que se encontra a Lagoa da Conceição. Este artigo apresenta uma pesquisa, integrante de um projeto maior - o desenvolvimento do aplicativo USAT, traz como tema a avaliação da sustentabilidade no contexto da Lagoa da Conceição em Florianópolis, a fim de determinar quais são e as necessidades prioritárias do bairro, assim como seu potencial, utilizando como indicadores para tal avaliação a ferramenta “Modelo ESA-B” (LIBRELOTTO et. al., 2017) de avaliação de sustentabilidade.

2. Referencial Teórico

2.1 Floripa e a Lagoa da Conceição

Partindo-se da realidade brasileira, Santa Catarina é um estado que se destaca, tanto por seus aspectos socioculturais, como pelas questões econômicas e ambientais. Florianópolis, a capital, representa grande atrativo turístico e é pólo de desenvolvimento tecnológico. Além disso, sua natureza exuberante, onde a cidade entremeia a vegetação nativa e os ecossistemas frágeis, a tornam peculiar e urgente às medidas que possam ajudar a gerir esse conjunto. De acordo com o IBGE (2010), o município de Florianópolis

[...] apresenta 87.8% de domicílios com esgotamento sanitário adequado, 32% de domicílios urbanos em vias públicas com arborização e 54.4% de domicílios urbanos em vias públicas com urbanização adequada (presença de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio). Quando comparado com os outros municípios do estado, fica na posição 31 de 295, 175 de 295 e 14 de 295, respectivamente. Já quando comparado a outras cidades do Brasil, sua posição é 559 de 5570, 4793 de 5570 e 328 de 5570, respectivamente.


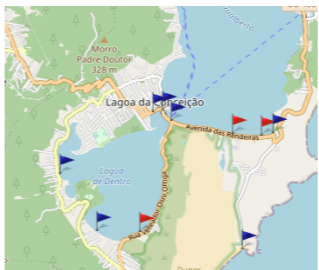
Um dos distritos da Capital que mais se destaca é a Lagoa da Conceição, que pode ser analisada de duas formas, sob o ponto de vista da divisão territorial do município, ou com relação a composição da bacia hidrográfica da Lagoa. No que se refere ao território, de acordo com o IPUF, o distrito Lagoa da Conceição se localiza à leste da ilha de Florianópolis e é formado pela Costa da Lagoa, Ponta da Aroeira, Canto dos Araças, Lagoa da Conceição, Praia Mole, Galheta, Retiro, Costão da Joaquina, Dunas da Lagoa, Porto da Lagoa e o Canto da Lagoa. Já a bacia hidrográfica é um pouco mais abrangente e engloba também outros distritos. Em função disso, nesse artigo, a região de estudo enfatiza os aspectos da divisão territorial.

Vários pesquisadores já vêm alertando para o agravamento das condições ambientais da Lagoa da Conceição (VAZ, 2008; VIEIRA E HENCKES, 2013; PINTO, 2015). Hauff (1996) realizou o diagnóstico ambiental integrado da Lagoa e já aponta para as mesmas questões. Muitos estudos têm sido conduzidos de forma isolada e específica no sentido de tentar entender a proliferação de espécies, a morfologia, a paisagem, a evolução do conglomerado, a estrutura fundiária, a qualidade de vida e das águas da Lagoa (BIER, 2013). Outras fontes de pesquisa, como o Instituto Trata Brasil sobre o Ranking de Saneamento 2019, traz um percentual de 67% de esgoto coletado, e destes apenas 46% são tratados. Para a Costa da Lagoa este percentual aponta para 20% de disponibilidade de rede, contra 76% na Lagoa e Barra.

A esses dados somam-se os relatórios de balneabilidade. Segundo dados no Ima/SC (2022), em 9 pontos realizou-se a coleta para análise da balneabilidade na Lagoa da Conceição (Quadro 1). Destes, em março de 2022, 4 estavam impróprios, mesmo com a condição pandêmica vivenciada nos últimos dois anos, que gerou uma redução da visitação turística. Os dados do histórico de coleta apontam para uma flutuação dos dados de balneabilidade, porém sempre com um alto percentual de indicações impróprias. Observa-se que de um ano para o outro, percebeu-se um aumento no percentual de imprópriedade nas coletas, não havendo nenhum ponto 100% próprio em março de 2023, como registrado no ano anterior.

Na condição dos distritos do Município de Florianópolis, a Lagoa da Conceição tipifica a vulnerabilidade do ecossistema da capital catarinense e representa um desafio para o planejamento urbano e desenvolvimento sustentável. A Lagoa da Conceição é um dos distritos da Capital de maior atratividade turística. Trata-se de uma comunidade tradicional, cuja principal atividade econômica já foi a pesca, que sofreu larga expansão urbana e hoje sofre com o agravamento das questões ambientais. Além disso, possui uma laguna, que emprestou seu nome à localidade, e deságua no mar através do canal da Barra e áreas características do bioma da mata atlântica, além de dunas, praias e um relevo bastante acidentado. Nas margens da Lagoa da Conceição está localizada a maior área de preservação permanente (APP) da ilha de Santa Catarina. As construções irregulares, alta demanda turística, despejos irregulares de efluentes, geografia local, atividades extrativistas pesqueiras e todos os usos do bairro tornam o local um desafio ao desenvolvimento sustentável.

Todo esse contexto evidencia a necessidade de uma abordagem que privilegie a gestão da sustentabilidade na Lagoa da Conceição, onde os cidadãos e o poder público possam atuar em conjunto para enfrentar as dificuldades e potencializar os atrativos desta região tão rica.

 <p>Março 2022</p>	<p>Dados de Balneabilidade Lagoa da Conceição: dos 9 pontos de coleta, durante a temporalidade de DEZ 21 a MAR 22, estiveram impróprios os pontos:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Ponto 66 - em 62,5% das coletas -Ponto 41 - em 56,25% das coletas -Ponto 62 - em 43,75% das coletas -Ponto 38 - em 18,75% das coletas -Pontos 39 e 72 - em 6,25% das coletas - Pontos 37, 43 e 61 - totalmente próprios em todas as coletas. <p>Fonte: Anuário de Balneabilidade 2021/2022 (2022)</p>
	<p>DEZ 22 a FEV 23, estiveram impróprios os pontos:</p> <ul style="list-style-type: none"> Ponto 43, 39, 38, 16,67% (2 de 12 medições) Ponto 37, 91,67% - impróprio (11 de 12 medições) Ponto 41, 61 e 72, 41,67% - impróprio (5 de 12) Ponto 62, 50% - impróprio (6 de 12) Ponto 66 75% impróprio (9 de 12) <p>Fonte: Consulta histórico de Balneabilidade IMA/SC (Março de 2023) Imprópriedade média = 43,52% de imprópriedade média (calculado pelos pesquisadores)</p>

Quadro 1: Pontos de coleta e situação de balneabilidade nos pontos. Fonte: IMA/SC (2023).

2.2 Modelo ESA-B

O Modelo ESA foi proposto inicialmente como uma ferramenta para a avaliação da sustentabilidade em empresas construtoras desenvolvido Librelotto (2005), que foi adaptado para a avaliação da sustentabilidade na edificação em três dimensões: econômica, social e ambiental, considerando o contexto urbano (LIBRELOTTO et. al, 2017), que foi denominado como ESA-B (Building). Cada dimensão tem um certo número de indicadores a serem analisados a fim de determinar a sustentabilidade da edificação no que se refere às condutas




(estratégias utilizadas no edifício) e ao desempenho atingido, associada à estrutura existente no Bairro.

No que se refere a estrutura urbana, o Modelo ESA-B, enquanto um modelo aberto, em uma segunda aplicação, propôs o uso dos indicadores do IQVU - Índice de Qualidade de Vida Urbana (NAHAS, 2016) como indicadores da estrutura urbana, pois este método já possui aplicação em Belo Horizonte e tem sido calculado periodicamente, e do Modelo MASP-HiS (CARVALHO; SPOSTO, 2012) para a avaliação das estratégias / condutas na edificação. Mesmo que não sejam utilizados os pesos e fórmulas de cálculo do IQVU, os quantitativos considerados serão utilizados como referência para a avaliação conforme o Quadro 2, enquanto que as condutas, por não se tratar de um estudo de caso, deverão ser avaliadas de forma genérica, para o conjunto de edificações construídas na Lagoa da Conceição.

3. Procedimentos Metodológicos

Após a contextualização do local, no que se refere à sustentabilidade de um modo geral, cada indicador do framework associado a estrutura urbana, conduta e desempenho será qualificado de forma a propiciar uma avaliação ainda que quali-quantitativa. Neste momento, realizou-se uma busca de dados quantitativos que possam respaldar as avaliações em nível de distrito. Foi criada, preliminarmente, uma escala de avaliação (Quadro 2).

Quadro 2 - Escala de avaliação. Fonte: Autoral

Fraco		0 a 0,33
Intermediário		0,34 a 0,66
Forte		0,67 a 1

Para análise da estrutura no bairro ou área de estudo é necessário levar em consideração a presença de certas edificações e espaços como: lazer, educação, comércio, serviços urbanos, saúde, segurança, mobilidade, estrutura básica, população, entre outros indicadores do IQVU que ajudam a qualificar o local. A metodologia utilizada para o cálculo do IQVU na cidade de Belo Horizonte é bastante complexa e necessita de fontes de dados por bairros. Em função disso, do método original do IQVU, manteve-se apenas a ponderação de pesos entre indicadores, procedendo-se alterações nos métodos de cálculos dos indicadores, que ao final receberam uma avaliação de 0 a 1 (Quadro 3).

Nas condutas em relação a edificação, foram realizadas considerações qualitativas acerca dos indicadores propostos pela MASP-HIS, levando em conta uma visão geral das edificações construídas na Lagoa da Conceição, observando-se a distinção entre indicadores da estrutura urbana e das condutas individuais ou coletivas adotadas nas construções. Cada indicador foi pontuado por notas (Quadro 4)

4. Aplicações e/ou Resultados

Através de uma pesquisa exploratória na região da Lagoa da Conceição através da ferramenta de GPS Google Maps foram identificados os equipamentos pertencentes à estrutura do bairro seguindo a mesma classificação da lista acima tentando identificar também os aspectos apontados pelo IQVU. Esses foram os equipamentos encontrados na Lagoa da Conceição:

Lazer (Peso IQVU 0,03): foram encontrados um parque, duas praças públicas, um clube para lazer privado e três centros culturais no bairro. População estimada Lagoa da Conceição (fixa) (PMF, 2023) - 21.901 em 2020 (3,37% da população total em 2020, PMF), Ainda a PMF apresenta uma população flutuante, que não foi considerada no cálculo dos indicadores.

i) Meios de Comunicação: possui uma rádio via facebook. Não foi possível obter informações sobre jornais físicos e sua tiragem.

ii) Patrimônio Cultural: dados do Instituto do Patrimônio citam uma relação de 12 bens tombados (número de bens tombados);

iii) Equipamentos Culturais: distribuição/equipamentos - ((Número de equipamentos culturais/população) x 1000) = 3 (centros) + 12 bens tombados/ 21.901x1000= 0,685

iv) Livrarias e papelarias: [(área de livrarias e papelarias/população) x 1000] = 3 estabelecimentos/21.901x1000= 0,137

v) Esporte (**Peso IQVU 0,03**): Destaca-se que a região da Lagoa possui bastante oferta de atividades esportivas aquáticas com stand-up, surf, windsurf, caiaques e pedalinhas. Também observa-se a prática de esportes aéreos como asa delta e parapente. Ainda, por meio terrestre oferece estrutura para trilhas e caminhadas, e algumas opções para ciclistas de melhor forma física.

Educação (Peso IQVU 0,13): no bairro há duas creches e quatro escolas (sendo três delas públicas); há duas universidades próximas (UDESC e UFSC) que distam entre 7 km e 8 km do bairro. De um modo geral, de acordo com o IDEB (2023), o município de Florianópolis possui 100 % das crianças e jovens em idade escolar frequentando a escola. No entanto, é possível verificar uma série de notícias que relatam a falta de vagas nas escolas e crianças que não puderam ser matriculadas nas escolas do município. Os índices do IDEB no município apontam para 71% das escolas com acessibilidade, 98% de alimentação fornecida, 80% dispõe de TV, 48% possuem biblioteca, 41% laboratório de informática, 21% laboratório de ciências, 39% com quadra de esportes, 99% com água tratada, 100% com energia elétrica e coleta de resíduos, 68% com coleta de esgoto e 91% com coleta banda larga. Ainda o resultado da educação no município de Florianópolis aponta que o índice de abandono em 2021 foi de 1% e de reprovação em torno de 10%. O índice de aprendizagem em português e matemática nas escolas públicas, embora tenha progredido nos últimos anos, apresenta resultados de aprendizagem até a quinta série de 60% para português e de 44% para matemática, decaindo para os anos subsequentes, sendo de 43% e 18% no nono ano e de 47% e 19 % no terceiro ano do ensino médio, respectivamente para português e matemática.

i) Educação Infantil: a) percentual de matriculados - [(número de alunos matriculados na creche e pré-escola/população menor de seis anos) x 100];

ii) Ensino Fundamental: a) percentual de matriculados - [(número de alunos matriculados no Ensino Fundamental/população de 6 a 14 anos) x 100]; b) índice de aproveitamento - [(número de aprovados no Ensino Fundamental / número de matrícula final) x 100];

iii) - Ensino Médio: a) percentual de matriculados - [(número de alunos matriculados no Ensino Médio/população entre 15 e 18 anos) x 100]; b) índice de aproveitamento - [(número de aprovados no Ensino Médio/número de matrícula final) x 100]

Das 171 escolas registradas no município de Florianópolis, o município registrou 6988 matrículas em creches, 7417 na pré-escola, 19388 no anos iniciais até a quinta série, 16623 matrículas nos anos finais, 13033 matrículas

no ensino médio e outras 4661 no EJA e educação especial, revelando um total de matriculados de 68110 em 2021 e apresenta um índice de 100% matriculados de acordo com a faixa etária. A população registrada pelo IBGE, nessa faixa etária de 0 a 19 anos em 2010 é de 107978 indivíduos, que mesmo sem a atualização da população para 2021, revela uma lacuna de 39868 indivíduos não frequentadores das escolas para essa faixa etária. (total 3 níveis de ensino - $68110/107978 \times 100 = 63\%$; percentual de aproveitamento médio IDEB= 10%)

Comércio (Peso IQVU 0,08 abastecimento e serviços urbanos Peso 0,11): entre supermercados, mercados de frutas e vegetais, mercearias, açougue e peixaria, foram encontrados 16 estabelecimentos no bairro, na Lagoa da Conceição também há a Feira de Artesanato e Gastronomia da Lagoa da Conceição durante os sábados e domingos. Em relação a outros estabelecimentos comerciais, foram encontradas padarias, bares, restaurantes, agências bancárias e hotéis, mas somente um posto de correios;

i) Equipamentos de abastecimento: a) Hiper e Supermercados [(número de hiper e supermercados/ população) x 1000]; b) Mercearias e similares [(número de mercearias e similares/população) x 1000]. Total: $3200/21901 \times 1000 = 0,15$, considerou-se uma média de 200 m² por estabelecimento x 16 estabelecimento, total de 3200 m².

ii) bancos - foram contabilizados 8 agências bancárias e caixas eletrônicos na Lagoa da Conceição.

iii) serviços de comunicação - cobertura de sinal telefônico nas regiões mais habitadas. 1 posto de correios.

Saúde (Peso IQVU 0,14): em relação aos equipamentos de saúde, além do Centro de Saúde Lagoa da Conceição há oito farmácias, 15 consultórios odontológicos, 2 laboratórios de exames e outras 17 clínicas médicas, consultórios e centros de cuidados em várias modalidades de saúde.

i) Atenção à Saúde: a) Centros de Saúde por 1.000 habitantes [(número de centros de saúde/ população) x 1000]; b) Outros Equipamentos de Assistência Médica [(número de outros equipamentos/população) x 1000] c) Equipamentos Odontológicos [(número de equipamentos odontológicos/população) x 1000] = $34/21901 \times 1000 = 1,5$

Segurança (Peso IQVU 0,08): há uma delegacia no bairro e a iluminação pública está presente em grande parte das ruas, que formam a comunidade central. Os pontos mais afastados do centro, como Costa da Lagoa e próximos às áreas de preservação, possuem pouca infraestrutura ou estrutura quase inexistente. De um modo geral Florianópolis apresentou uma queda no número de homicídios e crimes em relação a 2018 (98 vítimas), contra 61 vítimas em 2019 e 65 em 2020. Não houve registros de homicídios especificamente no Bairro, assim como registro de outros crimes por localidade.

i) Segurança Pessoal: a) Ausência de crimes contra a pessoa [(Valor máx. ocorrências homicídio tentado e consumado - valor UP)/população UP/1000]; b) Ausência de crimes contra o patrimônio [(Valor máx. ocorrências de roubo, furto e assalto - valor na UP)/população UP/1000]; c) Ausência de acidentes de trânsito [(Valor máx. ocorrências de acidentes no trânsito - valor na UP) /população UP/1000];

Mobilidade (Peso IQVU 0,16 de infraestrutura básica): a Lagoa da Conceição não apresenta ciclovias, mas possui em alguns trechos, ciclo faixas demarcadas. O bairro abriga um terminal de ônibus, diversos pontos para os mesmos, vias pavimentadas e calçadas largas o suficiente para a circulação de um pedestre por vez. A mobilidade por transporte automotivo individual é bastante dificultada pelo grande fluxo de veículos e contingente turístico que procuram as praias.

i) Pavimentação: a) Possibilidade de acesso [(extensão das vias pavimentadas/extensão de todas as vias) x 100]; 60% das vias pavimentadas da Lagoa da conceição

ii) Transporte Coletivo: a) Número de veículos por 1000 habitantes [(número de veículos/população) x 1000]; b) Frequência das linhas por UP (maior valor - valor da UP);

Em 2013 a Prefeitura contabilizou uma frota de 477 ônibus para atender 244 mil usuários de transporte público em Florianópolis. ($477/516.524 \times 1000 = 0,923$)

Estrutura Básica (Peso IQVU 0,16 de infraestrutura básica): o bairro apresenta saneamento básico, oferta de energia elétrica, abastecimento de água e sistema de coleta de lixo, o tratamento de esgoto é realizado pela ETE Lagoa da Conceição, onde um dos componentes é a lagoa de evapotranspiração. Essa lagoa, a cerca de 2 anos, sofreu um transbordo que provocou a contaminação das águas da Lagoa da Conceição e o alagamento de várias

residências do percurso das águas do transbordo. Uma das causas do transbordo decorre da mistura entre águas de drenagem e efluentes residuais, que com o aumento do volume de chuvas provocaram o transbordamento.

i) Salubridade Ambiental: a) Índice de Salubridade Ambiental - percentual de poluição ao ar, ao solo e na água (balneabilidade) - Região bastante arborizada e com muitas APPs. 100% dos resíduos são coletados e não foram encontrados registros de indústrias ou atividades contaminantes do solo na região. O índice de impropriedade médio da balneabilidade da água é de 43,52% nos primeiros meses de 2023.

ii) Energia Elétrica: Fornecimento de energia elétrica [(número de economias residenciais com energia elétrica/número de domicílios)x 100]; A capacidade instalada em Santa Catarina para 2021 foi 5818 MW, mas foi capaz de gerar 20602 GWh, sendo o estado brasileiro que mais aumento a geração de energia em relação ao ano anterior (24,2%).

População (Peso IQVU Habitação 0,18): sendo o bairro predominantemente residencial há diversos edifícios residenciais uni/multi-familiares no mesmo, porém a acessibilidade não foi levada em conta nas edificações da região. As regiões comerciais concentram-se no centrinho da lagoa e ao longo da Avenida das Rendeiras. A estrutura viária principal da Avenida das Rendeiras está sendo reformada, onde foi promovida a retirada de árvores, o alargamento das calçadas e inserção de piso tátil, assim como a alteração da do pavimento por componentes de concreto intertravados. Entretanto, destaca-se que as dimensões da via, não comportam o volume de tráfego necessário, gerando congestionamentos que duram horas. o IDH de Florianópolis é 0,847.

Outros: (meio ambiente - Peso IQVU - 0,06)

i) Conforto Acústico: Tranquilidade sonora (Maior valor de ocorrências da PM/SC de ruídos - valor da UP); ii) Qualidade do Ar: Ausência de coletivos poluidores [(número de veículos não autuados/total de vistoriados) x 100]; iii) Área Verde: Área verde por habitante (área verde/população);














Quadro 3: Avaliação dos indicadores da Estrutura Urbana da Lagoa da Conceição







Indicadores	Sub-critérios	Avaliação em escala da 0 a 1	Peso	Nota Final
1. COMÉRCIO	1.1- Equipamentos de abastecimento			0,08
	1.1.1 - Hiper e supermercados	0,7		
	1.1.2 - Mercarias e similares	0,7		
	1.1.3 - Restaurantes e similares	1		
	média	0,8		0,064
2 - LAZER /CULTURA	2.1- Meios de comunicação			0,03
	2.1.1 - Abrangência: tiragem de publicação	0,5		0,015
	2.2- Patrimônio Cultural			
	2.2.1 - Bens tombados	0,8		
	2.3- Equipamentos Culturais			
	2.3.1 - Distribuição/equipamentos	0,8		
	2.3.2 Livrarias e papelarias	0,5		
	média	0,65		0,0195
	2.4 - Esporte	1		0,03
3 - EDUCAÇÃO				0,13
	3.5- Ensino			
	3.5.1 - Matrícula de Ensino	0,6		
	3.5.2 - Tamanho de turmas no Ensino	0,5		
	média	0,55		0,0715
4 - POPULAÇÃO				0,18
	4.1- Qualidade da Habitação	0,8		
5 - INFRAESTRUTURA URBANA				0,16
	5.1- Saneamento	0,62		
	5.2.1 – Disponibilidade de água tratada	0,95		
	5.2.2 – Disponibilidade da rede de esgoto	0,3		
	5.2 Energia elétrica	0,8		
	5.2.1 Fornecimento de energia	0,8		
	5.3. Transporte coletivo	0,6		
	5.3.1 Vias pavimentadas	0,6		
	5.3.2 Númro de veículos	0,6		
	5.3.3 Conforto dos veículos	0,6		
	média	0,67		0,1072
6. MEIO AMBIENTE				0,06
	6.1 Confoto Acústico			
	6.1.1. Tranquilidade sonora	0,7		0,042
7 SAÚDE				0,14
	7.1 Atenção à saúde			
	7.1.1 Disponibilidade de leitos hospitalares	0,5		
	7.1.2 Postos de Saúde	0,8		
	7.1.3 Equipamentos odontológicos	0,8		
	média	0,7		0,098
8 - SERVIÇOS URBANOS				0,11
	8.1 Serviços pessoais			
	8.1.1 Agências Bancárias	0,9		
	8.2 Serviços de comunicação	0,7		
	8.2.1 Bancas de revistas e livrarias	0,9		
	8.2.2. Sinal de telefonia	0,5		
	média	0,8		0,088
9. SEGURANÇA URBANA				0,08
	9.1 Segurança pessoal	0,95		
	9.1.1 Ausência de criminalidade	0,9		
	9.1.2 Ausência de tentativas de homicídios	1		
	9.2 Segurança patrimonial	0,85		
	9.2.1 Ausência de roubo e furto em propriedades	0,8		
	9.2.2. Ausência de roubo e furto de veículos	0,9		
	9.3 Segurança no trânsito	0,9		
	9.3.1 Ausência de acidentes de trânsito	0,9		
	média	0,9		0,072
total				1 0,6072

Quadro 4 - Avaliação sintetizada da Lagoa da Conceição a partir dos indicadores do Modelo ESA.

0,33 Uso do solo	As edificações do bairro não apresentam mecanismos para recuperar áreas de processos erosivos. As edificações implantadas em terrenos com desníveis utilizam nivelamento para planificar o terreno e é inferido que foram realizadas as investigações geotécnicas necessárias para conhecer o solo e escolher as fundações apropriadas. O bairro atualmente apresenta contaminação das águas e ocupação que pouco considera a biodiversidade local, visto que grande parte dos terrenos do bairro não apresentam áreas suficientes de permeabilidade ou
---------------------	---

	vegetação nativa, apesar das praças verdes e espaços para admirar a vista da lagoa.
0,5 Consumo de água	As edificações de melhor padrão utilizam estratégias como dispositivos aeradores, caixas acopladas, entre outros para economia da água. Poucas possuem medidas para reaproveitamento da água da chuva ou contribuições para retenção da água em auxílio à drenagem urbana.
0,5 Consumo de energia	As construções locais dependem do fornecimento de energia da concessionária e não possuem, de um modo geral, de sistemas de geração próprios ou alternativos.. As medidas de economia mais comuns referem-se ao uso de LEDs e equipamentos domésticos com sistema PROCEL.
0,66 Consumo de materiais	Não se pode dizer com certeza a procedência dos materiais de construção utilizados nas edificações do bairro, porém, percebe-se que a maioria das mesmas são edifícios simples de alvenaria de vedação ou concreto armado sem utilizarem materiais reciclados ou estruturas pré-existentes. Nas regiões que margeiam as área de APP percebe-se construções em madeira ou materiais menos convencionais.
0,33 Resíduos	Considerando o sistema construtivo dos edifícios e dimensão dos mesmos (pequena), é possível deduzir que não houve preocupação com a gestão de resíduos na obra, também é possível que para grande parte das casas não houveram projetos arquitetônicos formais.
0,5 Saúde, higiene e qualidade de vida	As edificações do bairro possuem elementos de ventilação que em sua maioria podem ser regulados pelo usuário, no entanto não é possível avaliar a eficácia da ventilação, insolação e das escolhas de materiais para evitar proliferação de fungos e ter uma boa qualidade do ar interno. A estrutura urbana do bairro não acomoda os ciclistas. O projeto, quando existente, não avalia por simulação o conforto das edificações.
0,33 Conforto eletromagnético	Não há qualquer tipo de preocupação em relação às emissões de ondas por torres de celular, rádio ou proximidade à linhas e torres de transmissão. A contaminação por radônio não é uma preocupação construtiva nas residências da região. O radônio-222 origina-se do urânio-238, que existe em pequenas quantidades em diversos materiais, inclusive nos de construção, O radônio e seus gases, presentes nos mais diversos materiais da construção e ornamentação (cimento, cerâmica, rochas ígneas como mármore e principalmente granitos, lajes, esculturas, etc.), bem como o presente no solo, deve ser objeto de observação, principalmente considerando a natureza do subsolo da região.
0,33 Conforto Tátil e antropodinâmico	As edificações na Lagoa da Conceição geralmente não levam em consideração a acessibilidade dos usuários.
0,66 Ventilação	A ventilação de edifícios no bairro é majoritariamente natural é feita através de portas ou janelas, as quais aparentemente são suficientes para partes das edificações do local. Por vezes não são encontrados elementos de sombreamento de fachada ou há pouco espaçamento entre casas e muros, impossibilitando a ventilação apropriada
0,66 Conforto acústico	Não há preocupação em relação a acústica nos projetos das edificações do bairro, exceto naqueles estabelecimentos comerciais onde há sistemas de som. A Lagoa da Conceição, nas regiões mais afastadas do centro, apresenta-se como um bairro relativamente tranquilo, logo infere-se que a falta de tratamento acústico não apresenta um grande problema no bairro.
0,8 Conforto lumínico	Uma vez que o bairro tem acesso à energia elétrica, assume-se que as casas da região contam com iluminação artificial, o mesmo pode ser dito da iluminação natural devido a presença de janelas nas edificações, mesmo que o conforto lumínico não seja uma preocupação nas maioria dos projetos.
Conforto higratérmico	Grande maioria das casas do bairro possuem cores claras na fachada e disposição, em

 0,66	sobrados, de ambientes de uso comum no andar de baixo e dormitórios no andar de cima. A exposição à umidade é bastante acentuada, não havendo mecanismos específicos de proteção nas fachadas, sendo mais comum as medidas de proteção nas coberturas e áreas úmidas.
Durabilidade  0,8	Não foram encontradas informações concretas sobre a vida útil das edificações da área, porém, com a devida manutenção, a vida útil da alvenaria (sistema de fechamento predominante no bairro) é em média 60 anos.
Segurança (estrutural, fogo, uso e operação)  0,5	O Corpo de Bombeiros de Santa Catarina prevê cuidados nas edificações em relação à segurança contra incêndio, estrutural e outros, principalmente para edificações comerciais. As edificações residenciais predominantes no bairro possuem poucos requisitos.
Estanqueidade  0,5	É inferido que as construções do bairro possuem estanqueidade em relação à chuva, individualmente. Entretanto, no conjunto, sofrem frequentemente com alagamentos em função das chuvas.
Habilidade, flexibilidade e funcionalidade  0,33	A maioria das edificações no bairro são residências unifamiliares que não apresentam estrutura pensada para adaptabilidade para novos usos ou ampliações verticais.
Construtibilidade  0,33	Acredita-se que grande parte das construções na Lagoa da Conceição ocorreram sem um projeto arquitetônico formal e sem um planejamento em relação ao gerenciamento das obras e comparação entre opções para a escolha da que menos consome materiais.
Infraestrutura  0,5	Para melhorar a infraestrutura do bairro, em 2022 a prefeitura fez a troca de pavimento da pista de rolamento da Avenida das Rendeiras, a via também ganhou uma ciclovia e teve o sistema de drenagem recuperado. A prefeitura também assinou um contrato para construção de uma nova ponte, que promete melhorar o trânsito nessa região. As edificações pouco contribuem na melhora da infraestrutura do bairro.
Conforto e saúde  0,8	As casas do bairro em sua maioria possuem jardins com acesso à luz solar e grades ou muros que dão ao morador privacidade, sem cortar por completo seu acesso ao exterior, a região também conta com um sistema de coleta de lixo, no entanto o bairro não conta com uma central de reciclagem e não está garantido acesso à água potável em todos os edifícios.
Qualidade do produto/habitação  0,5	A maioria das edificações no bairro não possuem adaptações para acolher pessoas de mobilidade reduzida e pela maioria das casas não possuem projeto formal, o período de manutenção e tudo envolvendo a mesma cai na responsabilidade do morador e somente dele. Porém há espaços privativos ao ar livre na maioria das casas do bairro.
Relacionamento com a comunidade local  0,5	No bairro há locais para interação com a comunidade como centros culturais e parques e residências possuem muros baixos, que permitem interações entre vizinhos.
Participação  0,5	Não há informação em relação à participação da população na escolha dos empreendimentos construídos no bairro. Está em discussão o plano diretor de Florianópolis, entretanto a população tem encontrado resistência na priorização de suas necessidades.
Herança cultural  0,33	Como herança da cultura indígena, ainda cultiva-se a mandioca e as redes de pescas são feitas utilizando plantas fibrosas. A região também conta com traços da cultura açoriana, como o folclore, o artesanato, a pesca e algumas festas religiosas.
Políticas públicas  0,5	No fim de 2022, a Justiça Federal em Florianópolis (Ambiental) realizou uma audiência de instalação da Câmara Judicial de Proteção da Lagoa da Conceição. De acordo com a Prefeitura de Florianópolis (2021), em 2 de fevereiro de 2021, a Floram instituiu Grupo Técnico, com objetivo geral de acompanhar a gestão dos recursos hídricos e qualidade da água nas Bacias Hidrográficas da Lagoa do Peri e da Lagoa da Conceição.

Educação ambiental  0,33	O bairro não conta com projetos para educação ambiental.
Usuários  0,8	Os usuários da Lagoa da Conceição são os próprios moradores, moradores de outros bairros que usufruem dos atrativos do lugar e também alguns visitantes de fora que aproveitam o entorno da lagoa para praticar exercícios, fazer passeios e aproveitar os diversos restaurantes e bares próximos a essa área. A participação dos usuários nos projetos das edificações restringe-se ao convencional. O IDH é bastante elevado.
Segurança  0,5	Os moradores da região estão reclamando da falta de segurança do bairro, roubos ocorrem frequentemente à noite na área comercial e os traficantes de drogas agem à vontade.
Fortalecimento da economia local  0,8	A Lagoa da Conceição possui infraestrutura básica e equipamentos urbanos que, apesar de apresentarem problemas, conseguem suprir parte das demandas da população. Por ser um bairro residencial, a Lagoa apresenta um pequeno centro comercial para suprir as demandas de moradores.
Viabilidade econômica  0,5	Pode-se inferir que as casas da região foram construídas de acordo com a viabilidade econômica de seus moradores e pelos mesmos.
Custo de construção, operação e manutenção  0,33	Devido a probabilidade das edificações da região serem, em sua maioria, de caráter informal, acredita-se que não houve um estudo em relação aos custos de manutenção e operação dos edifícios. O bairro também apresenta poucas edificações com medidas para economia de água ou energia.
Média final	15,16 / 29 indicadores = 0,52

No que se refere ao desempenho, de uma forma simplificada nas questões ambientais, pode-se dizer que:

- **ÁGUA** - Não foram encontrados dados recentes em relação ao consumo de água da Lagoa da Conceição. Porém, de acordo com dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (2002) o consumo per capita em Florianópolis é de 155 L por habitante por dia e sendo a população estimada do bairro 9.849 habitantes (2000), estima-se que o consumo diário do bairro é em torno de 1.526.595 L.
- **ENERGIA** - A CELESC não divulga os dados do consumo de energia do bairro, porém devido ao número de reclamações de falta de energia no bairro, percebe-se que a demanda do bairro não é suprida pelo sistema de fornecimento de energia da cidade.
- **AR** - a qualidade do ar é boa em função da incidência da ventilação natural e presença de áreas de APP no local.
- **SOLO** - A contaminação do solo pode ocorrer pela disposição de efluentes, considerando um nível do lençol freático elevado.
- **SOCIAL** - Há bastante diversidade na população onde a comunidade tradicional convive com a população migrante. A renda média é elevada e há profissões tradicionais como a pesca.
- **ECONÔMICO** - geração de renda local e bom poder aquisitivo.

Assim, pode-se considerar que a Lagoa da Conceição possui um estrutura urbana com um nível de desenvolvimento intermediário (0,61), com edificações que adotam condutas intermediárias (0,52), com um desempenho resultante também intermediário. Considerando os níveis propostos pelo modelo ESA-B (LIBRELOTTO et. al., 2017) encontra-se no

quadrante D do cubo de posicionamento da sustentabilidade, caracterizando o local como em desenvolvimento, com muitas possibilidades de melhoria.

5. Análises dos Resultados e Discussões

A Lagoa da Conceição é um bairro predominantemente residencial com alguns comércios concentrados em pontos do bairro. A mobilidade da região apresenta problemas, sendo pouco eficiente contra o congestionamento de trânsito e havendo limitado espaço para pedestres e ciclistas. O bairro apresenta necessidade de melhora na sua infraestrutura em relação ao acesso à água e energia, os quais não suprem a necessidade da população, havendo falta de luz e água no bairro diversas vezes ao ano.

O fato de não haver muitas variações de uso das edificações que são em sua maioria residências unifamiliares, à exceção das construções no centrinho da Lagoa, marginal da Avenida das Rendeiras e restaurantes dispersos na Costa da Lagoa e beira da Lagoa e canal, também apresenta um problema na sustentabilidade e mobilidade, levando os moradores a fazerem deslocamentos utilizando transporte motorizado para comércio ou lazer. O bairro possui grande potencial turístico devido a sua cultura e belezas naturais, porém não possui uma estrutura que atinge o nível intermediário considerando apenas a população fixa.

Também nota-se a precariedade de políticas públicas para a educação da população em relação à preservação ambiental, o que talvez auxiliaria no entendimento dos perigos da implantação de tantos edifícios nas margens da lagoa e incentivaria o cuidado com as áreas verdes restantes no bairro. A Lagoa da Conceição possui muitas edificações de no máximo dois pavimentos, desse modo a entrada de luz e ventilação natural na maioria das habitações do bairro é facilitada, porém alguns potenciais que surgem desse fato não são explorados, como a possibilidade de uso de painéis de energia solar nos telhados das edificações, escolha de materiais de forma consciente para evitar perda de calor no inverno e excessivo ganho de calor no verão, diminuindo assim o consumo de energia.

Por ser um bairro não planejado, a Lagoa da Conceição apresenta muitos problemas, o que como paradoxo, também lhe qualifica. De uma forma ou de outra apresenta possibilidades de melhorias em relação a sua sustentabilidade, considerando uma análise integrada de estrutura, conduta e desempenho, principalmente ao verificar o potencial de contribuição para o desenvolvimento local que as edificações, de forma isolada ou conjunta, apresentam.

6. Conclusão ou Considerações Finais

Nesta pesquisa procurou-se avaliar a sustentabilidade da Lagoa da Conceição, utilizando o Modelo ESA-B que atingiu a condição de um bairro em desenvolvimento. Mais importante que a significância dos valores resultantes da avaliação é a análise da adequação do modelo para realizar a gestão do lugar. A coleta de dados de forma exploratória, neste artigo, foi muito trabalhosa e requer a colaboração de diversos setores públicos e privados. Entretanto, o

modelo ESA-B apresenta muito potencial para subsidiar a gestão da sustentabilidade do lugar como propõe o projeto.

Foram encontradas muitas dificuldades para obter informações relevantes sobre a área de estudo, pois há uma limitação de obtenção de dados no âmbito dos bairros, e que é de extrema importância para o entendimento deste estudo. Sendo assim, para que possamos ter uma análise mais profunda sobre o tema abordado, é necessário que os órgãos públicos, consigam de alguma maneira, expor dados mais detalhados sobre os bairros e não somente dados genéricos, como do município inteiro, visto que uma cidade como Florianópolis possui uma área territorial bem considerável.

Referências

ARCARI, Thiago de Liz et al. **Estimativa de cargas de e. coli e análise espaço-temporal da balneabilidade na Lagoa da Conceição, Florianópolis-SC**. 2016.

CARVALHO, Michele Tereza Marques; SPOSTO, Rosa Maria. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto**. Ambiente Construído, v. 12, p. 207-225, 2012.

CLIC RBS. **Reportagem Weiss et. al.** Disponível em: https://www.clicrbs.com.br/sites/swf/plano_diretor/lagoa.html#zoneamento. Acesso em: 20 mar. 2023.

HAUFF, Shirley Noely et al. **Diagnostico ambiental integrado da bacia hidrografica da Lagoa da Conceição-Florianopolis, SC**. 1996.

IBGE/Cidades. Censo demográfico. 2010. **Instituto do Patrimônio**. Disponível em: <https://www.ipatrimonio.org/florianopolis-ribeirao-da-ilha-lagoa-da-conceicao-santo-antonio-de-lisboa>. Acesso em: mar. 2023.

IMA/SC– Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina. Relatório de Balneabilidade Lagoa da Conceição. Março, 2022. Disponível em: <https://balneabilidade.ima.sc.gov.br/>. Acesso: mar. 2022.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo ESA para avaliação da sustentabilidade na construção civil**. Edgar Blucher. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2008.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo ESA para avaliação da sustentabilidade na construção civil**. Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, 2005.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, PAULO CESAR MACHADO; SANOM, S. ; MATANNA, L.. **Avaliação da Sustentabilidade do edifício na Escala Urbana**. In: ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2017, Florianópolis. Anais ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis: UFSC/Virtuhab, 2017. v. 1. p. 163-177.

MME (Ministério de Minas e Energia). **Anuário Estatístico de Energia Elétrica 2022: ano base 2021**. Disponível em:



http://shinyepe.brazilsouth.cloudapp.azure.com:3838/anoario-livro/#Cap%C3%ADtulo_2:_Pa_norama_Nacional. Acesso em: mar. 2023.

Prefeitura de Florianópolis. **FLORAM - Fundação Municipal do Meio Ambiente**.

Disponível em:

<http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/floram/index.php?cms=lagoa+da+conceicao&menu=0>.

Acesso em: 20 mar. 2023.

SSP/SC. **Boletim mensal de crime**. Maio de 2021. Disponível em:

https://www.ssp.sc.gov.br/files/dinidocs2021/Boletim_Mensal_202105.pdf. Acesso em: mar. 2023.

VAZ, Marcelo Cabral. Lagoa da Conceição: a metamorfose de uma paisagem. 2008.

Dissertação de mestrado. PPGAU. 2008. Disponível

em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/91058/257315.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: mar. 2023.

Vias Seguras. **Estatísticas de acidentes de Trânsito no Estados**. Disponível em;

http://vias-seguras.com/os_acidentes/estatisticas/estatisticas_estaduais/estatisticas_de_acidentes_no_estado_de_santa_catarina. Acesso em: mar 2023.

VIEIRA, Jennyfer Silva; HENKES, Jairo Afonso. **UMA ANÁLISE NOS IMPACTOS AMBIENTAIS CAUSADOS NA LAGOA DA CONCEIÇÃO PELO DESPEJO DE EFLUENTES**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, v. 2, n. 2, p. 309-337, 2013.

Agradecimentos

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.

Avaliação da sustentabilidade pelo Modelo ESA-B: o edifício integrado ao contexto urbano

Sustainability assessment by ESA-B Model: the building integrated in the urban context

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. Eng, UFSC – CTC – PósARQ/ Brasil - ORCID - 0000-0002-3250-7813.

lisiane.librelotto@ufsc.br

Eduarda Cardoso Da Luz , estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo / UFSC - ORCID

eduardaluz10r@gmail.com

Verônica Bandini, estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo / UFSC - ORCID

veban06@gmail.com

Kamylla Emily Braga , estudante de Arquitetura e Urbanismo, UFSC- Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo / UFSC - ORCID

kamyllaemily@gmail.com

Resumo

Esta pesquisa traz como tema a avaliação da sustentabilidade considerando uma visão integrada entre edifício e cidade, sendo parte de uma pesquisa maior que objetiva o desenvolvimento de um aplicativo para gestão da sustentabilidade em um bairro. Mais especificamente, partindo-se do princípio de que é necessário avaliar para tomar uma decisão sobre quais tecnologias devem ser incorporadas ao ambiente construído, propõe-se um modelo para gestão da sustentabilidade no edifício, alcançando as cidades. Para exemplificar a aplicação do Modelo ESA – *Building*, efetuada segundo uma inter-relação tridimensional, frente às três dimensões da sustentabilidade utilizou-se uma edificação em contexto urbano hipotético, e indicadores fictícios para três cenários. Como resultado obteve-se a aplicação simulada de um método para avaliação da sustentabilidade de edificações, considerando a estrutura urbana onde está/será inserido o edifício, as estratégias/condutas utilizadas ao longo do ciclo de vida e do desempenho obtido frente às dimensões econômica, social e ambiental.

Palavras-chave: Edificação; Ferramenta; Sustentabilidade; Avaliação; Urbano.

Abstract

This research has as its theme the assessment of sustainability considering an integrated vision between building and city, being part of a larger research that aims to develop an application for sustainability management in a neighborhood. More specifically, based on the principle that it is necessary to evaluate in order to make a decision about which technologies should be incorporated into the built environment, a model for sustainability management in the building is proposed,

reaching the cities. To exemplify the application of the ESA - Building Model, carried out according to a three-dimensional interrelationship, in view of the three dimensions of sustainability, building was used in a hypothetical urban context, and fictitious indicators for three scenarios. As a result, a simulated application of a method for evaluating the sustainability of buildings was obtained, considering the urban structure where the building is/will be inserted, the strategies/ conducts used throughout the life cycle and the performance obtained in relation to the economic, social and environmental.

Keywords: Buildings; Tools; Sustainability; Assessment; Urban.

1. Introdução

O mundo sofre com as mudanças climáticas. São incêndios, inundações, aumento da temperatura do Planeta, efeito estufa, entre outros tantos problemas. Na raiz disto encontra-se a ação humana. A academia envida esforços para propor soluções e tecnologias capazes de superar ou minimizar estes fenômenos. Tal solução não é simples e envolve profissionais de diversas áreas e campos do conhecimento. A sustentabilidade se consolida como uma área do conhecimento, de caráter inter e multidisciplinar, como uma ciência complexa. De acordo com o relatório da Comissão Brundtland, o Nosso Futuro Comum (1987), o desenvolvimento sustentável é aquele que encontra as necessidades atuais sem comprometer a habilidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades. Quando analisado da ótica do pesquisador crítico, por si só, tal conceito já apresenta um problema, pois o encontro das necessidades atuais já não é satisfatório. Não está sendo possível sequer satisfazer as necessidades desta geração com equidade e justiça, quiçá de uma forma sustentável. O que se pode dizer das necessidades e comprometimento dos recursos para as gerações futuras?

Ainda, no que se refere a edificação, o desafio da sustentabilidade está fortemente relacionado ao cenário urbano caótico, onde os recursos são necessários ao mesmo tempo que se precisa de tecnologia para resolver problemas de infraestrutura, de espaços de vivência comunitária, de produção de alimentos com desenvolvimento social e impactos ambientais reduzidos. A contradição é mandatória e as soluções, sempre interdependentes, requerem o emprego de estratégias e de monitoramento.

Para assegurar a sustentabilidade do ambiente urbano, não interessa apenas a tipologia do edifício, seu sistema construtivo e tecnologias incorporadas. Interessa também a relação dos mesmos com os espaços públicos e de uso coletivo, da composição do cenário da vida coletiva, dos espaços de circulação e de vivência, da riqueza e pluralidade dos espaços urbanos, que deve ser também, um espaço para confronto de interesses que conduz a evolução, no paradoxo dos direitos do indivíduo e da coletividade.

Então, percebe-se que selos e certificações de reconhecimento ambiental ou de sustentabilidade podem destacar alguns aspectos do todo, mas é necessário um instrumento que ajude a gerir a qualidade dos espaços públicos em conjunto com as estratégias adotadas no edifício e o desempenho por elas obtido. Mais do que coleções de tecnologias limpas, o edifício sustentável deve pensar na estratégia tecnológica certa para suprir, priorizar e sustentar as necessidades daquele contexto, pois os recursos são escassos e finitos.

Pensando desta forma percebe-se que o edifício isolado não pode ser sustentável. Assim também não será a cidade sem o edifício certo. Esta é a hipótese que orienta essa pesquisa.

Mais do que tudo, não há receita. Não se pode pensar que colocar um kit em uma edificação para que colete água da chuva, gere energia, entre outras estratégias que normalmente compõem o rol de tecnologias limpas, por si só, vá tornar a edificação sustentável, pois há de se pensar no equilíbrio econômico e no benefício social ao coletivo. Apenas existe a melhor solução para aquele contexto, que deve ser sempre fruto de planejamento. Deve ser gerido ao longo dos anos, pois o contexto onde está inserido é dinâmico e não pode ser tratado de forma estática.

Nesta pesquisa apresenta-se o modelo ESA-B (Building / Edifício) para avaliar a sustentabilidade das edificações, nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA) considerando sua inserção no ambiente urbano, tendo como base o MODELO ESA (LIBRELOTTO, 2005) e sua adaptação para o MODELO ESA-B. Para tanto, a partir da adaptação do Modelo, proposta em Librelotto e outros, 2017, realizou-se uma simulação de aplicação do modelo ESA - B em três cenários urbanos, com o intuito de verificar sua efetividade na detecção de pontos de potenciais melhorias ou fragilidades no espaço urbano e as possibilidades de gestão destes cenários.

2. Fundamentação Teórica

2.1 O conceito de sustentabilidade no ambiente construído

O que é uma cidade sustentável? Aponta-se como fatores relevantes para a sustentabilidade urbana a compacidade das cidades, o uso de sistemas de transportes multimodais e dos espaços abertos, praticam a conservação de energia, presença de cinturões verdes como elementos de contenção dos grandes centros, uso integrado do solo nos planos diretores permitindo o desenvolvimento de um mix de atividades, aumento da densidade urbana, duplicação e melhoria dos espaços abertos, revitalização de espaços industriais, melhor resposta a equação trabalho/casa, estabelecimento de códigos que assegurem a construção de habitações dentro de padrões mínimos e estratégias projetuais que utilizem-se de componentes naturais e construídos que respondam às questões bioclimáticas regionais. (BIRCH; WACHTER, 2008; LIBRELOTTO, 2005)

O que é um edifício sustentável? Pode-se dizer que várias tentativas de definição já foram realizadas, mas sobretudo a premissa mínima é o equilíbrio entre as dimensões econômica, social e ambiental (a tríade ESA). O iiSBE Portugal e a Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento do CIB (Conselho Internacional da Construção) definem como objetivos da construção sustentável a economia de energia e água; a garantia da salubridade dos edifícios; a maximização da durabilidade dos edifícios; o planejamento da conservação e a manutenção dos edifícios; o uso de materiais eco-eficientes; o emprego de baixa massa de construção; uma menor produção de resíduos; custos de ciclo de vida menos elevados do que a construção convencional e condições dignas de higiene e segurança nos trabalhos de construção.

Seguindo este conceito, selos e certificações estabelecem indicadores para avaliar o edifício sustentável. Alguns de forma mais abrangente, contemplando muitos aspectos da sustentabilidade e outros menos. De uma forma resumida, agrupando-se os principais selos, certificados e métodos de avaliação (LEED, SUSTENTAX, ASUS, STAR, MASP-HIS, GB Tool, Selo Casa Azul, Selo Casa Saudável), estabelece-se o que se espera da edificação

sustentável num consenso entre as diferentes visões que deram origem a construção das propostas de avaliação. (SILVA, 2007; CARVALHO, 2009, ASUS, 2016). Estas propostas serviram de base para a proposição dos grupos de indicadores das condutas/estratégias para sustentabilidade do edifício.

No contexto urbano Birch and Wachter (2008) identificam algumas formas de medir a sustentabilidade que são: *National Geographic Green Guide, Earth Day Network e SustainLane Surveys*. Como indicadores, para avaliar o verde do ambiente urbano (denominam *greener cities*), consideram a preservação do ambiente natural, consumo de produtos regionais, energia elétrica de fontes eólicas e hidrelétricas, incentivo a produção de produtos orgânicos locais, manutenção de instituição de ensino e pesquisa ambiental, incentivo ao uso de embalagens reutilizáveis nos restaurantes e *fast foods*, fornecimento de refeições sem carne nos estabelecimentos da região, parques, atividades (trilhas) que permitem um maior contato com a natureza, solução dos problemas de trânsito nos centros urbanos por meio de transportes alternativos e descentralização das atividades. (BIRCH; WACHTER, 2008). Soma-se a estes indicadores como o IDH (*The Global Economy*, 2023; PNUD, 2015), a pegada ecológica (*Global Footprint Network*, 2015) e no Brasil, particularmente os indicadores calculados pelo IBGE (2015) e a proposição do IQVU – Índice de Qualidade de Vida Urbana (NAHAS, 2016). Tais indicadores serviram de base para a proposição dos grupos de indicadores para a estrutura urbana e análise das pressões dos choques.

Destaca-se que as ferramentas para avaliação da sustentabilidade na edificação (BSATs- *Buildings Sustainability Assessment Tools*), desconsideram o contexto urbano, ou apenas o consideram como uma categoria de avaliação com pouca interação com a sustentabilidade do edifício. Da mesma forma, as ferramentas de avaliação da sustentabilidade nas comunidades (USATs - *Urban Sustainability Assessment Tools*) pouco consideram a implementação das edificações na sustentabilidade local (USAT, 2023).

2.2 O Modelo ESA Building (ESA-B)

Com o intuito de avaliar a sustentabilidade em empresas da construção civil, em 2005, foi criado o MODELO ESA (LIBRELOTTO, 2005 e LIBRELOTTO, 2008), com base na proposição inicial do Modelo ECP-T (ABREU, 2001). Librelotto et. al. (2017) propuseram a adaptação do modelo para avaliar a sustentabilidade do edifício inserido no ambiente urbano, por convenção, o MODELO ESA- B (Building / Edifício).

Dessa forma, o Modelo ESA-B propõe a avaliação da estrutura urbana (que deve ser realizada sempre que mudem as condições estruturais do local de implementação do edifício através da incidência dos Choques), condutas (as estratégias implementadas na edificação representadas basicamente pelos indicadores identificados nos selos, certificações e modelos de avaliação da sustentabilidade no edifício) e o desempenho (representado pelo resultado obtido com a implementação da estratégia).

Considerou-se o Modelo ESA-B com uma estrutura aberta, onde os indicadores utilizados podem ser adaptados conforme a facilidade de obtenção de dados e prioridades estabelecidas para cada contexto. Uma pesquisa maior, associada a essa, está realizando a revisão dos indicadores tanto para compor a avaliação da estrutura urbana, quanto para o edifício, a partir de uma sugestão de 600 Modelos de Avaliação da Sustentabilidade apontados por López et al.

(2019). O estado da arte da avaliação da sustentabilidade urbana e das edificações está sendo disponibilizado na página do projeto - Aplicativo USAT (*Urban Sustainability Assessment Tool*) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building (USAT, 2023).

É importante ressaltar que o MODELO ESA-B é dinâmico, e foi desenvolvido de forma a permitir a gestão da sustentabilidade em uma determinada localidade. Por exemplo, a avaliação do nível de sustentabilidade da edificação poderá ser realizada em diversos estágios. Em um primeiro momento, para análise da viabilidade do empreendimento, ou já no projeto e mesmo com a edificação já implementada. Por isso, a avaliação possui dinamicidade e permite gerir o desenvolvimento do bairro, acompanhar a implementação de estratégias na edificação ou comparar o desempenho real versus planejado em projeto. Importante ressaltar que a unidade de avaliação parte do micro para o macro, portanto exige a disponibilidade de dados para as unidades administrativas focos da avaliação.

O quadro 1, esquematiza a proposição do Modelo ESA-B. Assumindo alguns indicadores previamente estabelecidos para a estrutura urbana como existência de áreas de lazer, condições da iluminação pública e passeios, mobilidade no bairro, disponibilidade de energia elétrica e água, pode-se na análise da viabilidade do empreendimento, verificar a capacidade existente da estrutura local em atender mais unidades consumidoras, mais veículos circulando no bairro, as condições de comércio para atender a novos moradores. Estes dados servirão de norte para implementação de melhorias no bairro ou mesmo na definição das estratégias (condutas) a empregar no edifício. Um local onde há falta de água constante, é um indicativo para maximizar a rede pública, caso ocorra um acordo com o poder público, ou do contrário, a edificação deverá tentar de todas as formas utilizar estratégias para gestão da água. Desta maneira pode-se priorizar as estratégias mais necessárias que supram deficiências locais ou que gerem maior impacto na comunidade, evitando-se as coleções tecnológicas ou os kits sustentabilidade (equivocadamente, quando existe menção há uma edificação sustentável, automaticamente pensa-se em introduzir o mesmo conjunto de tecnologias – telhado jardim, reaproveitamento da água da chuva, painéis fotovoltaicos).

Uma vez avaliada a estrutura urbana do local de implementação do edifício, novas avaliações só serão realizadas quando incidirem choques (mudanças que podem alterar as condições do bairro). Pode-se interpretar a construção da edificação como um agente causador de mudanças tendo em vista que deve melhorar as condições do bairro, com oferta de serviços para a comunidade, área de lazer de uso coletivo, hortas comunitárias ou mesmo fornecendo energia limpa excedente autogerada.

Uma das grandes questões que as pesquisas ainda devem responder trata da eficácia das tecnologias implementadas. Nesse caso, interfere no desempenho das estratégias implementadas na estrutura urbana e na edificação. Muitas tecnologias eficientes, quando empregadas nos edifícios, acabam sendo ineficazes, o que tem sido definido pelos pesquisadores como um *gap* (lacuna). Isto prejudica tanto a assimilação e difusão da tecnologia, quanto os consumidores que fizeram o investimento sem o retorno esperado e ferem a imagem de projetistas e consultores que as recomendaram. Muitos são os casos de empreendimentos certificados (ou seja, que empregaram um conjunto de estratégias para obterem uma pontuação e receberam os créditos) mas que acabam por não obter o

desempenho esperado, como retrata a pesquisa de Shi et. al (2019). Alguns destes casos geraram processos judiciais difundidos na mídia.

Com a edificação já implementada, pode-se monitorar o desempenho. Assim, estratégias/conduas empregadas para eficiência energética devem reverter a economia do consumo de energia. Neste caso, pode-se comparar os *benchmarks* ou resultados das simulações planejadas com o efetivamente conquistado. A mesma relação pode-se estabelecer entre emprego de materiais isolantes térmicos com a temperatura interna dos ambientes. A ventilação natural com a salubridade e temperatura internas e assim por diante.

Quadro 1 - Indicadores Modelo ESA-B.

Choques	Mudanças na estrutura urbana; Mudanças na legislação; Mudanças no perfil do cidadão; Inovações tecnológicas; Outros: Governança.		
Estrutura Urbana	<p>(Proposição inicial): Segurança; Saúde; Salubridade; Lazer; Educação; Estrutura básica: Energia; Abastecimento de água; Saneamento; Drenagem; Coleta de lixo; Áreas reservadas.</p> <p>(Proposição posterior): utilizar indicadores do IQVU (NAHAS, 2016)</p>		
Condução/Estratégia para Edificação	(Modelo MASP-HIS - Carvalho, 2009)		
	<p>Ambiental Uso do Solo; Gestão da Energia; Gestão da Água; Consumo de Materiais; Resíduos; Saúde, Higiene e Qualidade de Vida; Conforto Eletromagnético; Conforto tátil; Conforto Antropodinâmico; Ventilação; Conforto Acústico; Conforto Lumínico; Conforto Higrotérmico; Durabilidade.</p>	<p>Social Conforto e Saúde; Estanqueidade; Habitabilidade, funcionalidade e flexibilidade; Construtibilidade; Infraestrutura; Segurança (fogo, estrutural, uso e operação); Qualidade da edificação; Relacionamento com a comunidade; Participação; Herança cultural; Políticas públicas; Educação ambiental; Empresas construtoras.</p>	<p>Econômica Empresas de projeto; Fornecedores para empresas de projetos; Usuários; Segurança; Fortalecimento da economia local; Viabilidade Econômica; Custo de construção, operação e manutenção; Critérios Econômicos para empresas de projeto;</p>
Desempenho	Consumo de água; Consumo de energia; Emissões de CO2. Resíduos. Outros.		

Para melhor compreensão, é importante salientar, que o Índice de Qualidade de Vida Urbana de Belo Horizonte (IQVU-BH, Nahas, 2016) tem por objetivo analisar a disponibilidade de bens e serviços públicos e privados de cada bairro pertencente à cidade. Enquanto o MASP-HIS (Carvalho, 2009) é uma metodologia que analisa a sustentabilidade nos projetos de habitação de interesse social. Além disso, ambos os modelos de avaliação são bastante abrangentes e serão de grande importância para a discussão do tema proposto.

Enquanto um modelo aberto, o Modelo ESA Edifício aceita adaptações sempre que necessário. O quadro 2 apresenta os indicadores sugeridos para o Modelo em relação aos indicadores que são considerados no cálculo do IQVU (NAHAS, 2016). Por facilidade de construção dos cenários, na avaliação da Estrutura Urbana, utilizou-se os indicadores do IQVU pela facilidade de obtenção dos dados, visto que estão sendo calculados pela Prefeitura Municipal de Belo Horizonte (PBH, 2020). Ambos os modelos foram adaptados para essa aplicação.

Quadro 2: Indicadores propostos para avaliação da estrutura urbana.

	Indicadores Propostos ESA Building Original	Indicadores utilizados no IQVU (NAHAS, 2016 e NAHAS e outros. 2002); PBH (2020)
Lazer	Centro de convivência (locais que promovam atividades culturais), Quadra poliesportiva, Parque.	CULTURA – a) Meios de Comunicação; 1 - Abrangência: tiragem de publicações locais; 2- Patrimônio Cultural; .2.1 - Bens tombados (número de bens tombados); 3- Equipamentos Culturais; .3.1 - Distribuição/equipamentos; 3.2 - Livrarias e papelarias
Educação	Escola, Creche, Universidade.	EDUCAÇÃO - a) Ensino Fundamental; 1 - Matrícula de Ensino Fundamental; 2 - Tamanho de turmas no Ensino Fundamental; b) - Ensino Médio- 1- Matrícula de Ensino Médio; 2 – Tamanho de turmas no Ensino Médio; 3 - Índice de aproveitamento no Ensino Médio
Comércio	Supermercado (mercado obrigatório), Feira Livre (obrigatório), Padaria, Bar/restaurante, Agência bancária, Hotéis, Posto de correios.	ABASTECIMENTO – a) Equipamentos de Abastecimento; 1 - Hiper e supermercados; 2 - Mercenarias e similares; .3 - Restaurantes e similares SERVIÇOS URBANOS – a) Serviços Pessoais; 1 - Agências bancária; b) Serviços de Comunicação – 1 - Bancas de revistas; 2 - Número de telefones públicos
Saúde	Posto de saúde, Hospital, Farmácia.	SAÚDE – a) Atenção à Saúde; 1- Disponibilidade/Leitos; 2- Postos de saúde; 3- Outros equipamentos de assistência médica; 4- Equipamentos odontológicos
Segurança	Nº crimes, Assaltos, Policiamento, Iluminação (Pública), IDH (Renda).	SEGURANÇA URBANA – a) Segurança Pessoal; 1 - Ausência de criminalidade (ocorrências de homicídios na cidade); 2 - Ausência de tentativas de homicídio b)- Segurança Patrimonial; 1 - Ausência de roubo e furto; .2 - Ausência de furto de veículos; 3-Segurança no Trânsito - Ausência de acidentes no trânsito
Mobilidade	Pavimentação, Calçadas, Ciclovia/alternativas, Sistema viário, Corredor de ônibus (uma linha de transporte público regular, com pelo menos uma parada acessível por rota de pedestres de, no máximo, um quilômetro de extensão), Transporte público.	INFRAESTRUTURA URBANA a) Transporte Coletivo; 1 - Possibilidade de acesso a vias pavimentadas; 2 - Número de veículos 3 – Conforto (idade média da frota dos veículos)
Estrutura Básica	Energia (Oferta), Saneamento, Rede de esgoto (com tratamento no próprio empreendimento ou em ETE da região), Água (rede de abastecimento de água potável).	INFRAESTRUTURA URBANA a)- Saneamento;.1 – Disponibilidade de água tratada; 2 – Disponibilidade da rede de esgoto; b) Energia Elétrica; 1 – Fornecimento de energia;

	Drenagem, Coleta de lixo, Áreas reservadas.	
População	Renda, Densidade, Associações, Locais de trabalho, Educação Ambiental, Políticas Públicas, Acessibilidade (à habitação), Edifícios residenciais uni/multi-familiares.	HABITAÇÃO a)- Qualidade da Habitação; 1 - Área residencial adequada; 2 - Padrão de acabamento (em relação à classificação do IPTU)
Outro indicador		MEIO AMBIENTE a) Conforto Acústico.1 - Tranquilidade sonora

3. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa teve caráter quantitativo e qualitativo. Após o delineamento da pesquisa, realizou-se uma revisão bibliográfica (de forma exploratória e sistemática que são objeto de outras publicações), no sentido de compreender os métodos de avaliação ou de reconhecimento da sustentabilidade. O Modelo ESA-B (LIBRELOTTO et. al., 2017) foi aplicado, de forma simplificada, em 3 cenários hipotéticos.

A construção dos cenários teve como norte a tentativa de responder a pergunta, sobre como as edificações podem contribuir na sustentabilidade do entorno ou mesmo se podem apresentar contribuição de forma isolada de seu contexto. Logo, a hipótese a comprovar é que uma edificação isolada não pode ser sustentável e que os métodos de avaliação existentes, não consideram a relação dinâmica entre o edifício e seu entorno.

Para avaliação dos indicadores da estrutura do Modelo ESA-B, utilizou-se dados de cálculo do IQVU – Índice de Qualidade de Vida Urbana apresentado por Nahas (2016). Este Indicador é calculado a partir de duas séries distintas de indicadores, a Série Histórica (HS) e a Nova Série (NS), que se assemelha à proposta do Modelo ESA-B. O quadro 1 apresenta a correspondência entre estes indicadores. Cabe ressaltar que a Série Histórica e a Nova Série são compostas por 33 e 36 indicadores respectivamente.

De acordo com o relatório do IQVU, disponibilizado no site da prefeitura de BH, analisando a Nova Série, o bairro com o menor índice, de 0,464, foi o Furquim Werneck, localizado na região norte de BH e o bairro com o maior índice, de 0,869, foi o Francisco Sales, localizado na região centro-sul. No entanto, ao analisar a Série Histórica este cenário muda e tem-se o bairro Jardim da Felicidade com o menor índice, de 0,382, e Barro Preto com o maior índice, de 0,884. Estes índices representam uma média ponderada entre todos os indicadores de cada série.

O Modelo ESA-B, apresentado com maior detalhe no item 3 deste artigo, possui 4 etapas de aplicação: i) avaliação da estrutura urbana onde está a edificação objeto de estudo; ii) identificação ou seleção das estratégias para a sustentabilidade incorporadas ao edifício, iii) identificação e avaliação dos choques incidentes sobre a estrutura urbana relativos a legislação, normativas e posturas governamentais que podem incidir em pressões para mudanças ou estabilidade no meio urbano, e iv) desempenho alcançado pelo edifício e estrutura urbana como resultado das estratégias implementadas.

No que diz respeito aos cenários, no cenário 1 simulou-se a aplicação do modelo em um bairro com altos níveis de sustentabilidade. Entretanto, o edifício considerado é convencional e não utiliza tecnologias incorporadas para a sustentabilidade, considerando o Modelo ESA-B apenas como uma forma de avaliar a sustentabilidade resultante.

Para o cenário 2 considerou-se um bairro com baixos níveis de sustentabilidade e um edifício com a adoção de estratégias e bom desempenho frente à sustentabilidade. Neste caso, o Modelo ESA Edifício é utilizado como forma de gestão da sustentabilidade e até de definição das condutas incorporadas no edifício e acompanhamento dos resultados.

O cenário 3 considera uma situação onde o Modelo ESA Edifício não é adotado, e são definidas as estratégias de sustentabilidade segundo um selo ou certificado, pontuado pelo nível mais alto de sustentabilidade, inserido no mesmo contexto urbano do cenário 2.

4. Aplicações e/ou Resultados

4.1 Cenários Hipotéticos para Aplicação do ESA Edifício

Foram utilizados como base para a proposição dos indicadores, os cálculos do IQVU (Índice de Qualidade Urbana, NAHAS, 2016) aplicado no Estado de Minas Gerais, entre outros indicadores como o IDH de um bairro hipotético. O IDH mais alto do mundo, segundo dados do IDH 2014 (PNUD, 2015) é o da Noruega, com o IDH igual a 0,944. Considerando que o IDH considera principalmente questões sociais, adotou-se como o melhor *benchmarking* para definição do nível de sustentabilidade social. O menor IDH é o de Niger com índice de 0,348. Estes dados foram considerados como limites para extrapolação para definição do nível de sustentabilidade social (o PNUD considera acima de 0,8- muito alto, de 0,79 a 0,7 - alto, de 0,69 a 0,55 - médio, de 0,549 a 0 – baixo).

Como indicador ambiental considerou-se o balanço entre a biocapacidade *versus* pegada ecológica. O pior balanço deficitário para 2019 é de 9.950%, ou seja, a pegada ecológica é 9950 % maior que a biocapacidade em Singapura. Já o melhor balanço positivo é na Guiana Francesa, onde a biocapacidade supera 3.980% a pegada ecológica. Neste caso, índices maiores do que 150,1% indicam muito alta sustentabilidade ambiental, de 150% a 100,1% indicam alta sustentabilidade, de 100% a 50,1%, média sustentabilidade, de 50% a 0%, baixa sustentabilidade. Os mesmos percentuais negativos indicam a muito alta, alta, média e baixa insustentabilidade ambiental.

Como referência para a sustentabilidade econômica selecionou-se o PIB (Produto Interno Bruto) per capita como indicador geral. Segundo os dados de *Trading Economics* (2019) o PIB per capita mais alto do mundo é de Luxemburgo, com USD 107.243,20 e o menor é de USD 210,80, da Somália. Embora esse ranking sofra variações conforme o ano e órgão medidor (FMI - Fundo Monetário Internacional ou Banco Mundial) percebe-se uma enorme variação entre os primeiros e últimos lugares.

Quadro 4: Indicadores do local – Estrutura Urbana – Cenários considerados

Indicadores	Mínimas e máximas	Situação considerada (cenário 1)	Situação considerada (cenário 2)
IQVU	Máximo – 0,869	IQVU = 0,85	IQVU = 0,5

	Mínimo – 0,464		
IDH	Máximo – 0,944 Mínimo – 0,348	IDH = 0,8	IDH = 0,4
Balanco pegada ecológica	Máximo – biocapacidade 3980% superior que pegada ecológica Mínimo – biocapacidade 9.950% inferior que pegada	Balanco positivo – biocapacidade 1000% superior que pegada ecológica	Balanco negativo – Biocapacidade inferior que a pegada ecológica 8000%
PIB per capita	Máximo – USD 107243,20 Mínimo – USD – 210,80	USD – 80.000,00	USD – 500,00
TOTAL estrutura urbana		Forte	Fraco

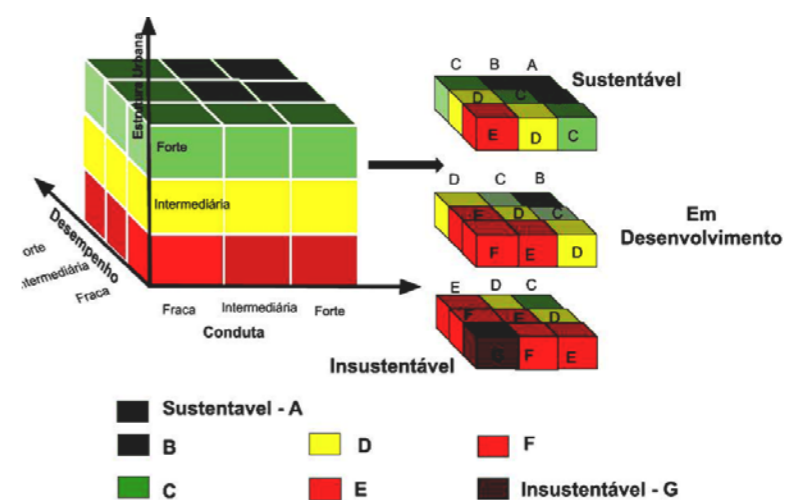


Figura 1 - Níveis de Sustentabilidade. Fonte: Librelotto et. al. (2017).

O Quadro 5 apresenta a descrição dos cenários e os indicadores resultantes para estrutura, conduta e desempenho.

Quadro 5: Indicadores do local – Estrutura Urbana – Descrição dos cenários e os indicadores resultantes para estrutura, conduta e desempenho.

	Estrutura	Conduta	Desempenho
Cenário 1	Forte aptidão para sustentabilidade	Fracas – edifício convencional	Fraco – alto consumo de energia, água, conforto térmico ruim.
Cenário 2	Fraca aptidão para sustentabilidade	Forte – edifício com boas estratégias para sustentabilidade	Forte
Cenário 3	Fraca aptidão para sustentabilidade	Forte – edifício com boas estratégias para a sustentabilidade	Fraco

A avaliação realizada para o Cenário 1 resultou em um nível C de sustentabilidade, de acordo com a figura 1. Neste caso percebe-se que o bairro sustentável pode induzir o edifício a implementar estratégias, como coleta seletiva, reaproveitamento da água da chuva, mesmo sendo um edifício com tecnologias convencionais. O Nível C indica uma situação que pode ser desenvolvida.

No cenário 2 o bairro possui baixa qualidade urbana, constituindo uma condição fraca para a estrutura urbana. Entretanto, o edifício que adota estratégias e atinge um desempenho sustentável pode alcançar o nível C de sustentabilidade e servir como um indutor de sustentabilidade para o bairro. Desta forma evidencia-se que o edifício isolado não pode ser sustentável. Só o será, se a estrutura urbana passar para o nível intermediário (nível B) ou Alto (nível A).

Por fim, no cenário 3, o bairro com baixa qualidade urbana e um edifício certificado, não necessariamente implica em um bom desempenho da edificação. Desta forma o nível máximo que a edificação pode atingir é o nível E, muito próximo da insustentabilidade.

5. Considerações Finais

Para avaliar a sustentabilidade da edificação, através do Modelo ESA Edifício, deve-se analisar a estrutura do local onde o edifício será, ou está sendo construído. A avaliação do local será realizada sempre que houver um choque (mudança que afeta as condições do bairro). Avalia-se o projeto ou as estratégias implementadas no edifício. Posteriormente avalia-se o desempenho obtido. Somente desta forma, pode-se dizer se a edificação é sustentável, ou melhor, qual o nível de sustentabilidade atingido pela edificação e esse nível de sustentabilidade dependerá das condições do local onde foi edificada.

A classificação proposta na figura 1 não pode ser pragmática. Uma proposição interessante seria alterar a posição dos eixos avaliativos da estrutura, conduta e desempenho para o centro do cubo de inter-relação, identificando uma zona neutra e colocando pontos negativos à esquerda e positivos à direita. Entretanto o valor do posicionamento está na melhoria contínua, ou seja, é possível monitorar a melhoria do desempenho mediante a inserção de novas condutas no edifício, intervenções no bairro ou mesmo para identificar quais ações de manutenção são eficazes.

A aplicação do Modelo ESA Edifício, enquanto um modelo aberto, pode utilizar banco de dados já estabelecidos, o que pode simplificar muito a avaliação. O importante é que a avaliação não seja realizada de uma maneira estática e que o Modelo possa servir de base para a gestão da sustentabilidade.

O Cubo de correlação entre a estrutura do lugar, condutas adotadas na edificação e o desempenho alcançado, pode incorporar diversos cenários, onde é possível compreender a relação que a edificação pode ter como um indutor da sustentabilidade do lugar e que, a adoção de certificações nas edificações não assegura um ambiente sustentável para todos. É necessário que a edificação considere o contexto onde está inserida, assim como que o lugar seja um produto ou soma, dos níveis de sustentabilidade induzidos para as edificações.



Referências

ABREU, Mônica Cavalcanti Sá de. **Modelo de Avaliação da Estratégia Ambiental: Uma Ferramenta para a Tomada de Decisão**. Florianópolis: PPGEP-UFSC, 2002. (Tese de doutorado - Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina).

BIRCH, E. L.; WATCHER, S. M. **Growing Greener Cities: Urban Sustainability in the Twenty-First Century**. University of Pennsylvania Press. Philadelphia, Pennsylvania. 2008.

BRUNDTLAND, Gro Harlem. **Our common future—Call for action**. *Environmental conservation*, v. 14, n. 4, p. 291-294, 1987.

BUZZELL, Robert D. e GALE, Bradley T. **The PIMS (Profit impact of market strategy) Principles**. USA: Free Press, 1987.

CARVALHO, Michele Tereza Marques; SPOSTO, Rosa Maria. **Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto**. *Ambiente Construído*, v. 12, p. 207-225, 2012.

CBIC. **Câmara brasileira da indústria da construção**. Déficit habitacional no Brasil. 2018. Disponível em: <http://www.cbicdados.com.br/menu/deficit-habitacional/deficit-habitacional-no-brasil>. Acesso em: 2019.

ELKINGTON, John. **Cannibals With Forks - The Triple Bottom Line of 21st Century Business**. New Society Publishers. Gabriola Islands BC: Canada, 1998.

FERROLI, P. C. M. ; LIBRELOTTO, L. I. . **Ferramentas de Sustentabilidade ESA-MOD e FEM Aplicadas em Modelo Funcional**. In: Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 2012, São Luiz. X P&D. São Luis - MA: UFMA, 2012.

FPNQ. **Indicadores de desempenho**. Fundação para o Prêmio Nacional da Qualidade. São Paulo: FPNQ, 1995.

GARVIN, David. **Gerenciando a Qualidade**. São Paulo: Qualitymark, 1988.

HARRINGTON, H. J.; HARRINGTON J. S.. **Gerenciamento Total da Melhoria Contínua: A Nova Geração da Melhoria do Desempenho**. São Paulo, Makron Books, 1997.

IBGE. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável 2015**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/informacoes-ambientais/estatisticas-e-indicadores-ambientais/15838-indicadores-de-desenvolvimento-sustentavel.html>. Acesso: março, 2023.

INTERNATIONAL INITIATIVE FOR A SUSTAINABLE BUILT ENVIRONMENT – PORTUGAL – iisBE Portugal. **Home**. 2011. Disponível em: <http://www.iisbeportugal.org/portugues/portugues.html>. Acesso em set. 2013

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo ESA para avaliação da sustentabilidade na construção civil**. Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Tese de Doutorado. Florianópolis: UFSC, 2005.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo ESA para avaliação da sustentabilidade na construção civil**. Edgar Blucher. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2008..

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FERROLI, Paulo Cesar Machado; MUTTI, Cristine do Nascimento; ARRIGONE, Giovanni Maria. **A Teoria do Equilíbrio: Alternativas para a Sustentabilidade na Construção Civil**. 1ª ed. Florianópolis: DIOESC, 2012.

LIBRELOTTO, L. I.; FERROLI, PAULO CESAR MACHADO; SANOM, S. ; MATANNA, L.. **Avaliação da Sustentabilidade do edifício na Escala Urbana**. In: ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2017, Florianópolis. Anais ENSUS 2017 - V Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Florianópolis: UFSC/Virtuhab, 2017. v. 1. p. 163-177.

LIN, David et al. **Ecological footprint accounting for countries: updates and results of the national footprint accounts, 2012–2018**. *Resources*, v. 7, n. 3, p. 58, 2018.

LÓPEZ, Carmen Díaz et al. **A comparative analysis of sustainable building assessment methods**. *Sustainable Cities and Society*, v. 49, p. 101611, 2019.

MONTGOMERY, C. A.; PORTER, M. E.. **Strategy**. Harvard Business Review, 1991.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa et al. **Bases teóricas, metodologia de elaboração e aplicabilidade de indicadores intra-urbanos na gestão municipal da qualidade de vida urbana em grandes cidades: o caso de Belo Horizonte**. 2002.

NAHAS, Maria Inês Pedrosa et al. **Metodologia de construção do índice de qualidade de vida urbana dos municípios brasileiros (IQVU-BR)**. Anais, p. 1-20, 2016.

PBH – Prefeitura de Belo Horizonte/Minas Gerais/ Brasil. Disponível em: <http://https://prefeitura.pbh.gov.br/estatisticas-e-indicadores/indice-de-qualidade-de-vida-urbana>. Acesso: Fevereiro de 2020.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO - PNUD. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2015: o trabalho como motor do desenvolvimento humano**. 2015.

Global Footprint Network National Footprint Accounts, 2019 Edition Downloaded [2020] from <http://data.footprintnetwork.org>.

SCHERER, F. M.; ROSS, David. **Industrial Market Structure and Economic Performance**. 3.ed. Boston: Houghton Mifflin Company, 1990. 713 p.

The Global Economy. **Business and economic data for 200 countries**. Disponível em: [https://www.theglobaleconomy.com/Brazil/human_development/#:~:text=Human%20Development%20Index%20\(0%20%2D%201\)&text=The%20average%20value%20for%20Brazil,186%20countries%20is%200.721%20points.](https://www.theglobaleconomy.com/Brazil/human_development/#:~:text=Human%20Development%20Index%20(0%20%2D%201)&text=The%20average%20value%20for%20Brazil,186%20countries%20is%200.721%20points.). Acesso: março, 2023.

ASUS. **Ferramenta para avaliação da sustentabilidade**. Disponível em: <http://asus.lpp.ufes.br/instrucoes>. Acesso: 2016.

SILVA, V.G. **Metodologias de avaliação de desempenho ambiental de edifícios: estado atual e discussão metodológica**. São Paulo, USP, 2007. Projeto "Tecnologia para construção habitacional mais sustentável". Projeto Finep 2.386/04. Série Habitação mais sustentável.



SANON, S.; FIGUEIREDO, V.; LIBRELOTTO, L. **Adaptação do Modelo ESA para avaliação da sustentabilidade em edificações no contexto urbano**. Relatório final de Pesquisa. PIBIC 2014. Florianópolis, Universidade Federal de Santa Catarina, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/193532/%5bRelat%3%b3rio%20Final%5d%20Sandra%20Sanon%2009-11-2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: fevereiro de 2020.

Shi X, Si B, Zhao J, Tian Z, Wang C, Jin X, Zhou X. Magnitude, *Causes, and Solutions of the Performance Gap of Buildings: A Review*. *Sustainability*. 2019; 11(3):937. <https://doi.org/10.3390/su11030937>

Trading economics. **PIB per capita**. Disponível em: <https://pt.tradingeconomics.com/country-list/gdp-per-capita>. Acesso em: Fevereiro de 2020.

USAT. **Aplicativo USAT** (Urban Sustainability Assessment Tool) para Gestão da Sustentabilidade Urbana na Lagoa da Conceição em Florianópolis através do Modelo ESA-Building. Disponível em: <https://usat.paginas.ufsc.br/>. Acesso: março, 2023.

Agradecimentos

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 Social - brinquedo lúdico de empilhamento para crianças hospitalizadas.

Social Design - Playful stacking toy for hospitalized children.

Pietra Lazzarini Manoli

pietralazzarini@yahoo.com.br

Sthefany Munhoz de Faria

sthefanymdefaria@gmail.com

Ana Veronica Pazmino, Dra. UFSC

anaverpw@gmail.com

Resumo

Nos últimos 12 anos, o número de internações infantis registradas no Brasil passou 2,6 milhões, por essa razão, um espaço onde as mesmas possam se divertir e descontraír nesse momento vulnerável se torna essencial, em vista disso, a lei estipula que todos os hospitais com atendimento pediátrico, contenham uma brinquedoteca em seu ambiente. As brinquedotecas são espaços próprios para a interação de crianças com brinquedos, jogos, atividades ou com outras crianças, para isso é necessário que haja uma grande quantidade de brinquedos, englobando todas as faixas etárias, garantindo o divertimento de qualquer indivíduo. Tendo isso em vista, o curso de Design de Produto da Universidade Federal De Santa Catarina propôs aos estudantes, o projeto de um brinquedo que suprisse algumas das necessidades exigidas pelo Hospital Universitário de Florianópolis. Neste artigo são detalhados as pesquisas e o processo de projeto, fundamentadas nos métodos ensinados na disciplina de Metodologia de Projeto, o resultado é uma torre de discos, que visa proporcionar o divertimento e desenvolvimento motor de crianças de 06 meses até 2 anos.

Palavras-chave: Brinquedoteca; Crianças; Hospital; Design de Produto; Brinquedo de discos

Abstract

In the last 12 years, the number of child hospitalizations registered in Brazil has exceeded 2.6 million, for this reason, a space where they can have fun and relax in this vulnerable moment becomes essential, in view of this, the law stipulates that all hospitals with pediatric care receive a toy library in their environment. Toy libraries are spaces suitable for children to interact with toys, games, activities or with other children, so it is necessary to have a large number of toys, covering all age groups, to guarantee the fun of any individual. With that in

mind, the Product Design course at the Federal University of Santa Catarina gave students the idea of designing a toy that would meet some of the needs demanded by the University Hospital of Florianópolis. During this article, the stages of this project were described, based on the methods taught in the Project Methodology discipline, the result was a disk tower, which guarantees the fun and development of the user.

Keywords: Toy Library; Children; Hospital; Product Design; Disc Toy

1. Introdução

Dados do Ministério de saúde apontam que, entre 2010 e 2019, somaram-se 2,6 milhões de hospitalizações anuais na categoria de idade de 0 a 19 anos. Entre cada uma dessas faixas etárias se destacaram diferentes motivos para essas hospitalizações:

Na idade entre 0 a 4 anos, a principal causa diagnosticada foram as doenças no aparelho respiratório, seguidas de intercorrências perinatais e patologias infecciosas e parasitárias.

Entre 5 a 9 anos, as doenças no aparelho respiratório também foram as principais causas, seguida novamente de patologias infecciosas e parasitárias, e logo após as causas externas.

Já entre 15 e 19 anos de idade, as internações são motivadas especialmente por atendimentos relacionados ao parto e puerpério, 59,2% do total de hospitalizações no período (2010 a 2019).

Uma internação hospitalar pode causar um grande impacto na vida de uma criança, ela pode gerar traumas e atrapalhar no desenvolvimento infantil. Em sua pesquisa, Oliveira; Dantas e Fonseca (2005), observou que crianças internadas entre 1 e 5 anos apresentaram sintomas como choro, ausência de apetite, taquicardia, insônia etc., durante o período de internação. Para amenizar os danos causados pela internação, a brinquedoteca hospitalar tem o papel essencial em tornar a experiência de internação mais agradável à criança.

No Brasil, conforme o Art. 1º da Lei nº 11.104, de 21 de março de 2005, é obrigatório que hospitais que ofereçam atendimento pediátrico tenham em suas dependências uma brinquedoteca. No art. 2º ainda dispõe que uma brinquedoteca é caracterizada por um espaço dotado de jogos e brinquedos educativos, que tem como objetivo estimular crianças e acompanhantes a brincar (BRASIL, 2005).

Segundo o Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa, Michaelis, a definição da palavra brinquedoteca é um “Espaço especialmente criado para favorecer a brincadeira, com supervisão de especialista na área, a fim de dar um enfoque educacional às atividades ali desenvolvidas”. Está também definido no Estatuto Da Associação Internacional de Brinquedotecas (ITLA) que

Uma brinquedoteca fornece recursos, uma equipe treinada e um espaço especializado para proporcionar ao seu público a oportunidade de brincar compartilhado e/ou o empréstimo de brinquedos. É um serviço onde as brincadeiras, brinquedos e jogos estão no centro das atividades. Os usuários de uma brinquedoteca podem ser crianças, familiares, idosos, educadores, escolares, estudantes e estagiários, funcionários do hospital e pacientes ou qualquer outra pessoa interessada em brinquedos, brincadeiras e jogos. Indivíduos, organizações sociais, governos locais, regionais ou nacionais ou qualquer outra agência ou grupo desse tipo podem operar uma brinquedoteca.

No âmbito hospitalar, a brinquedoteca passa a ter ainda mais significância para a criança internada. De acordo com Silvério e Rubio (2012) a brinquedoteca hospitalar “tem finalidade de tornar o ambiente hospitalar mais alegre e menos traumatizante, favorecendo melhores condições para recuperação da criança.” As brinquedotecas hospitalares servem como um espaço de interação, onde crianças e adolescentes podem interagir e compartilhar emoções e experiências com outras crianças em condições similares com as suas através do brincar.

A brinquedoteca hospitalar tem o propósito de fazer a criança brincar e esquecer o ambiente estranho em que a criança se encontra, é uma forma de amenizar o processo de hospitalização e torná-lo mais agradável, seja eles por brinquedos ou atividades lúdicas. As atividades ofertadas têm o poder de distrair e trazer alegria para as crianças e os acompanhantes das mesmas.

2. Hospital Universitário/ Brinquedoteca

O portal Gov explica sobre os hospitais universitários federais:

Os hospitais universitários federais são importantes centros de formação de recursos humanos na área da saúde e prestam apoio ao ensino, à pesquisa e à extensão das instituições federais de ensino superior às quais estão vinculados. Além disso, no campo da assistência à saúde, os hospitais universitários federais são centros de referência de média e alta complexidade para o Sistema Único de Saúde (SUS).

O hospital universitário de Florianópolis foi fundado em 2 de maio de 1980, pelo Professor Polydoro Ernani de São Thiago, e é atualmente o único hospital federal de Santa Catarina. A figura 1 mostra uma imagem externa do HU da UFSC.

O hospital também dispõe de uma brinquedoteca que está localizada próxima a área de internação infantil, se percebe que o espaço é pequeno, limitando a quantidade de pessoas ao mesmo tempo no local, o ambiente possui produtos antigos, que limita as formas de entretenimento dos pequenos, os armários estão organizados por faixas etárias e possuem diversos brinquedos, entretanto muitos deles não podem ser utilizados por conta dos critérios de higienização. Há falta de organização no espaço, muitos objetos se mantêm expostos por uma ausência de espaço nas mobílias para o armazenamento, existe a necessidade de desenvolvimento de um novo layout, a fim de o tornar o espaço mais lúdico e divertido para as crianças. A figura 1 mostra a brinquedoteca do HU/UFSC.



Figura 1: Brinquedoteca do Hospital Universitário de Florianópolis. Fonte: elaborado pelos autores.

Uma das demandas da brinquedoteca é o desenvolvimento de material para entretenimento de crianças de 0 a 4 anos. Já que muitos dos brinquedos não são adequados devido ao material que não pode ser higienizado com álcool. A seguir o artigo trata de temas como o design social, o desenvolvimento infantil e o desenvolvimento do brinquedo para crianças de até 2 anos de idade.

3. Design Social

O design para a sustentabilidade tem três dimensões que estão voltadas ao ser humano como parte de um ambiente inter-relacionado, que deve ser mantido e preservado para as gerações atuais e futuras. Enquanto a dimensão ambiental trata do desenvolvimento de produtos e serviços de baixo impacto ambiental ao longo do ciclo de vida desde a extração de recursos como no descarte, a gestão de recursos renováveis e na criação de ações para proteger o ambiente natural; a dimensão econômica está voltada a exploração de recursos naturais e humanos visando prosperidade dentro de uma viabilidade de produção e a dimensão social trata do desenvolvimento de produtos, serviços, que beneficiem a base da pirâmide e grupos minoritários de forma que promovam a qualidade de vida, a igualdade e felicidade.

Porém, o design atual tem como foco no lucro do mercado, Gui Bonsiepe (2011, p. 18) faz uma crítica de como o design se tornou midiático e efêmero, que tem o propósito apenas estético que se distancia em solucionar os problemas da sociedade. O trabalho do designer influi na vida das pessoas, seus projetos devem ser uma ferramenta para melhorar e agregar valor e qualidade de vida as pessoas a quem foi projetado, não discriminando nenhuma parcela da sociedade.

Outro caminho ao design de mercado, é a abordagem do design social que relaciona o papel do designer com a sociedade mais desfavorecida e visa uma maior responsabilidade do designer para atender camadas menos favorecidas socialmente, culturalmente e economicamente. Segundo Pazmino (2007, p. 3) "O design social implica atuar em áreas onde não há atuação do designer, e nem interesse da indústria com soluções que resultem em melhoria da qualidade de vida, renda e inclusão social". Nesse contexto, o papel do designer é

como um solucionador de problemas, onde o projeto deve ser viável economicamente e culturalmente.

Este artigo tem uma ênfase no design social já que atende uma demanda de um hospital público para o desenvolvimento de brinquedos para sua brinquedoteca. Antes de entrar no desenvolvimento do projeto é tratado um pouco do desenvolvimento infantil para entender as características do público-alvo.

4. Desenvolvimento infantil

Nos primeiros anos de vida o sistema imunológico é imaturo, é quando se fica mais suscetível a doenças presentes no meio. Por isso, crianças pequenas são mais suscetíveis a ficarem doentes e até mesmo internadas.

De acordo com Piaget (1970/1971/1973/1976/1977, apud. Cavicchia, 2010), até o seu desenvolvimento como adulto a criança passa por 4 estágios (ou períodos).

O primeiro estágio, que vai de 0 a 2 anos, é o sensório-motor, onde o bebê desenvolve o reflexo, nesse período começa as primeiras formas de pensamento e expressão, a criança a ter uma compreensão ainda que primitiva de permanência de objeto e do "eu".

O segundo estágio vai dos 2 aos 7 anos, denominado de pré-operatório, é a transição do estágio anterior e a inteligência representativa, nesse estágio há o domínio da linguagem, a criança é mais focada nela mesma, ela apresenta uma confusão entre a realidade e fantasia e o seu pensamento é intuitivo.

De 7 a 12 anos é o estágio operatório concreto, nessa parte ela adquire a reversibilidade lógica, que caracteriza formações de pensamento lógicos. A criança passa a compreender e a estabelecer relações entre conceitos aprendidos.

O último é o estágio de operações formais, que abrange as crianças com mais de 12 anos. Nesse estágio a criança chega a conclusões a partir da formulação de hipóteses sem ter que necessariamente ver e manipular no real, ele consegue pensar sobre possibilidades e fatos e raciocinar sobre problemas reais e hipotéticos.

Além de saúde, educação e alimentação adequada, a Declaração Universal dos Direitos Humanos, na Declaração dos Direitos da Criança, no Estatuto da Criança e do Adolescente, na Convenção sobre os Direitos da Criança e no Marco Legal da Primeira Infância (Lei 13.257), também declara que é direito da criança brincar. Diversas pesquisas afirmam que o ato de brincar tem grande influência no desenvolvimento das crianças, de acordo com Lima (1994, 1995, apud PETERS, 2009), as brincadeiras são necessidades vitais para os primeiros anos de vida dos seres humanos, pois é por meio delas, que as crianças exploram a realidade no qual vivem e se desenvolvem.

Para além de tudo, é importante que a criança internada não sofra nenhum prejuízo em seu desenvolvimento por conta da internação. O momento em que a criança adoece a deixa vulnerável, aliada a uma internação que é uma experiência estressante e muitas vezes

desconhecidas, pode causar reações físicas e emocionais que podem acarretar em prejuízos para a sua formação e até uma regressão de seu estado atual (OLIVEIRA et al, 2005).

5. Processo de Desenvolvimento do Brinquedo

Estimulados na disciplina de Metodologia de Projeto, ofertada na segunda fase do curso de Design de Produto, os alunos da instituição acadêmica da Universidade Federal de Santa Catarina, foram impulsionados a produzir o projeto de um brinquedo para a brinquedoteca do hospital universitário de Florianópolis, a partir do enunciado do projeto que trata de uma demanda do HU para produzir material lúdico que seja de fácil higienização, material plástico e atenda a faixa de desenvolvimento infantil de 0 a 14 anos.

Desta forma, para a realização deste projeto, inicialmente foram feitas pesquisas bibliográficas exploratórias, com base em trabalhos indexados, como TCCs (Trabalhos de conclusão de curso), artigos e pesquisas em sites desenvolvedores dos produtos analisados, com o intuito de promover comparações qualitativas básicas de dados sólidos.

Após a conclusão da pesquisa exploratória produzida através do método AEIOU, e sintetizada em um mapa mental, foi efetuada uma visita até a brinquedoteca, com o objetivo de conhecer o ambiente e os funcionários que trabalham na brinquedoteca do local, além disso, a visita também serviu para tirar algumas dúvidas relacionadas às solicitações do hospital quando as demandas do brinquedo, que futuramente auxiliaram no desenvolvimento do projeto, como por exemplo: a faixa etária com menos brinquedos e informações quanto ao material mais adequado para o produto.

A seguir, a equipe decidiu o público-alvo, para o qual o produto seria direcionado, seguindo as informações obtidas durante a visita e as instruções transmitidas durante a disciplina, e com isso, foram efetuadas pesquisas direcionadas aos produtos já existentes no mercado, com o foco em objetos de empilhamento e de categorização para crianças de 6 meses até 2 anos de idade.

A partir desses dados, foi desenvolvido, um infográfico, compilando informações obtidas pela pesquisa, acompanhado de uma entrevista feita com uma funcionária da brinquedoteca do hospital universitário.

Com a obtenção dos dados necessários, foram criadas personas relativas ao público-alvo escolhido para o projeto e painéis de conceito e produto complementares às mesmas, uma lista de necessidades referentes a características necessárias para o brinquedo a ser desenvolvido, e uma tabela de requisitos, contendo todas as características desejáveis e obrigatórias necessárias para o objeto, essa tabela futuramente veio a servir como forma para direcionar a geração de alternativas de um brinquedo de empilhamento que tivesse animais e cores, foram realizados sketches na fase de ideação do projeto, e posteriormente foi selecionada a melhor solução que foi refinada e aprimorada como produto final. A figura 2 mostra os sketches dos discos e bases que foram desenvolvidos na fase de ideação do projeto.

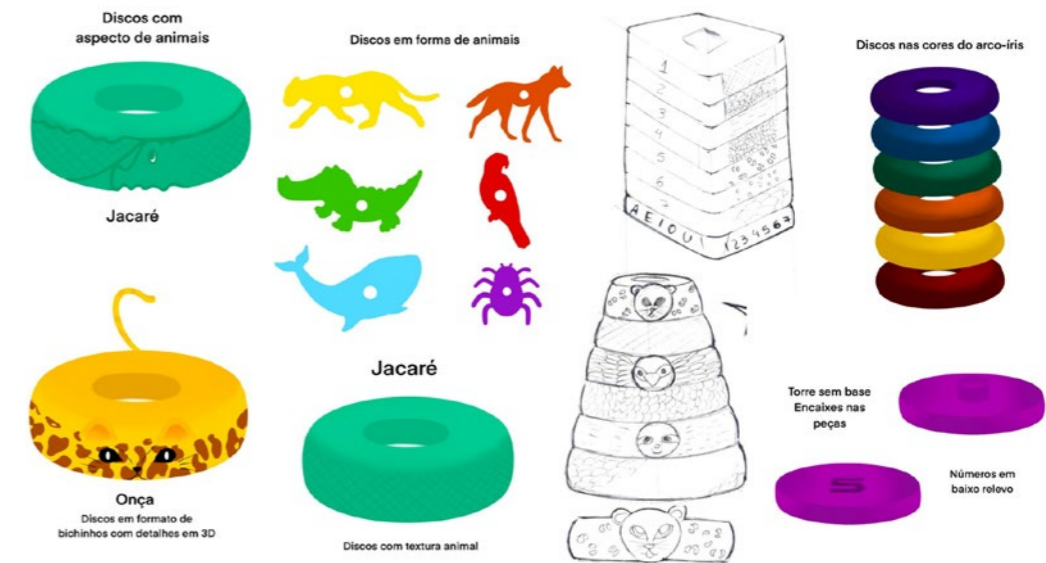


Figura 2: Sketches dos discos produzidos pela equipe durante a fase de ideação do projeto. Fonte: elaborado pelos autores.

Com a alternativa de discos com aspecto de animais selecionada através da matriz de decisão, produzida com os requisitos previamente estabelecido em uma tabela, a equipe passou a refinar a proposta, escolhendo manter a estética dos discos com uma figura animal distinta em cada uma das peças, sendo essas de espécies brasileiras e colorações respectivas a das cores primárias e secundárias, as figuras relacionam os animais com o tipo de ambiente em que se encontram, detalhes esses representados nos adesivos adjuntos as paredes laterais dos discos, também foi determinado que o objeto possuiria marcações numéricas na parte superior de cada disco. A base mantém a estética de uma peça de tonalidade mais neutra e um item agregado à parte superior. A figura 3 mostra a base e o refinamento dos discos.



Figura 3: Sketchs escolhidos através da matriz de decisão e suas formas refinadas. Fonte: elaborado pelos autores.

Por fim, com a solução refinada, a equipe iniciou a modelagem 3D do objeto, levando em consideração os elementos necessários para a impressão 3D do produto, como a forma oca das peças e as conexões de cada disco, dado que a impressão 3D tem como característica segregar algumas partes da estrutura que devem ser ligadas posteriormente, adjunto a isso, a equipe também desenvolveu os adesivos que seriam colados em cada um dos discos, contendo os desenhos finais dos animais anteriormente selecionados. Na figura 4 é possível visualizar a modelagem 3D primária do projeto.



Figura 4: Modelagem 3D inicial do objeto. Fonte: elaborado pelos autores.

Foram realizados ajustes e colocadas as cores e os animais que estariam em cada disco. O material a ser usado para impressão 3D é o pla que reciclável e sendo um polímero pode ser higienizado com facilidade.

6. Resultado do brinquedo Torre de Discos

Com o objetivo de criar um brinquedo atrativo para crianças de 6 meses a 2 anos, a equipe desenvolveu uma torre de discos, brinquedo esse que possui como uma das suas principais características, o auxílio do desenvolvimento motor, se tornando perfeito para a faixa etária escolhida, o objeto utiliza de elementos visuais e físicos para atrair a atenção do usuário, ao mesmo tempo que possui um viés educacional, se classificando como um brinquedo lúdico. Além disso, o produto também se propôs a cumprir as principais demandas solicitadas pelos funcionários da brinquedoteca do hospital universitário, relacionadas ao material e higienização.

Quanto as cores escolhidas para o produto, foi selecionado o uso de cores primárias e secundárias em tonalidades vibrantes, para chamar a atenção dos bebês e para melhor visualização dado que na faixa etária escolhida os bebês conseguem ver apenas cores vivas, às disposições das cores foi pensada de modo que cada cor secundária esteja entre as duas cores primárias relativas à sua criação, por exemplo o disco de cor laranja, está entre os discos das cores amarelo e vermelho. Quanto à estrutura e tamanho, foram selecionadas formas arredondadas e peças em tamanho relativamente grandes para o usuário, com o objetivo de

evitar qualquer tipo de acidente, visto que os bebês possuem a tendência de levar os objetos alcançáveis até a boca.

A torre de discos conta com uma base e 6 discos que representam diferentes espécimes de animais brasileiros, sendo esses: a baleia jubarte, a onça pintada, o jacaré, o lobo guará, a arara vermelha e a tarântula-roxa-brasileira. Cada espécie foi escolhida, levando em conta as suas tonalidades, com o objetivo de introduzir os animais nacionais desde cedo para o usuário ao mesmo tempo que garante um produto colorido e atrativo.

Os discos estão dispostos de forma que o animal de maior tamanho ocupe o espaço acima da base, enquanto o de menor tamanho se encontra no topo do brinquedo, cada disco contém uma numeração que vai do número 1 até o 6, de forma que o primeiro número se encontra no disco do maior animal e o último no disco do menor, esses detalhes foram estrategicamente desenvolvidos para que o usuário obtenha uma percepção de tamanho com relação aos animais apresentados, além de uma associação de medidas numéricas crescentes. A própria estrutura do brinquedo também contribui para essa percepção, ao relacionar cada animal a um disco de tamanho distinto, sendo o maior disco relativo à maior criatura, e o menor disco a mais pequena.

No topo do brinquedo há um item removível no formato do planeta terra, representando o mundo onde todos nós nos encontramos, esse adereço tem como finalidade prender os discos a base, facilitando o armazenamento do produto. A figura 5 mostra a modelagem final e as figuras 6 e 7 os cards com informações para serem lidas para as crianças.

ANIMAL TOWER



Figura 5 - renderização da modelagem 3D final, com o adereço do topo. Fonte: elaborada pelos autores.

Os cards devem ser plastificados para facilitar a higienização e o jogo de empilhamento entregue para uso na brinquedoteca.

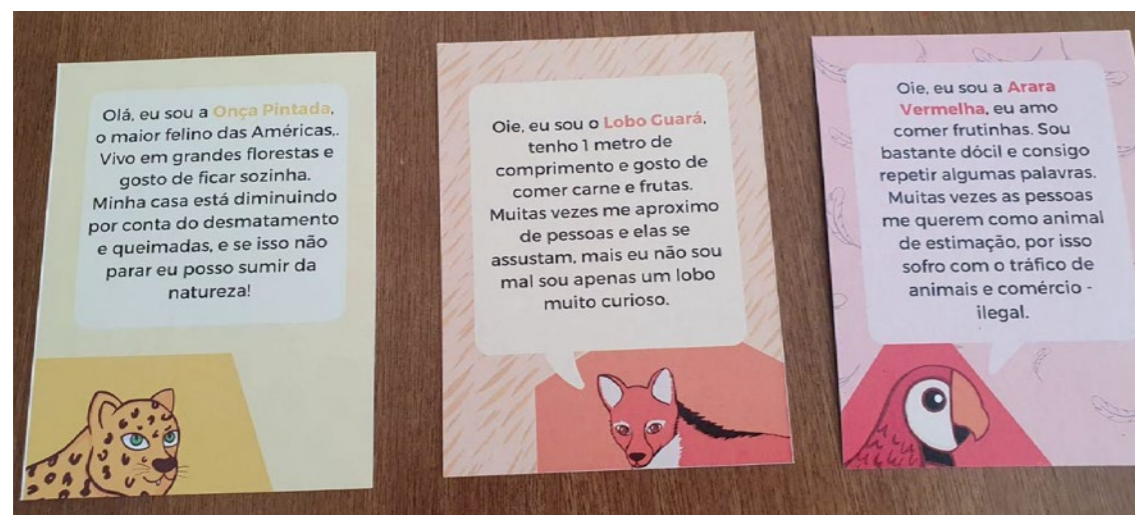
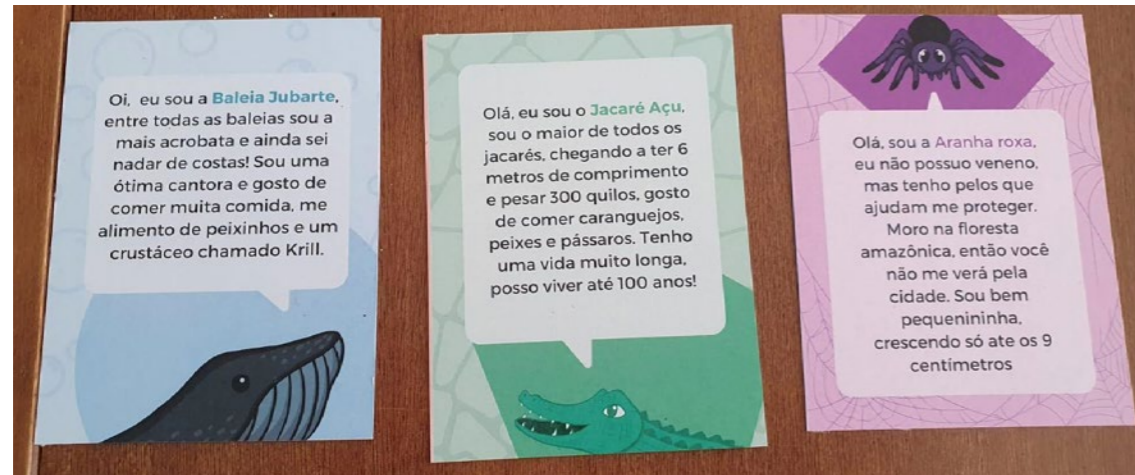


Figura 6 - cards baleia, jacaré e aranha roxa do jogo complementar. Fonte: elaborado pelos autores.

Figura 7 - cards onça, lobo guará e arara vermelha do jogo complementar. Fonte: elaborado pelos autores.

7. Considerações Finais

A internação hospitalar na infância pode ser prejudicial ao seu desenvolvimento, por conta disso, é necessário que os hospitais contem um ambiente que amenize a estadia dos pequenos durante este período de internação. As brinquedotecas foram inseridas nos hospitais com tal objetivo, e devem possuir uma diversidade de materiais e objetos para esse propósito.

O artigo descreveu o desenvolvimento de um brinquedo lúdico, que tem como objetivo ajudar crianças de 6 meses a 2 anos a passar pela internação de modo mais divertido e menos traumático, introduzindo conceitos de cores, tamanhos, formas, diversidade da fauna brasileira e noções básicas de ensino, como letras e números.

O resultado deste processo foi uma torre de discos, que se utiliza de espécies de animais brasileiros como principal característica. O projeto foi desenvolvido por alunos do curso de

design de produto, com o âmbito social, para a brinquedoteca do hospital universitário da região de Florianópolis, espera-se que o produto ajude no entretenimento de crianças hospitalizadas e que mais projetos possam ser desenvolvidos de acordo com as suas demandas e necessidades.

Referências

- BAHIA, Priscila Mary Dos Santos. **A CONSTRUÇÃO DE ZONAS LÚDICAS NO HOSPITAL: TRANSFORMAÇÕES SOBRE TEMPO, ESPAÇO E ROTINAS POR CRIANÇAS**. 2016. Disponível em: https://pospsi.ufba.br/sites/pospsi.ufba.br/files/priscila_mary.pdf. Acesso em : 19 set. 2022
- BONSIEPE, Gui. **Design, cultura e sociedade / Gui Bonsiepe**. – São Paulo: Blucher, 2011.
- BRASIL (org.). **LEI Nº 11.104 DE 21 DE MARÇO DE 2005**: Dispõe sobre a obrigatoriedade de instalação de brinquedotecas nas unidades de saúde que ofereçam atendimento pediátrico em regime de internação.. 2005. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/lei/111104.htm#:~:text=LEI%20N%C2%BA%2011.104%2C%20DE%2021,pedi%C3%A1trico%20em%20regime%20de%20interna%C3%A7%C3%A3o. Acesso em: 08 set. 2022.
- CAVICCHIA, Durlei de Carvalho. **O desenvolvimento da criança nos primeiros anos de vida**. 2010. Disponível em: <https://acervodigital.unesp.br/handle/123456789/224>. Acesso em 11 set. 2022.
- GAZETA DO POVO. **Doenças respiratórias são principal causa de internamento de bebês e crianças**. Disponível em: <https://www.semprefamilia.com.br/saude/veja-as-principais-causas-de-internamento-de-bebes-criancas-e-jovens-no-brasil/>. Acesso em: 18 set 2022.
- OLIVEIRA, Gislene Farias de; DANTAS, Francisco Danilson Cruz; FONSECA, Patrícia Nunes da. **O impacto da hospitalização em crianças de 1 a 5 anos de idade**. Rev. SBPH, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 37-54, dez. 2004. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-08582004000200005&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 22 nov. 2022.
- OLIVEIRA, Éllen Fuga; SILVA Verônica Meiri e FANTACINI, Renata Andrea Fernandes. **Pedagogia hospitalar: a brinquedoteca em ambientes hospitalares**. Rev. Research, Society and Development, v. 1, n. 1, p.88 -104, jan - jul 2016. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6/38>. Acesso em: 17 set. 2022
- SILVA, Jocsan Pires. **A brinquedoteca hospitalar e sua contribuição às crianças hospitalizadas: um estudo na pediatria do hospital geral de Bragança - Pará**. 2009. Disponível em: http://artigos.netsaber.com.br/resumo_artigo_45058/artigo_sobre_a-brinquedoteca-hospitalar-e-sua-contribuicao-as-criancas-hospitalizadas--um-estudo-na-pediatria-do-hospital-geral-de-braganca---para. Acesso em: 15 set. 2022.



SILVÉRIO, Cláudia Aparecida; RUBIO, Juliana de Alcântara Silveira. **Brinquedoteca Hospitalar: O Papel do Pedagogo no Desenvolvimento Clínico e Pedagógico de Crianças Hospitalizadas.** Rev. Eletrônica Saberes da Educação, v. 3, n. 1, 2012. Disponível em: <http://docs.uninove.br/arte/fac/publicacoes/pdf/v3-n1-2012/claudia.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2022

SOSSELA, Cláudia Roberta; SAGER, Fábio. **A criança e o brinquedo no contexto hospitalar.** Rev. SBPH, Rio de Janeiro, v. 20, n. 1, p. 17-31, jun. 2017. Disponível em: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-08582017000100003&lng=pt&nrm=iso. Acesso em 12 set. 2022

Materiais poliméricos sem reciclabilidade em Unidades de Triagem de Resíduos de Porto Alegre/RS e região metropolitana

Non-recyclable polymeric materials in Waste Sorting Units in Porto Alegre/RS and metropolitan region

Joice Pinho Maciel, Doutora, Universidade do Vale do Rio dos Sinos

joicemaciel14@gmail.com

Andriele Brizolla Bueno, Mestranda, Universidade do Vale do Rio dos Sinos

buenoandriele@gmail.com

Carlos Alberto Mendes Moraes, Doutor, Universidade do Vale do Rio dos Sinos

cmoraes@unisinos.br

Resumo

De acordo com o Fórum Econômico Mundial (2020), em torno de 32% dos plásticos (polímeros) são descartados no meio ambiente de forma inadequada, 40% em aterros sanitários, 14% são incinerados, 14% encaminhados para a reciclagem, e apenas 2% dessa fração encaminhada para a reciclagem, são efetivamente recuperadas em produtos duráveis. Estes dados demonstram que mesmo que os resíduos potencialmente recicláveis sejam encaminhados para a Coleta Seletiva, muitos não possuem reciclabilidade devido o uso de diferentes tipos de materiais e materiais poliméricos sem mercado de comercialização para reciclagem. Este estudo tem como objetivo analisar quais tipologias de embalagens poliméricas são atualmente encaminhadas via Coleta Seletiva para Unidades de Triagem, mas que acabam se tornando rejeito e são encaminhadas para disposição final em aterro sanitário. Para desenvolvimento da pesquisa foram avaliados 32 tipos de materiais poliméricos (plásticos) objetivando identificar se são ou não comercializadas em 37 Unidades de Triagem em Porto Alegre e Região Metropolitana. Os resultados apontam que as resinas com o menor potencial de reciclabilidade foram as tipologias de materiais poliméricos: PET (1) do tipo bandeja, PET (1) material pigmentado, PP (5) do tipo película de polipropileno biorientada (BOPP), PS (6) embalagens de uso único como copos, talheres, pratos, bandejas e cápsula de café, OUTROS (7) que caracterizam-se pela mistura de mais de uma resina polimérica, do tipo sachês, embalagens de erva mate, café, ração animal, além de outros tipo de materiais como acrílico.

Palavras-chave: Reciclabilidade; Materiais poliméricos; Unidades de Triagem, Cooperativas de Reciclagem.

Abstract

According to the World Economic Forum (2020), around 32% of plastics (polymers) are inappropriately disposed in the environment, 40% in landfills, 14% are incinerated, 14% are sent for recycling, and only 2% of this fraction sent for recycling is recovered in durable products. These data demonstrate that even if potentially recyclable waste is sent to the Selective Collection, many are not recyclable due to the use of different types of polymeric materials with no market for recycling. This study aims to analyze which types of polymer packaging are currently sent via Selective Collection to Sorting Units, but which end up becoming waste and are sent for final disposal in landfills. For the development of the research, 32 types of polymeric material (plastics) were evaluated in order to identify whether or not they are commercialized in 37 Sorting Units in Porto Alegre and the Metropolitan Region. The results indicate that the resins with the lowest potential for recyclability were the types of polymeric resins: PET (1) of the tray type, PET (1) pigmented material, PP (5) of the bioriented polypropylene film type (BOPP), PS (6) single-use packaging such as cups, cutlery, plates, trays and coffee capsules, OTHERS (7) which are characterized by the mixture of more than one polymeric material, such as sachets, yerba mate packaging, coffee, animal feed, in addition to other types of materials such as acrylic.

Keywords: Recyclability; Polymer materials; Sorting Units, Recycling Cooperatives.

1. Introdução

No Brasil, conforme SNIS (2021), a massa coletada de RSU foi de 65,6 toneladas, e desse total, apenas 1,12 milhão de toneladas foram recuperadas. Esse cenário traz luz a um problema enfrentado pela baixa recuperação de materiais recicláveis nas cidades brasileiras.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos, capítulo III, art. 8º informa que a coleta seletiva, os sistemas de logística reversa e outras ferramentas relacionadas à implementação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos devem ser instrumentos a serem implementados nas esferas: federal, estadual e municipal (BRASIL, 2010).

Os resíduos que não são reciclados, são considerados rejeitos, o que significa afirmar que, por mais que sejam encaminhados para as unidades de triagem e que possuam alguma identificação de simbologia de reciclável, resultam em rejeito e são encaminhados e dispostos em aterros sanitários.

Entre os setores consumidores de resinas plásticas em seus processos produtivos, o setor alimentício ocupa o segundo lugar no Brasil, com 21,6% do consumo de transformados poliméricos, perdendo apenas para o setor de Construção Civil, que ocupa o primeiro lugar no ranking com 23,9% de consumo (ABIPLAST, 2022).

Os materiais poliméricos aplicadas na produção de embalagens para o setor alimentício, são um potencial problema na geração de resíduos poliméricos que cresce nos últimos anos, pois 39,6% do total produzido possui curto ciclo de vida, sendo descartados em até 1 ano, as

aplicações de materiais poliméricos nos setores consumidores que possuem ciclo longo de vida de até 5 anos, são os aplicados na construção civil, automóveis e autopeças, máquinas e equipamentos, móveis e equipamentos de transporte (ABIPLAST, 2022). Ou seja, o segmento de alimentação tem sido considerado de grande geração e descarte de resíduos poliméricos.

Os principais tipos de materiais poliméricos aplicados nos processos produtivos, e que são designadas como “Resinas Commodities” são o Poliestireno (PE), Polipropileno (PP), Poliestireno (PS), Policloreto de Vinila (PVC), Politereftalato de etileno (PET) e OUTROS (ABIPLAST, 2022). Em levantamento das principais materiais poliméricos que se tornam rejeito em Unidades de Triagem de Resíduos, foram destacados os tipos, OUTROS - do tipo película de polipropileno biorientada, do termo em inglês *biaxially oriented polypropylene* (BOPP), filme multicamadas laminado (82%), Polipropileno (PP) - Filme colorido ou laminado por dentro (82%), Poliestireno (PS) - Isopor em geral (82%), Polipropileno (PP) - Filme colorido ou opaco por dentro (68%), Poliestireno (PS) - carcaça de impressoras (50%), Polipropileno (PP) - Filme transparente (41%), e outras embalagens coloridas (32%) (MACIEL, et al. 2021).

A reciclabilidade dos resíduos poliméricos que chegam nas Unidades de Triagem de Resíduos dependem de vários fatores, entre os que dificultam a reciclagem de resíduos, podem ser citados: a sujidade das embalagens; presença de impressão *Silk Screen* em que a impressão é feita diretamente na embalagem; mesmo tipo de resina polimérica com diferentes cores; presença de contaminantes; falta de identificação na embalagem; falhas na padronização da identificação; embalagens do tipo OUTROS de número 7; presença de selos e adesivos de alumínio (ABIPLAST, 2019).

Assim como a cor da embalagem pode interferir no seu potencial de reciclagem, em ordem de maior reciclabilidade para menor reciclabilidade, podem ser citadas: embalagens incolores, embalagens translúcidas - azul; embalagens translúcidas - verde; embalagens translúcidas - âmbar / vermelho; embalagens opacas (ABIPLAST, 2019).

Como exemplo de embalagens pós-consumo de difícil reciclabilidade, pode ser citado o polipropileno, largamente produzido e aplicado no empacotamento dos mais diversos tipos de produtos, entre eles na indústria alimentícia. A resina de polipropileno é aplicada em embalagens alimentícias devido às propriedades como barreira à umidade, alto ponto de fusão, resistência e estabilidade contra exposição a temperatura, comumente encontrado em sua versão metalizada, pois nesta forma é comum para embalar produtos alimentícios secos, que exigem alta proteção e barreiras de oxigênio (BAUER, et al. 2021).

A reciclagem do polipropileno é um desafio, pois, durante a reciclagem sofre perdas e degradação térmica durante o processo de fusão, e é comumente mitigado pela incorporação de estabilizadores no polímero de base (WYPYCH, 2008; XANTOS, 2012), além do polímero polipropileno possuir absorção rápida de oxigênio se comparado com outros tipos de resinas como, polietilenos, poliamidas e poliésteres, o que resulta no potencial de reações para sua degradação durante a reciclagem (WYPYCH, 2008).

Já as embalagens com classificação OUTROS de número 7, mesmo que encaminhados para a reciclagem, dificilmente serão efetivamente recicladas, devido a existência de diversos tipos de matérias primas constituindo uma única embalagem, como as do tipo BOPP, que

possui entre suas camadas alumínio. Em embalagens do tipo BOPP, a camada de alumínio é aplicada por meio do processo de metalização, por deposição de vapor, onde uma camada fina de alumínio (0,02 - 0,5 microm), é depositada sobre a superfície do polímero, esta camada fornece uma gama de funções que incluem: mistura de oxigênio, umidade e barreiras para aroma e luz (CEFLEX, 2020).

Embalagens multicamadas, são constituídas pela união de diferentes camadas de diferentes matérias primas como polímeros, papel alumínio, matérias orgânicas e inorgânicas. São produzidas pelo método de extrusão ou laminação. O método de co-extrusão é o processo dominante para a fabricação de embalagens multicamadas, pela praticidade e economia no processo, já o processo de laminação é aplicado quando há a necessidade da junção de materiais de diferentes tipos, como polímeros com não polímeros (BAUER, et al. 2021).

Tais embalagens, muitas vezes são classificadas como rejeito em Unidades de Triagem de Resíduos, A separação destas camadas é economicamente inviável, resultando em grandes quantidades destes resíduos poliméricos como rejeitos em cooperativas de triagem e que são encaminhadas para aterros sanitários (CURTZWILER et al., 2019). Além de que embalagens de alimentos com diferentes tipos de materiais poliméricos em sua composição, são imiscíveis e são consideradas contaminantes em seus respectivos fluxos de reciclagem (CURTZWILER et al., 2019). Exemplificação de embalagens com diferentes camadas, comumente identificadas como multicamadas, pode ser conferido na Figura 1.

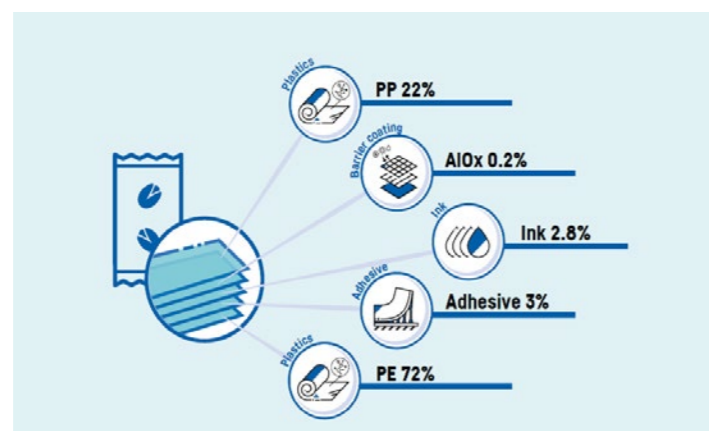


Figura 1: Materiais empregados em embalagens multicamadas. Fonte: CEFLEX, 2020.

A combinação de diferentes materiais e camadas em embalagens se faz necessário para a proteção do alimento embalado, algumas funções como a “permeabilidade contra gases relevantes como (oxigênio (O₂), dióxido de carbono (CO₂), nitrogênio (N₂), vapor de água, a transmitância de luz, a barreira contra gordura ou óleo, bem como odores/ aromas são elementos importantes controlada pela embalagem” (BAUER, et al, 2021).

A combinação entre diferentes tipos de polímeros e outros materiais é largamente utilizada para obtenção das propriedades necessárias para a proteção do alimento/produto embalado. Em estudo realizado por meio de polarização microscópica foi possível identificar 24

diferentes camadas de materiais combinados em uma embalagem polimérica para armazenamento de queijo (HÄSÄNEN, 2016).

A necessidade de diversas camadas de diferentes materiais em uma única camada, torna um desafio para o desenvolvimento de embalagens que cumpram os requisitos necessários para proteção do produto, mas que possam garantir a circularidade do material por meio da reciclagem ao se tornar um resíduo.

Entre os diferentes tipos de materiais poliméricos aplicados em embalagens podem ser citados o polietileno, utilizado como barreira à umidade, e em suas variações como: Polietileno de baixa densidade (PEBD) e o Polietileno de baixa densidade linear (PEBDL) que são utilizados como selantes, camadas de ligação, adesivos ou como camadas estruturais e são encontrados nas mais diversas aplicações em embalagens flexíveis, como em embalagens de produtos de panificação. Já o polietileno de alta densidade (PEAD), é aplicado em embalagens para a indução da rigidez e como camada estrutural, exemplo da aplicação do PEAD em embalagens multicamadas é em embalagens de cereais em combinação com o Copolímero de Etileno e Álcool Vinílico (EVOH) para aprimoramento da barreira de oxigênio (BAUER, et al, 2021).

São diferentes matérias primas de polímeros utilizados na fabricação de embalagens, principalmente nas multicamadas, portanto para que a reciclabilidade seja viável se faz necessária a identificação e correta simbologia e identificação dos materiais poliméricos aplicadas na embalagem pois diferentes aplicações de produtos e polímeros podem ter diferentes potenciais de reciclagem (FARACA; ASTRUP, 2019).

Tendo em vista esse tema, o estudo realizado tem como objetivo apresentar os tipos de materiais poliméricos que não estão sendo absorvidas pelo mercado da reciclagem, bem como identificar quais os tipos e simbologias dos resíduos plásticos (polímeros) pós-consumo chegam por meio da coleta seletiva em unidades de triagem em Porto Alegre/RS e região metropolitana como uma amostra do que ocorre em praticamente todo o país, e que são classificados como rejeitos mediante a impossibilidade de venda pela cadeia produtiva da reciclagem.

2. Metodologia

Para a realização deste estudo, primeiramente foi realizada uma visita in loco em uma cooperativa de reciclagem de Porto Alegre com objetivo de identificar as tipologias de resíduos poliméricos triados que possuem reciclabilidade (comercialização) e as tipologias de materiais poliméricos sem reciclabilidade (rejeito), que são encaminhadas para disposição final em aterros sanitários.

Foram listadas 32 tipologias de materiais poliméricos recebidos por essa UTR. Para levantamento da reciclabilidade ou não de cada tipologia de resina polimérica, as mesmas foram sistematizadas em um questionário em formato *online*, com fotos para facilitar a identificação pelos coordenadores das UTRs. Ao total participaram da pesquisa um total de 37 UTR de 12 municípios da região Metropolitana de Porto Alegre.

O questionário contou com 3 seções, em que a primeira apresentou o objetivo do estudo, a segunda levantou os dados gerais da UTR e a terceira apresentou os tipos de resíduos poliméricos (plásticos), a descrição de cada tipo de resina plásticas conforme a NBR 13.230:2008 - Embalagens e acondicionamentos plásticos - Identificação e Simbologia e quais resíduos poliméricos (plásticos) são comercialização ou não, com as seguintes opções de respostas: vende com rótulo (embalagens vendidas com rótulo nas Embalagens), vende sem rótulo (Embalagens que os compradores pedem a retirada dos rótulos), rejeitos por não ter comprador e ou rejeitos porque o valor final de venda não compensa o trabalho de triagem.

3. Resultados

Das 37 UTR participantes, 82% foram classificadas como cooperativas e 18% associações.

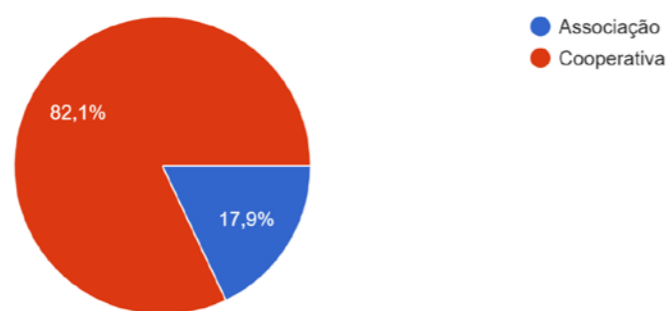


Figura 2: Forma de organização das UTR participantes. Fonte: elaborado pelos autores.

Foram analisados 32 tipos de materiais poliméricos que por meio da Coleta Seletiva que chegam diariamente nas UTR participantes da pesquisa. Para a tipologia poli(tereftalato de etileno) (PET) número de identificação 1, foram analisadas os 7 tipos que comumente são encaminhadas para a Coleta Seletiva, considerando a comercialização para a reciclagem com ou sem rótulo. Deste material o tipo PET bandeja (aplicado para embalar alimentos e *hortifruti*) foi a tipologia que apresentou menor comercialização entre as UTR participantes, e que, portanto, é encaminhado para o aterro sanitário como rejeito, porque não possui comprador. Demais PET que possuem dificuldades de reciclabilidade foram as do tipo marrom (de cervejas e chop), ou do tipo coloridas, seja por não possuir comprador, seja devido ao valor de venda que não compensa o trabalho de triagem do material (Figura 3).

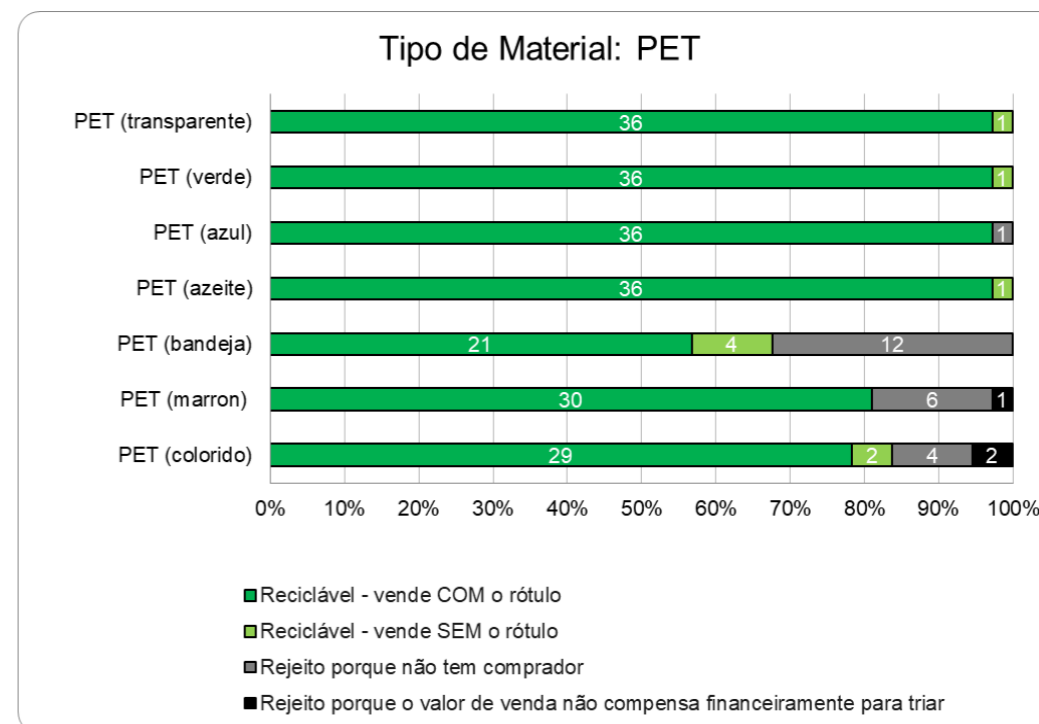


Figura 3: Comercialização e reciclagem da resina polimérica PET. Fonte: elaborado pelos autores.

Os resíduos poliméricos do tipo polietileno de alta densidade (PEAD) foram analisados considerando as duas variações PEAD branco/leitoso (utilizados em embalagens de bebidas como leite) e PEAD colorido (utilizado em embalagens de diversos alimentos e cosméticos), esta categoria apresentou ser comercializada entre as UTR participantes da pesquisa, onde 5 das participantes alegaram retirar o rótulo das embalagens para posterior comercialização, o que representa aumento no valor de comércio dos resíduos poliméricos (Figura 4).

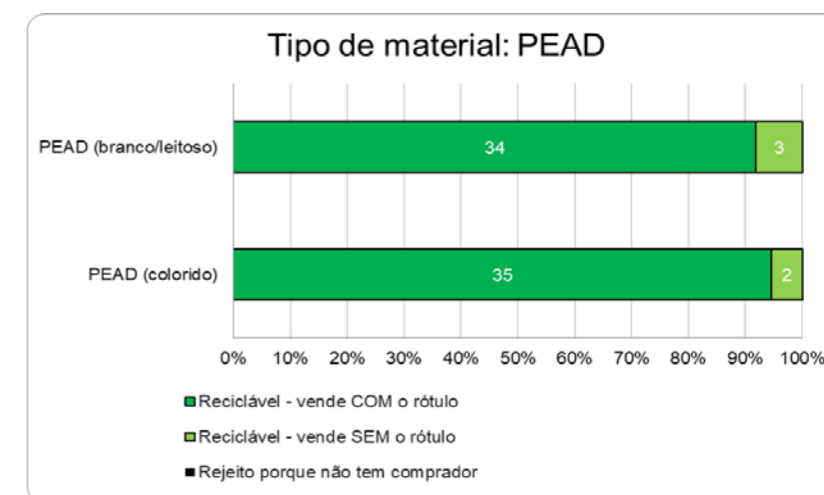


Figura 4: Comercialização e reciclagem da resina polimérica PEAD. Fonte: elaborado pelos autores.

Os índices de comercialização do tipo de resina polimérica polipropileno (PP) com número de identificação 5 (Figura 5), indicam que mais de 40% dos resíduos poliméricos do tipo PP “estralador” não são comercializados e são encaminhados para aterros sanitários, por falta de comprador e por não serem economicamente viáveis de serem triados. Estes materiais são compostos por mais de uma resina polimérica e/ou camada, e são largamente utilizados em embalagens de alimentos (Figura 4).

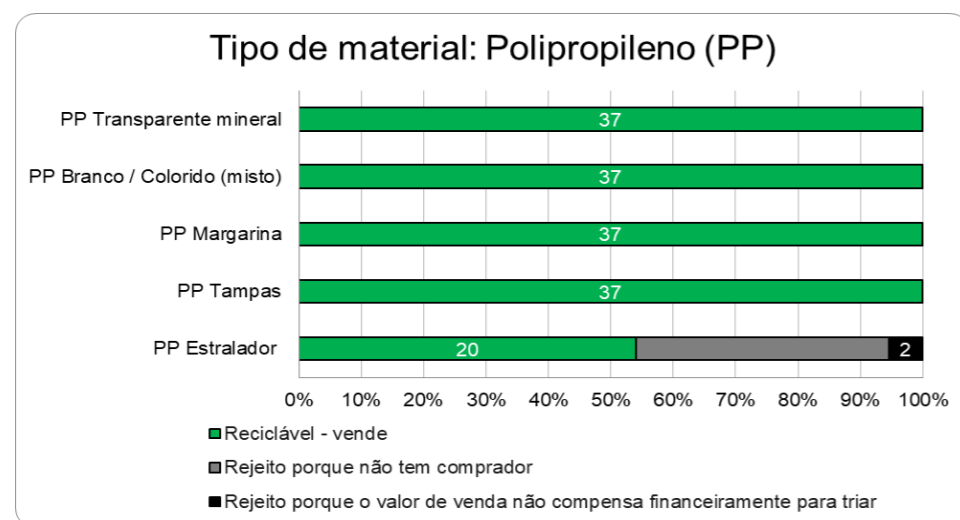


Figura 5: Comercialização e reciclagem da resina polimérica PP. Fonte: elaborado pelos autores.

O tipo de resina polimérica Poliestireno com número de identificação 6 foi analisado considerando 7 categorias de separação que consideram os diferentes tipos e aplicações deste material. A tipologia de poliestireno isopor, é o tipo de resina polimérica que possui maior índice de encaminhamento a aterros sanitários, classificados como rejeitos pela falta de comercialização e também por ser um material volumoso e de baixa densidade, que dificulta sua estocagem (Figura 6).

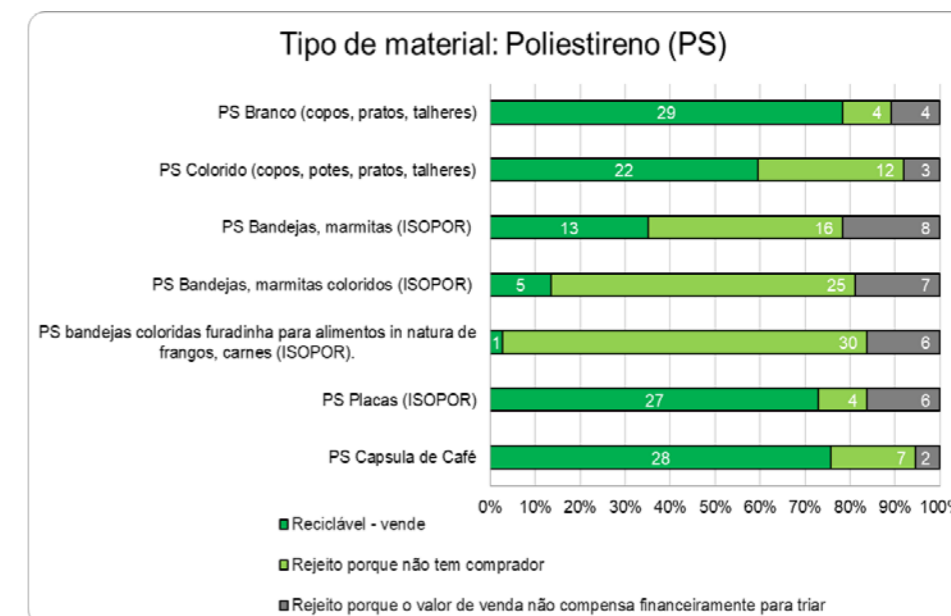


Figura 6: Comercialização e reciclagem da resina polimérica PS. Fonte: elaborado pelos autores.

A categoria de resinas OUTROS com número de identificação 7, representa a adição de mais de um tipo de resina polimérica em sua composição, nesta categoria foram considerados 11 tipologias de resíduos poliméricos que chegam diariamente nas UTR, na análise é possível identificar que embalagens de café laminadas possuem baixo índice de comercialização nas UTR, também embalagens do tipo sachê aplicadas em refis de produtos de limpeza, embalagens de erva-mate, ração animal, entre outras, também são de difícil comercialização. Isto se dá ao fato de que tais embalagens possuem mais de uma camada de resinas em suas estruturas, e que estas camadas são muitas vezes imiscíveis em processos de reciclagem mecânica (com utilização de calor), o que dificulta sua comercialização para reciclagem. Além do material como sacolinhas brancas e do tipo acrílico, que possui baixo índice de comercialização, devido a falta de mercado para sua comercialização (Figura 7).

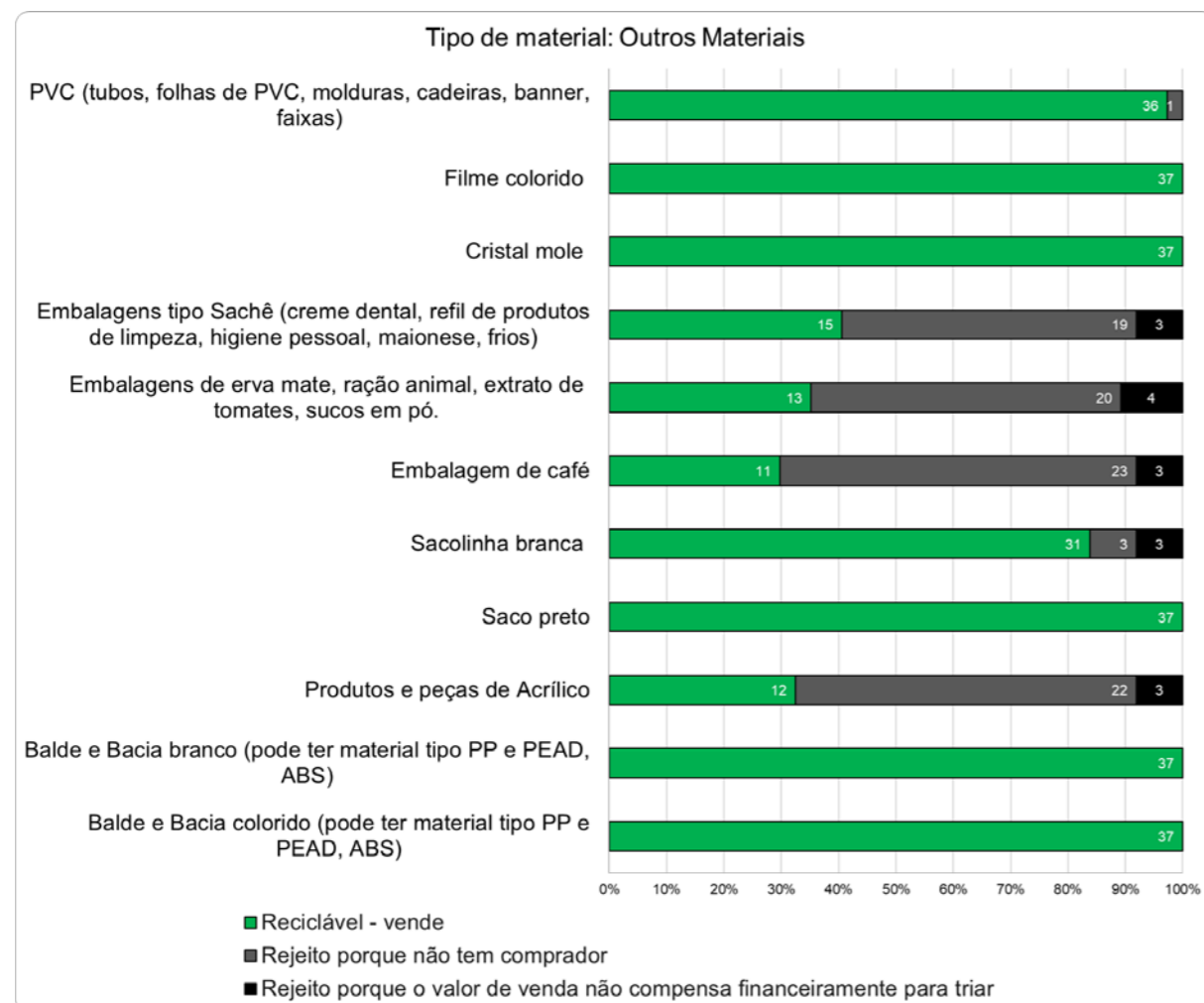


Figura 7: Comercialização e reciclagem da resina polimérica PS. Fonte: elaborado pelos autores.

4. Análises dos Resultados e Discussões

Os resíduos poliméricos (plásticos) com menor potencial de reciclabilidade, seja por não ter comprador ou pela inviabilidade de triagem, considerando o preço final de comercialização, foram identificados como: PET (1) bandeja com 32%, ou PET com algum tipo de pigmentação com 27%; PP (5), também conhecido como estralador, nomenclatura utilizada nas UTR com 45%; PS (6) foram que mais apresentaram indicativos de não reciclabilidade, no geral as embalagens de uso único como copos, talheres, pratos, bandejas e cápsula de café; Outros (7) que caracterizam-se pela mistura de mais de uma resina polimérica, destacaram-se as embalagens que resultam e rejeitos as do tipo sachês, embalagens de erva mate, café, ração animal, além de outros tipo de materiais como sacolinha branca e acrílico, com 67%.

Os materiais poliméricos mais utilizadas são os do tipo polipropileno (PP), número 5. Um dos motivos se dá pela ampla aplicação dessa resina em produtos dos segmentos de construção civil, alimentos e materiais de higiene.

Um estudo no Brasil apontou que, de 782 empresas do setor de embalagens, mais de 70% aproximadamente representam o mercado de plásticos, distribuídas pelos seguintes segmentos: 220 de Plásticos rígidos (convertedores de embalagens plásticas rígidas sopradas e/ou injetadas), 200 de Plásticos flexíveis (convertedores de embalagens laminadas e/ou coextrudadas) e 180 de Filmes plásticos (convertedores de filmes plásticos monomaterial - produtos mais "comoditizados" com pouca diferenciação) (BRASIL PACK TRENDS, 2020).

Um dos principais motivos destes resíduos resultarem em rejeitos é ausência de mercado para a comercialização desses resíduos, conforme apontado em um estudo realizado em 2021 em Porto Alegre-RS, em que foram identificados quais os resíduos que mais são destinados aos aterros sanitários conforme a declaração dos gestores das Uts, sendo: tipo polipropileno PP (82% de Filme colorido ou laminado por dentro; 68% de Filme colorido e opaco por dentro), Poliestireno PS (85% isopor em geral, incluindo bandejas e viandas; 50% de carcaças de impressoras) outras misturas de resinas (82% de BOPP, filme multicamadas laminados; 32% de Outras embalagens plásticas coloridas) (MACIEL, et al., 2021).

5. Considerações Finais

O mercado da reciclagem é desconhecido para grande parte dos consumidores, assim ao descartar seus resíduos supostamente "recicláveis" para a Coleta Seletiva, cria-se um ideal de que podem ser reciclados e assim são sustentáveis. Ainda, há a crença que quando a embalagem possui simbologia indicando que ele é reciclável, o mesmo vai ser reciclado no final do seu ciclo de vida. Porém, apesar de muitos desses resíduos chegarem nas cooperativas, acabam resultando em rejeitos por não possuir mercado de compra e venda, e são encaminhados ao aterro sanitário, gerando custos de destinação desses resíduos à gestão municipal das cidades.

Os resíduos e embalagens de resina de PP, PS e Outros possuem dificuldades de retorno para a cadeia produtiva da reciclagem. Isso ocorre devido ao baixo valor desses materiais no mercado, que varia entre R\$1,00 a R\$1,07/kg (ANCAT, 2018-2019).

O Mercado de compra e venda de materiais recicláveis é muito instável, ou seja, um material que tenha um preço agora, pode não estar mais em 30 dias, pois fica atrelado ao mercado da reciclagem. Temos o exemplo do material de papel e papelão que custava R\$ 0,70 a 1,25 nos meses de janeiro/2023 na região metropolitana de Porto Alegre, e que baixou para R\$ 0,05 por kg em fevereiro de 2023 (EMBAPEL, 2023). Este cenário é ancorado pelo setor produtivo de plástico que opta por importar matéria prima virgem do que reinserir em seus processos materiais reciclados.

Além de outros fatores como a cor do material, sujidade e mistura de resíduos recicláveis com resíduos orgânicos, desvalorizam o material para a reciclagem, uma vez que não é possível transformá-los no mesmo produto. As embalagens aluminizadas (BOPP) e outras embalagens, por exemplo, possuem tecnologia para reciclagem, no entanto, ela é muito incipiente no Brasil, a exemplo da Erema Plastic Recycling Systems da Áustria que dispõe de



equipamentos para reciclagem de bobinas, aparas, rafia e fibras em PEBD, PEAD, PP e plásticos de engenharia, Poliamidas (Nylon) e filmes, além de outras soluções para outros tipos de resina a exemplo do BOPP, mais ainda a custos muito elevados de seus equipamentos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de doutorado, e bolsa de pesquisa DT 2 dos autores. Às cooperativas da região metropolitana de Porto Alegre e região metropolitana pela contribuição no referido estudo.

Referências

- A CIRCULAR ECONOMY FOR FLEXIBLE PACKAGING (CEFLEX). Designing for a circular economy: Recyclability of polyolefin-based flexible packaging. **Technical Report**. Jun. 2020.
- ANTONOPOULOS, Ioannis; FARACA, Giorgia; TONINI, Davide. Recycling of post-consumer plastic packaging waste in the EU: Recovery rates, material flows, and barriers. **Waste Management**, v. 126, p. 694-705, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2021.04.002>.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). **Perfil 2021**. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (ABIPLAST). **Reciclabilidade de materiais plásticos pós-consumo**, 2019.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS CATADORES. ANUÁRIO DA RECICLAGEM (ANCAT), 2017-2018. Disponível em: <https://ancat.org.br/wpcontent/uploads/2019/09/Anua%CC%81rio-da-Reciclagem.pdf>. Acesso em: nov. 2022
- BAUER, Anna-Sophia, et al. Recyclability and Redesign Challenges in Multilayer Flexible Food Packaging—A Review. **Foods**, v. 10, n. 2702, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10112702>.
- BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. **Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm#:~:text=L12305&text=LEI%20N%C2%BA%2012.305%2C%20DE%20%20DE%20AGOSTO%20DE%2010.&text=Institui%20a%20Pol%C3%ADtica%20Nacional%20de,1998%3B%20e%20d%C3%20MATERIAIS%20POLIM%C3%A9RICOS%20outras%20provid%C3%AAs. Acesso em: 11 jan. 2023.

CURTZWILER, Greg W. et al. Mixed post-consumer recycled polyolefins as a property tuning material for virgin polypropylene. **Journal of Cleaner Production**, v. 239, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.117978>.

FARACA, Georgia; ASTRUP, Thomas. Plastic waste from recycling centres: Characterisation and evaluation of plastic recyclability. **Waste Management**, v. 95, p. 388-398, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.038>.

HÄSÄNEN, Eemeli. **Composition analysis and compatibilization of post-consumer recycled multilayer plastic films**. 2016. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) - Programa de Mestrado em Ciência dos Materiais, Tampere University of Technology, Tampere, 2016.

MACIEL, Joice Pinho, et. al. **Plásticos e suas embalagens, o que é reciclável e rejeito para o mercado da reciclagem em cooperativas de reciclagem**. In: BESEN, Gina Rispah, et al. 10 anos da Política de Resíduos Sólidos: caminhos e agendas para um futuro sustentável. São Paulo: IEE-USP, 2021. cap. 17, p. 217 - 227.

Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/assuntos/saneamento/snis/painel/rs>. Acessado em: 20 jan. 2023.

WYPYCH, George. **Handbook of Material Weathering**. 6 ed. Toronto: Chemtec Publishing, 2018.

XANTHOS, Marino. Recycling of the #5 Polymer. **Science**, v. 337, n. 6065, p. 700-702, 2012.

ISBN: 978-65-00-70842-4

CR



9 786500 708424