



ENSUS

2024

ANAIS

ISBN 978-65-01-11164-3
ISSNe 2596-237X

V. 12, N. 1
Parte 04
2024



ENSUS 2024

XII ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO

07 A 09 DE AGOSTO DE 2024
BELO HORIZONTE, MINAS GERAIS

ORGANIZAÇÃO:

Lisiane Ilha Librelotto
Paulo Cesar Machado Ferroli
Sofia Araújo Lima Bessa

EDITOR:

Grupo de Pesquisa VirtuHab/Universidade Federal de Santa Catarina
Universidade Federal de Minas Gerais

DIAGRAMAÇÃO:

Ernestina Rita Meira Engel

REALIZAÇÃO:



UNIVERSIDADE FEDERAL
DE MINAS GERAIS
Escola de Arquitetura - **UFMG**

UNIVERSIDADE
DO ESTADO DE MINAS GERAIS



Escola de Design - **UEMG**



Universidade Federal de Santa
Catarina - **UFSC**

FINANCIADORES:



Conselho Nacional de
Desenvolvimento Científico e
Tecnológico - **CNPq**



Fundação de Amparo à Pesquisa
do Estado de Minas Gerais -
FAPEMIG



APOIOS INSTITUCIONAIS:



Grupo de Pesquisa **VirtuHab**



Departamento de Engenharia de
Materiais e Construção - **DEMC**



Programa de Pós-graduação em Ambiente
Construído e Patrimônio Sustentável -
PPG-ACPS



Programa de Pós-Graduação em Design

Programa de Pós-Graduação
em Design - **UEMG**



PROMESTRE - Mestrado
Profissional Educação e Docência



Mestrado em
Construção Civil - **DEMC**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Encontro de Sustentabilidade em Projeto (12. :7-9
ago. 2024 : Belo Horizonte, MG)
ENSUS 2024 [livro eletrônico] : XII Encontro de
Sustentabilidade em Projeto : anais da conferência /
organização Lisiane Ilha Librelotto, Paulo Cesar
Machado Ferroli, Sofia Lima Araújo Bessa ; editor
Grupo de Pesquisa Virtuhab/ Universidade Federal de
Santa Catarina, Universidade Federal de Minas Gerais.
-- Florianópolis, SC : Ed. dos Autores, 2024. --
(ENSUS: Encontro De Sustentabilidade Em Projeto ; 12)
PDF

Vários autores
ISBN 978-65-01-11164-3

1. Arquitetura - Congressos 2. Design - Congressos
3. Engenharia 4. Sustentabilidade 5. Urbanismo
I. Librelotto, Lisiane Ilha. II. Ferroli, Paulo Cesar
Machado. III. Bessa, Sofia Lima Araújo. IV. Grupo de
Pesquisa Virtuhab/ Universidade Federal de Santa
Catarina. V. Gerais, Universidade Federal de Minas
gerais. VI. Título. VII. Série.

24-219802

CDD-720.03

Índices para catálogo sistemático:

1. Arquitetura : Congressos 720.03

Eliane de Freitas Leite - Bibliotecária - CRB 8/8415

COMISSÃO ORGANIZADORA

Sofia Araújo Lima Bessa / Arquitetura/UFMG

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 do Design, da Arquitetura e do Urbanismo desde 2016.

Maria Teresa Paulino Aguilár / Engenharia/UFMG

Graduada em Engenharia e tem Doutorado em Engenharia Metalúrgica e de Minas pela UFMG (1995). Atualmente é Professora Titular na UFMG, e leciona e orienta nos programas de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Construção Civil e Inovação Tecnológica e Biofarmacêutica. Leciona e tem trabalhos de pesquisa e extensão em Estrutura e Comportamento Mecânico dos Materiais Cimentícios e Metálicos, e Sustentabilidade das Edificações. Coordena o Grupo NOC - Novos Olhares sobre a Construção e o Cidadão, e o Laboratório de Caracterização de Materiais de Construção Civil e Mecânica do Departamento de Engenharia de Materiais e Construção da UFMG.

Rejane Magiag Loura / Arquitetura/UFMG

Professora associada da Universidade Federal de Minas Gerais atuando nos cursos de Graduação em Arquitetura e Urbanismo e no Programa de Pós-Graduação em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável. Se graduou em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Federal de Minas Gerais onde também defendeu o mestrado e doutorado no Programa de Pós-Graduação em Ciências e Técnicas Nucleares. Coordena o Programa de Extensão COMPASSO UFMG e desenvolve projetos de pesquisa nas seguintes linhas temáticas: abordagem integrada de eficiência energética, conforto ambiental e tecnologia da construção com vistas a resiliência de edificações e cidades frente às mudanças climáticas.

Fernando do Couto Rosa Almeida / Engenharia/UFMG

Professor de Engenharia Civil (EE-UFMG). Engenheiro Civil (UFSCar), com intercâmbio acadêmico na Universidade de Coimbra (Portugal). Mestre em Construção Civil (UFSCar). PhD em Built Environment (Glasgow Caledonian University, Escócia), com período sanduíche na Università Politecnica de Marche (Itália). Pós-doutorado pelo IPT e UFSCar. Vencedor do Prêmio Capes Natura-Campus de Excelência em Pesquisa 2015. Membro ativo de comitês técnicos da RILEM e IBRACON/ALCONPAT.

Fernando José da Silva / Design/UFMG

Professor Associado da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Doutor em Engenharia de Estruturas pela UFMG (2014). Pós-Doutorado na Universidade da Beira Interior, UBI, em Portugal. Atua no curso de graduação em Design e Arquitetura, e na Pós-Graduação na linha de pesquisa Design e Educação, Programa de Mestrado Profissional Educação e

Docência Promestre, da Faculdade de Educação (FaE-UFMG), com Graduação e Mestrado em Design pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Coordena o Laboratório de Design e Biomimética LDBio com a profª Drª Cynara Fiedler Bremer (EA-UFMG).

Nadja Maria Mourão / Design/UEMG

Doutora e mestra Design (PPGD/UEMG), Pós-doutorado em Design (PPGDg/UFMA - Bolsista CAPES-PROCAD), Pós-Graduação em Arte Educação (FAE/UEMG), bacharelado em Design de Ambientes (FUMA/MG). Professora da Escola de Design da UEMG, desde 1997. Coordenadora do Centro de Extensão da Escola de Design/UEMG. Líder do Grupo de Pesquisa CNPq: Estudos em Design, Comunidades, Tecnologias Sociais e Iniciativas Sustentáveis/DECTESIS e do grupo: Design, Identidade e Território – DIT. Consultora e gestora de projetos em design social.

Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo / Design/UEMG

Designer de Produto (UEMG – 1996), possui especialização em Planejamento e Gestão Ambiental (Uni-BH – 1999), mestrado em Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável (UFMG – 2010), doutorado em Systemic Design (POLITO – 2016) e pós-doutorado junto ao Laboratório de Estudos Integrados em Arquitetura, Design e Estruturas (LADE) - UFMG (2023). Na Escola de Design da UEMG atua como pesquisadora e professora, na Graduação e no Programa de Pós-Graduação em Design). Coordena e participa de projetos de pesquisa e de extensão. Possui 4 registros de Desenho Industrial e 3 Patentes. Atua principalmente nos seguintes temas: Abordagem Sistêmica, Design Sistêmico, Design para Sustentabilidade, Design e Território, Desenvolvimento Local, Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), Resiliência Urbana, Comunidades Criativas, Outras Economias, Cultura Material e Imaterial, Design de Produto.

Paulo Cesar Machado Ferrolli / Design/UFSC

Coordenador do projeto ENSUS, Pós-doutor em Design Cerâmico (Ipleiria/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 (UFSC, 1997) e Engenheiro Mecânico (UFSC, 1995)

Lisiane Ilha Librelotto / Arquitetura e Urbanismo/UFSC

Coordenadora do projeto ENSUS, Pós-Doutora em Construção Sustentável (Ipleiria/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 (UFSC, 1997) e Engenheira Civil (UFSC, 1995)

COMITÊ CIENTÍFICO

COORDENAÇÃO

Lisiane Ilha Librelotto, UFSC

Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC

REVISORES ENSUS 2024

Adhemar do Valle Filho, UFSC

Adriane Shibata Santos, UNIVILLE

Aguinaldo dos Santos, UFPR

Almir Barros da S. Santos Neto, UFSC

Amilton José Vieira de Arruda, UFPE

Ana Elisa Moraes Souto, UFSC

Ana Carolina de Moraes Andrade Barbosa, UFPE

Ana Carolina Kalume Maranhão, UnB

Ana Claudia Maynardes, UnB

Ana Kelly Marinowski Ribeiro, UFSC

Ana Maria Denardi Piccini, UEL

Ana Paula Silveira dos Santos, UNISINOS

Ana Veronica Pazmino, UFSC

Anna Cristina Ferreira, UNICAMP

Anneli Maricelo Cárdenas Celis, UNIFAP

Anderson Saccol Ferreira, UNOESC

Anderson Wolenski, IFSC

André Canal Marques, UNISINOS

André Mol, UFJF

Andrea Jaramillo Benavides, PUC - Equador

Andreia Mesacasa, IFRGS

Anerose Perini, UNIRITTER

Angela do Valle, UFSC

Anja Pratschke, USP

Antonio Erlindo Braga Júnior, UEPA

Antônio Roberto Miranda de Oliveira, UFCG

Arnoldo Debatin Neto, UFSC

Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Rapôso, IFAL

Barbara de Oliveira e Cruz, PUC-Rio

Beany Monteiro, UFRJ

Bruna Lummertz Lima - IFSC

Carla Arcoverde de Aguiar Neves, IFSC

Carla Pantoja Giuliano, FEEVALE

Carlos Alberto Mendes Moraes, UNISINOS

Carlos Humberto Martins, UEM

Carlo Franzato, PUC-Rio

Celso Salamon, UTPP

Chrystianne Goulart Ivanoski, UFSC

Cláudia Queiroz Vasconcelos, UNIFESSPA

Cláudio Pereira de Sampaio, UEL

Cristiano Alves da Silva, UFSC

Cristina Colombo Nunes, UFSC

Cristine do Nascimento Mutti, UFSC

Cyntia Santos Malaguti de Sousa, FAU/USP

Daniel Malaguti Campos, PUC-Rio

Danielle Guimarães, UFPE

Danilo Corrêa Silva, UNIVILLE

David de Andrade Costa, IFF

Dayane Cabral Ziegler, UERJ

Debora Barauna, UNISINOS

Deivis Luis Marinowski, UFSC

Denise Dantas, USP

Douglas Luiz Menegazzi, UFSC

Edmilson Rampazzo Klen, UFSC

Elizabeth Romani, UFRN

Ernestina Rita Meira Engel, UFSC

Everton Randal Gavino, USP

Fabíolla Xavier Rocha Ferreira Lima, UFG

Fabiola Reinert, UFSC

Fernanda Grossi, IFF

Fernando Silva, UFMG

Franciele Menegucci, UEL

Francisco Lopes, UFMG

Francisco de Assis Sousa Lobo, UFM

Gabriel Cremona Parma, UNISUL

Gabriela Willemann Siviero Máximo, Centro Universitário Estácio/SC

Germannya D'Garcia de Araújo Silva, UFPE

Giane de Campos Grigoletti, UFSC

Gogliardo Vieira Maragno, UFSC

Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPLeiria/Portugal

Henrique Lisbôa da Cruz, UNISINOS

Ítalo de Paula Casemiro, UFRJ

Ivan Luiz de Medeiros, UFSC

Jaqueline Dilly, UFRGS

Jacqueline Keller, ABEPEN

Jairo da Costa Junior, UT/Holanda.

Jocelise Jacques de Jacques, UFRGS

Joel Dias da Silva, FURB

José Guilherme Santa Rosa, UFRN

José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPLeiria/Portugal

Josiane Vieira, UFSC

Juliane Almeida, UFSC

Júlio Cezar Augusto da Silva, INT/Brasil

Julio César Pinheiro Pires, UFSC

Kátia Broeto Miller, UFES

Laise Novellino Nunes de Souza, IFF

Lara Lima Felisberto, UFSC

Leticia Mattana, UFSC

COMITÊ CIENTÍFICO

REVISORES ENSUS 2024

Leticia Teixeira Mendes, UFPE
Liliane Iten Chaves, UFF
Lisandra de Andrade Dias, UFSC
Lisiane Ilha Librelotto, UFSC
Luana Miranda Esper Kallas, UFG
Luana Toralles Carbonari, UEM
Lucas Rodrigo Nora, UFSC
Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, UFRN
Luciano Patrício Castro, UFSC
Luiz Salomão Ribas Gomez, UFSC
Luiz Valdo Alves Maciel Filho, UFPE
Luiz Paulo de Lemos Wiese, UNIVILLE
Mara Regina Pagliuso Rodrigues, IFSP
Mariana Almeida Da Silva, UFSC
Mariana Kuhl Cidade, UFSC
Marli Teresinha Everling, UNIVILLE
Marília Matos Gonçalves, UFSC
Marivaldo Wagner Sousa Silva, UFPB
Matheus Barreto de Góes, UFMG
Miguel Barreto Santos, IPEL/Portugal
Mônica Maranhã Paes de Carvalho, IESB
Nadja Maria Mourão, UEMG
Natali Abreu Garcia, PUC-Rio

Patricia Freitas Nerbas, UNISINOS
Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC
Rachel Faverzani Magnago, UNISUL
Raquel Diniz Oliveira, CEFETMG
Regiane Trevisan Pupo, UFSC
Régis Heitor Ferroli, UNIVALI
Rita de Castro Engler, UEMG
Rodrigo Catafesta Francisco, FURB
Rosângela Miriam Lemos Oliveira Mendonça, UEMG
Sara Honorato Lopes da Silva Tamura, UTFPR
Sérgio Ivan dos Santos, UNIPAMPA
Simone Grace de Barros, UFPE
Sofia Lima Bessa, UFMG
Suzana Barreto Martins, UFPR
Tarcisio Dorn de Oliveira, UNIJUÍ
Tomás Queiroz Ferreira Barata, FAU/USP
Ugo Leandro Belini, UTFPR
Vanessa Casarin, UFSC
Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ
Virginia Cavalcanti, UFPE
Victor Hugo Souza de Abreu,
Vinícius Albuquerque Fulgêncio, UFPE

PROGRAMAÇÃO DIA 07/08

AUDITÓRIO				
8:00 h - 9:00 h	Credenciamento			
9:00 h - 9:15 h	Abertura do ENSUS 2024 - AUDITÓRIO			
9:00 h - 10:00 h	Palestra de Abertura - Sustentabilidade urbana aplicada a projetos e distritos de inovação Profa. Gabriela Celani (Universidade Estadual de Campinas, SP)			
10:00 h - 10:30 h	Perguntas e Discussão			
10:30 h - 11:00 h	Coffee Break			
SALA 01	SALA 02	SALA 03	SALA 04	
11:00 h - 12:30 h	Sessão Temática A - ENGENHARIA	Sessão Temática A - ARQUITETURA	Sessão Temática A - DESIGN	Minicurso Design 01 Design e Serviços
12:30 h - 14:00 h	Intervalo para almoço			
14:00 h - 16:00 h	Case - AGERA	Sessão Temática D - ARQUITETURA	Sessão Temática D - DESIGN	Minicurso Design 02 Sistema, Produtos e Serviços (SPS) Minicurso Engenharia 01 Desempenho e Sustentabilidade
16:00 h - 16:30 h	Coffee Break			
AUDITÓRIO				
16:30 h - 18:00 h	Mesa Redonda - Reabilitação de cidades e edificações Prof. Carlos Alberto Maciel (UFMG), Profa. Denise Duarte (USP) e Profa. Marília Fontenele (UFF)			

PROGRAMAÇÃO DIA 08/08

AUDITÓRIO				
8:00 h - 9:00 h	Credenciamento			
9:00 h - 10:00 h	Palestra - Fronteiras do conhecimento em design para a sustentabilidade Profa. Aguinaldo dos Santos (Universidade Federal do Paraná, UFPR)			
10:00 h - 10:30 h	Perguntas e Discussão			
	Lançamento Livro "Design para a sustentabilidade" - Grupo LENS			
10:30 h - 11:00 h	Coffee Break			
SALA 01	SALA 02	SALA 03	SALA 04	
11:00 h - 12:30 h	Sessão Temática B - ENGENHARIA	Sessão Temática B - ARQUITETURA	Sessão Temática B - DESIGN	Minicurso Engenharia Ensaio Não-Destrutivos
12:30 h - 14:00 h	Intervalo			
14:00 h - 16:00 h	Sessão Temática E - ARQUITETURA	Sessão Temática E - DESIGN	Sessão Temática F - DESIGN	Minicurso Engenharia Ensaio Não-Destrutivos
16:00 h - 16:30 h	Coffee Break			
AUDITÓRIO				
16:30 h - 18:00 h	Mesa Redonda - Design no antropoceno Profa. Raquel Noronha (UFMA), Profa. Karine Melo (PUC-RJ) e Prof. Carlo Franzato (PUC-RJ)			
19:30 h - 21:30h	Confraternização/ Coquetel - Escola de Design UEMG (por adesão)			

VISITA TÉCNICA: Wetlands Construídos - das 14h às 16h, dia 08/08.

PROGRAMAÇÃO DIA 09/08

AUDITÓRIO				
8:00 h - 9:00 h	Credenciamento			
9:00 h - 9:15 h	Abertura do ENSUS 2024 - AUDITÓRIO			
9:00 h - 10:00 h	Palestra - The earthen construction and the sustainability of buildings Prof. Christopher Beckett (University of Edinburgh, UK)			
10:00 h - 10:30 h	Perguntas e Discussão			
10:30 h - 11:00 h	Coffee Break			
SALA 01	SALA 02	SALA 03	SALA 04	
11:00 h - 12:30 h	Sessão Temática C - ENGENHARIA	Sessão Temática C - ARQUITETURA	Sessão Temática C - DESIGN	Minicurso Arquitetura - 01 Elaboração de Planos de Ação Climático Participativos
12:30 h - 14:00 h	Intervalo			
14:00 h - 16:00 h	Sessão Temática G - DESIGN	Sessão Temática F - ARQUITETURA	Case - ARES Arquitetura	Minicurso Arquitetura - 02 City Energy Analysis
16:00 h - 16:30 h	Coffee Break			
AUDITÓRIO				
16:30 h - 18:00 h	Mesa Redonda - Uso de resíduos na construção civil Profa. Carina Ulsen (USP), Prof. Ricardo Fiorotti (UFOP) e Prof. Augusto Bezerra (CEFET-MG)			
18:00 h - 18:15h	Encerramento do Evento			

EDITORIAL ENSUS 2024

MEMÓRIAS

Essa é a décima segunda edição do Encontro de Sustentabilidade em Projeto. Nascido em Santa Catarina, com barriguinha verde, em 2007, direto para o Brasil e para o mundo. As primeiras edições foram pequenas, em uma universidade particular. Depois, as edições posteriores migraram para a UFSC que, enquanto uma universidade pública de prestígio, proporcionou uma maior repercussão, colaborou na consolidação como o maior evento de sustentabilidade brasileiro e alcançou outros países, quer nas palestras, nos artigos ou mesmo com os revisores.

Suas edições anuais requerem fôlego da equipe organizadora e esse fato foi um impulso para tornar o evento itinerante. Atravessamos momentos difíceis, como a pandemia da COVID-19 e fomos, se não o primeiro, um dos primeiros eventos a ser realizado na modalidade online, em 2020, na primeira experiência itinerante pós UFSC. Continuamos o evento sem interrupções ou adiamentos e seguimos no nosso propósito, pois os dias têm nos mostrado a importância do conhecimento que compartilhamos durante todos esses anos. Esta primeira edição, em 2020, fora da UFSC aconteceu em uma universidade particular, aqui do ladinho, para nosso aprendizado e para enfrentar a mudança que veio repentina.

Após duas edições online, nosso maior desafio: levar o evento para uma universidade nova, pública, no outro lado do Brasil e na retomada da pandemia em 2022. Em função de todos esses determinantes, fizemos o evento híbrido, no Pará, na UNIFESSPA, com o tema da Amazônia Internacional, e foi um sucesso! Foi o ar fresco que precisávamos para retomar nossos rumos pós-pandemia.

Em 2023, encaramos não só organizar o ENSUS, mas também seu co-irmão, o SDS-Simpósio de Design Sustentável, na UFSC, presencialmente. Isso nos fortaleceu para chegarmos até Minas Gerais. Agora, além da barriguinha verde, e de já termos dançado o Carimbó, ganhamos aquele delicioso sotaque mineiro, com direito a pão de queijo e goiabada. E temos certeza que esse trem vai ser bom que nem ele só!!!

Foram enviados ao evento 208 artigos, oriundos de várias universidades brasileiras, públicas e privadas. Destes, serão publicados 155 artigos nos anais. Ao compararmos com o primeiro ENSUS, quando recebemos 27 artigos, ressalta-se a amplitude e a persistência de nosso alcance. Muitos dos autores da primeira edição continuam participando do evento até hoje. Contamos, ainda, com a colaboração de mais de 124 revisores para a emissão de pareceres duplo-cego.

A equipe que organiza o ENSUS tem por objetivo procurar fazer um evento sustentável, que rivalize em qualidade, alcance e importância científica com seus pares, sem que isso seja revertido em custos elevados ao participante. Para tal, várias ações são realizadas, uma das quais é fazermos o evento dentro da própria universidade, com equipe constituída apenas por professores, pesquisadores, bolsistas e voluntários das instituições participantes. O ENSUS não é um evento profissional, é um evento acadêmico que se constrói pelo esforço e pelo trabalho da coletividade sem qualquer fim lucrativo. Para nós da comissão organizadora, nossa simplicidade é motivo de orgulho privilegiando o estar presente e a troca de conhecimentos.

Hoje, na abertura deste evento, reforçamos a necessidade de que a sustentabilidade permaneça presente nas nossas discussões. Em 2023 e 2024 vimos o Brasil assolado por enchentes e um Rio Grande do Sul submerso, com uma população que ainda clama por ajuda frente às mudanças climáticas e percebemos a contribuição cada vez mais importante que as nossas pesquisas têm para oferecer.

Aos participantes do evento, gostaríamos de dar as boas-vindas do time de Minas Gerais, colocando-nos à disposição para o que se fizer necessário. Os anais do evento já estão disponíveis na página. Os melhores artigos estão sendo selecionados para as edições especiais das revistas Impact Projects, Mix Sustentável, Pensamentos em Design, Plural Design e Transverso e serão divulgados na Confraternização do evento.

Não poderíamos esquecer, antes de dar a largada para o início do evento, de agradecer às agências de fomento que viabilizaram a realização do ENSUS: a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG (Edital 05/2023) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Edital 12/2023). Sem o apoio das agências de fomento não seria possível garantir valores de inscrição tão acessíveis. Agradecemos, ainda, à Fundação Christiano Ottoni, que nos auxiliou incondicionalmente nos processos de compra essenciais para a realização do ENSUS.

Aproveitem as três palestras, as três mesas redondas, os seis minicursos, os dois cases e as quinze sessões temáticas da nossa programação. Convido a todos a conhecerem os quatro expositores presentes no evento (PI Engenharia, Agera, Ares Arquitetura, Vila Sustentável da UFOP e Tecnologia Ligno) e perceberem que a sustentabilidade não é prerrogativa do ambiente acadêmico. Há empresas visionárias engajadas em novas tecnologias e projetos de extensão nas universidades, apoiados por empresas, que têm apostado na sustentabilidade como fator imprescindível para o desenvolvimento econômico e social de Minas Gerais e do Brasil.

Nosso muito obrigado a todos vocês que ajudam a construir este evento!

Sofia Araújo Lima Bessa (Representante da Comissão Organizadora - UFMG)
Lisiane Ilha Librelotto e Paulo Cesar Machado Ferroli (Comitê Científico - UFSC).



ENSUS

2024

ANAIS

PARTE 4 - DESIGN

SUMÁRIO

Desenvolvimento de Estufa Artesanal para a Produção de Materiais Sustentáveis feitos a partir da Borra de Café	1151
Ana Beatriz Sobral Ferreira, Thamyres Oliveira Clementino	
Produção e Testagem de Biomaterial Produzido de Resíduo de Café Aplicado no Design de Produtos	1160
Geovanna Queiroz Silva, Rafael Paullino Ferreira	
Reuso e reaproveitamento de resíduos de construção e demolição na construção civil brasileira: Potencialidades e barreiras	1169
Roberta Sales Domingues, Viviane dos Guimarães Alvim Nunes	
Estudos sobre UX/UI Design em plataformas digitais para habitação social e Design Centrado no Usuário	1178
Simone Barbosa Villa, Silvio Mendes Araújo Júnior	
Inovação Social e Mudanças Climáticas: o uso de metodologias participativas de design e a geração de soluções para a crise climática	1190
Thayne Pontes Garcia, Viviane dos Guimarães Alvim Nunes	
DESISME: Design para a Inovação Social e Sustentabilidade como uma metodologia de ensino	1200
Laís Schomaker Maurell, Carla Martins Cipolla	
<i>Practicing Integral Sustainability Values in the Context of Low-Income Brazilian Community Gardens / Praticando Valores da Sustentabilidade Integral no Contexto de Hortas Comunitárias Brasileiras de Baixa Renda</i>	1210
Rosângela Míriam Lemos Oliveira Mendonça, Samantha de Oliveira Nery, Ediméia Maria Ribeiro de Mello	
Experimentações com tecnologias de fabricação digital: produção de modelos e protótipos de elementos de conexão	1221
Lívia Brito da Cruz, Camilla Martins Freire, Mariana Rodrigues Rizzi, Tomás Queiroz Ferreira Barata, Cyntia Santos Malaguti de Sousa	
Conforto térmico e lumínico nos invólucros envidraçados: estudo empírico com filtro de polímero termocrômicos integrado no vidro	1230
Hilma Santos Ferreira, Jullyene da Silva Costa, Tarciana Araújo Brito de Andrade, Amilton José Vieira de Arruda	
Design Participativo na Educação em Design: contribuições de uma disciplina de projeto	1243
Viviane dos Guimarães Alvim Nunes, Rodrigo Argenton Freire	
Codesign De Projetos De Incêndio Em Edifícios: uma contribuição aos métodos tradicionais de concepção	1253
Guilherme Fernando Soares de Araújo, Viviane dos Guimaraes Alvim Nunes	
Design Afetivo e Sustentabilidade no Design de Produtos: uma revisão integrativa	1262
Erik Felipe Caetano da Silva, Jocelise Jacques de Jacques, Clariana Fischer Brendler	
Desenvolvimento de material proveniente de reuso de sacolas plásticas descartáveis	1273
Giselle Santos Almeida	
Os frameworks que organizam o biodesign e a atitude em relação a outras espécies / <i>The frameworks that organize biodesign and the attitude towards other species</i>	1282
Elisa Strobel do Nascimento, Adriano Heemann	
O ativismo infantil como ferramenta de educação ambiental – Estudo de Caso de um projeto brasileiro	1292
Karina Venancio Bonitese, Júlia Bonitese Duarte	

Cúrcuma Uma Alternativa Ecológica no Tingimento de Fibras Têxteis Samuel Gomes Gontijo, Rachel Rios Scherrer	1301
A Relação Entre Design E Sustentabilidade Na Produção De Futuros Possíveis Matheus da Silva Pinho, Ana Lucia Alexandre de Oliveira Zamdomeneghi	1311
Impactos e desafios ambientais para o smart clothing no ciclo de vida: revisão do estado da arte Fernanda de Oliveira Massi, Natália Ferraz Reis, Aguinaldo dos Santos	1320
Projeto centrado na atividade: o caso de um carrinho de coleta de recicláveis Douglas Monteiro Gonçalves, Marcelo Alves de Souza	1331
Celulose bacteriana aplicações com foco em alternativas sustentáveis Camille Cristal Anastácio, Lia Paletta Benatti, André Mol, Sílvia Rezende Xavier	1340
A Criação De Um Protótipo De Bolsa Utilizando Tampinhas De Garrafas Pets E Tecidos Descartados Pela Indústria Têxtil Larissa Araujo Silva, Raphaela Alves Ribeiro, Thaís Gabrielle Vieira Souza, Pedro Henrique Gonçalves	1347
Caracterização de Material Particulado de Madeiras de Pinus e Eucalipto Ithalo Amorim de Melo, Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Raposo	1356
Reaproveitamento da Borra de café no desenvolvimento de biocompósito com bioaglutinantes Rafael Paulino Ferreira, Douglas Daniel Pereira, Geovanna Queiroz Silva	1366
Ferramenta para análise de sustentabilidade em produções de jóias Aryuska Aryelle Santos Sousa da Silva, Thamyres Oliveira Clementino	1375
Eficiência dos métodos de produção de órteses com uso da impressão 3D: uma revisão sistemática Bárbara Tatiele Santos, Clariana Fischer Brendler	1383
Cartografia: mapeando e produzindo territórios existenciais e relacionais Natalí Abreu Garcia, Carlo Franzato	1395
Por Quanto Tempo Dura Um Evento? Contribuições do Design de Ambientes quanto ao impacto ambiental dos resíduos gerados por cenografias de eventos Mariah Guedes Mouraria, Sílvia de Alencar Rennó	1403
Como a estamparia pode contribuir para a redução de resíduos têxtil Bruna Boni	1420
O Design de Serviço como abordagem para a definição dos stakeholders no projeto do módulo habitacional do Programa Antártico Brasileiro Criosfera 1 Dayane Cabral Ziegler, Sydney Freitas, Pedro Zöhner Rodrigues da Costa	1429
O processo de sensibilização para reuso de materiais em um curso de Design e sustentabilidade para jovens Julia Teles da Silva, Maria Lúcia Espanhol, Jackeline Lima Farbiarz	1437
Aplicações em design para compósitos de resina PU vegetal e fibras vegetais Marcelo Hsu de Oliveira, Cyntia Santos Malaguti, Tomás Queiroz Ferreira Barata, Arthur Hunold Lara	1446
Análise projetual de mobiliários públicos: utilização de tecnologias de fabricação digital e materiais de base florestal Joana da Silva Thomaz, Tomás Queiroz Ferreira Barata, Cyntia Santos Malaguti	1456

Desenvolvimento de Estufa Artesanal para a Produção de Materiais Sustentáveis feitos a partir da Borra de Café

Development of an Artisanal Greenhouse for the Production of Sustainable Materials made from Coffee Grounds

Ana Beatriz Sobral Ferreira, Graduada em Design, UFCG

anabeatrizferreira@gmail.com

Thamyres Oliveira Clementino, Professora Doutora, UFCG

thamyres.oliveira.clementino@gmail.com

Resumo

Este artigo apresenta o desenvolvimento de uma estufa artesanal para a produção de materiais sustentáveis feitos a partir da borra de café. Esse resíduo, descartado em larga escala, pode ser transformado em materiais sustentáveis através de um processo inovador. O projeto, conduzido artesanalmente, propõe uma solução para converter esse resíduo em produtos utilizáveis, promovendo a sustentabilidade e reduzindo o desperdício. Parte de uma pesquisa mais ampla, este estudo utiliza métodos, como revisão da literatura, entrevistas e experimentos, para validar a viabilidade e eficácia dessa proposta. Assim, o resultado apresenta uma estufa artesanal capaz de reaproveitar esse resíduo em ambientes domésticos.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Borra de café; Materiais; Resíduos orgânicos

Abstract

This article presents the development of an artisanal greenhouse for the production of sustainable materials made from coffee grounds. This residue, discarded on a large scale, can be transformed into sustainable materials through an innovative process. The project, conducted by hand, proposes a solution to convert this waste into usable products, promoting sustainability and reducing waste. Part of a broader research, this study uses methods, such as literature review, interviews, and experiments, to validate the feasibility and efficacy of this proposal. Thus, the result presents a handmade greenhouse capable of reusing this waste in domestic environments.

Keywords: Sustainability; Coffee grounds; Materials; Organic residues

1. Introdução

O café é uma das bebidas mais consumidas em todo o mundo, com o Brasil ocupando a segunda posição no ranking global como um dos maiores produtores e consumidores [1]. A história do café no Brasil, remonta ao século XVIII, quando as primeiras mudas foram trazidas da Guiana Francesa para a região norte do país [2]. Entretanto, devido às condições específicas de solo, relevo e clima, o cultivo inicial não prosperou nessa região, levando à sua consolidação no Vale do Rio Paraíba, no Rio de Janeiro, e em São Paulo, onde o país se destacou como maior produtor de café mundial, sendo a cidade de Vassouras no estado do Rio de Janeiro, considerada a capital de café do mundo [3]. O ciclo do café impulsionou um período de grande prosperidade e modernização para o país, embora tenha passado também por desafios e crises econômicas ao longo da história. Apesar dessas adversidades, atualmente, o Brasil mantém-se na liderança como o principal produtor global de café, sendo Minas Gerais, Espírito Santo, Bahia, São Paulo e Rondônia os maiores estados produtores do país [3].

A bebida tornou-se uma parte essencial da vida cotidiana dos brasileiros, não apenas como uma fonte de energia, mas também como um elemento social e cultural importante. O apreço pelo café vai além do seu sabor e propriedades estimulantes, trazendo também uma experiência sensorial que envolve prazer, bem-estar e até mesmo um senso de comunidade [4]. No entanto, o aumento do consumo de café também traz consigo um desafio ambiental significativo: o descarte da borra de café.

A borra de café, subproduto da preparação da bebida, é frequentemente descartada de maneira inadequada, contribuindo para a poluição do ambiente. Estima-se que 838 mil toneladas desse resíduo são descartadas anualmente, sem serem devidamente reaproveitadas [4]. Conforme Mukherjee (2022), esse descarte inadequado contribui para o agravamento do aquecimento global, pois quando a borra de café começa a se decompor nos aterros sanitários, ela libera metano (CH₄), um gás do efeito estufa que é cerca de 20 vezes mais potente que o dióxido de carbono (CO₂) [5]. Esse cenário levanta questões importantes sobre a sustentabilidade e a necessidade de encontrar soluções inovadoras para lidar com esse resíduo de forma mais eficiente.

Este resíduo orgânico tem potencial para ser visto como um material sustentável devido ao seu baixo custo e disponibilidade. Pode ser utilizado na criação de novos produtos, seguindo um sistema circular de reutilização e criação, como proposto pelo conceito do "Cradle to Cradle", que elimina o conceito de lixo, promovendo o reaproveitamento de todos os recursos de forma cíclica [6]. Empresas como Recoffee Design, Ccilu, Kaffeeform, O'right, Bio-bean e S.Café já adotam a economia circular, transformando toneladas de resíduos de café descartados por cafeterias em novos materiais e produtos, como biojoias, sapatos, xícaras, frascos biodegradáveis, biocombustíveis e tecidos ecológicos [4]. Contudo, ainda há uma quantidade significativa de borra de café nos lixos residenciais, representando uma preocupação devido ao seu potencial para prejudicar o meio ambiente.

Diante desse contexto, este artigo propõe o desenvolvimento de uma estufa artesanal que visa reaproveitar a borra de café na produção de materiais sustentáveis. A estufa não apenas oferece uma maneira prática de reutilizar esse resíduo em ambientes domésticos, mas também contribui para a produção e processo de cura de um material sustentável que pode ser utilizado para a criação de diversos produtos. Este estudo busca não apenas reduzir o impacto ambiental do seu descarte, mas também demonstrar a viabilidade nas residências de práticas mais conscientes e sustentáveis com o reaproveitamento de resíduos orgânicos.

2. Referencial Teórico

2.1 Descarte da Borra de Café

Segundo um estudo conduzido pela autora [oculto para avaliação] observa-se um consumo considerável de café nas residências, sendo que uma parcela significativa das pessoas descarta a borra de café de maneira inadequada [4]. Muitas vezes, essa borra é simplesmente misturada com outros resíduos e materiais diversos ou até mesmo despejada diretamente no ralo da pia.

Para Arruda o resíduo orgânico resultante do processo não tem valor de mercado, no entanto, pode ser valorizado para evitar seu descarte em aterros sanitários [7]. O alto consumo de café trouxe consigo um preocupante aumento na quantidade de resíduos, que são descartados em grande volume tanto por cafeterias quanto por residências. Essa quantidade elevada de borra de café descartada tem gerado um impacto significativo no meio ambiente, uma vez que a maioria desses resíduos acaba sendo direcionado para aterros sanitários, representando um desperdício de recursos valiosos e um desafio ambiental a ser enfrentado.

Diante desse cenário preocupante, torna-se imprescindível adotar medidas para mitigar o impacto ambiental decorrente do descarte da borra de café. Para alcançar esse objetivo, é necessário valorizar esse resíduo, explorando seu potencial, como na utilização em fabricação de materiais sustentáveis, desenvolvimento de produtos inovadores e incorporação em processos de compostagem.

2.2 Reaproveitamento da Borra de Café

A autora [oculto para avaliação] observou em seus estudos anteriores um significativo crescimento da preocupação ambiental por parte da população [4]. Essa crescente conscientização não se limita apenas a ações individuais, mas se manifesta também no interesse cada vez mais evidente de muitos consumidores em adquirir produtos que estejam alinhados com princípios sustentáveis e ambientalmente conscientes.

Essa mudança de mentalidade reflete uma evolução no pensamento coletivo, onde as pessoas estão cada vez mais atentas aos impactos de suas escolhas no meio ambiente e na sociedade como um todo. Sendo uma tendência que vem ganhando força ao longo dos anos. Nesse contexto, a borra de café, um resíduo frequentemente descartado de forma negligente, emerge como uma oportunidade para a implementação de práticas mais sustentáveis. Ao invés de simplesmente descartá-la, há um interesse crescente em encontrar formas de valorizar esse material.

Diversos estudos recentes têm explorado o potencial de reaproveitamento da borra de café na fabricação de novos materiais e produtos. Muitas empresas já estão comercializando uma variedade de produtos feitos a partir desse resíduo, que incluem desde xícaras e bijuterias até tecidos e frascos biodegradáveis.

No âmbito do design sustentável, profissionais têm reconhecido a borra de café como um recurso valioso na criação de materiais ecologicamente conscientes. Um estudo notável realizado por Castro e Salas demonstra como a incorporação de novos resíduos de chá e erva mate à borra de café resulta em um material promissor que atende aos critérios de sustentabilidade. Este material laminar e versátil oferece oportunidades de fabricação digital, contribuindo significativamente para a redução do impacto ambiental, particularmente na indústria têxtil [8].

Além disso, Bomfim et al. colaboraram para o desenvolvimento de um novo design de utensílios para cafeterias utilizando uma matriz de bioplástico PLA com adição de carga à base de borra de café [9]. Esses esforços demonstram um avanço significativo na utilização criativa de resíduos de café para criar produtos mais ecológicos e sustentáveis.

2.3 Matriz Polimérica

Segundo Santos, a matriz polimérica desempenha um papel fundamental ao envolver os polímeros, proporcionando suporte estrutural ao reforço e garantindo a proteção das fibras contra ataques químicos e ambientais presentes ao redor do compósito. O reforço, por sua vez, pode ser constituído por fibras ou outros aditivos incorporados à matriz, visando aprimorar suas propriedades, tais como resistência, rigidez e tenacidade [10].

As resinas utilizadas nas matrizes poliméricas podem ser divididas em dois tipos principais: termoplásticas e termorrígidas. As resinas termoplásticas são polímeros sintéticos que possuem a capacidade de serem remodeladas quando expostas a altas temperaturas, podendo passar por processos como injeção, sopro, extrusão de chapas para rotomoldagem, termoformagem e extrusão de filmes. Por outro lado, as resinas termorrígidas se distinguem das termoplásticas pelo fato de exigirem um catalisador ou agente endurecedor para o processo de cura. Nesse caso, ao serem misturadas, essas resinas passam por uma reação química irreversível, culminando na formação de um produto sólido [11].

Em estudo anterior a autora [oculto para avaliação] destacou a importância da matriz polimérica como componente essencial para conferir propriedades desejáveis ao compósito. Durante uma entrevista com uma professora especialista em materiais compósitos poliméricos e fibras vegetais, as resinas do tipo termorrígidas foram indicadas para usar na matriz por sua praticidade, pois não é necessário o uso de maquinários industriais para elas, como é utilizado para as resinas termoplásticas, tornando-as mais acessíveis e fáceis de manipular [4].

Entre as resinas termorrígidas, destacam-se a resina epóxi e a resina de poliéster. As resinas epóxi são reconhecidas por suas notáveis propriedades adesivas e sua alta resistência mecânica e química. Entretanto, seu custo é geralmente mais elevado em comparação com outras resinas disponíveis no mercado. Por sua vez, as resinas de poliéster, embora não tão robustas quanto as resinas epóxi, oferecem propriedades mecânicas satisfatórias e resistência à corrosão. Além disso, possuem a vantagem de curarem mais rapidamente em temperatura ambiente e serem mais acessíveis financeiramente, o que as torna uma escolha adequada em termos de custo-benefício.

Conforme Pereira, a matriz de poliéster tem sido considerada uma escolha adequada como matriz polimérica em compósitos, devido às suas propriedades mecânicas vantajosas, sendo os poliésteres insaturados altamente versáteis em suas características e aplicações [12].

2.4 Estufa para Secagem de Materiais Sustentáveis

A utilização de uma estufa artesanal desempenha um papel decisivo no desenvolvimento de materiais sustentáveis a partir da borra de café. Esta técnica oferece uma solução prática e acessível para acelerar o processo de cura dos materiais. Conforme destacado em trabalho anterior da autora [oculto para avaliação], em entrevista com uma especialista, a estufa proporciona um ambiente controlado para a secagem dos materiais, garantindo resultados mais consistentes e de qualidade [4].

Uma das vantagens significativas da estufa artesanal é seu custo-benefício e sua utilização em ambiente doméstico. Com materiais simples e acessíveis, é possível construir uma estufa funcional em casa, permitindo que indivíduos realizem o processo de produção de forma autônoma e sustentável. Assim, podendo utilizar como matéria-prima os resíduos de café que seriam descartados no lixo.

A resina poliéster insaturada, devido à sua fácil manipulação e à possibilidade de ser utilizada em ambiente doméstico, pode ser empregada como matriz polimérica com a borra de café. Dessa forma, é possível reutilizar esse resíduo como reforço para a matriz e transformá-lo em produtos artesanais feitos a partir de um material sustentável. Sendo importante o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) para proteção do usuário ao manusear esse material.

Com isso, a estufa artesanal se destaca como um recurso versátil e eficaz na produção de materiais sustentáveis a partir da borra de café, sendo considerada uma alternativa viável e sustentável para o desenvolvimento de produtos artesanais e sustentáveis. Ao possibilitar a reutilização eficiente da borra de café e evitar seu descarte inadequado, a estufa artesanal desempenha um papel fundamental na promoção da economia circular e na preservação da sustentabilidade do meio ambiente.

3. Procedimentos Metodológicos

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa exploratória e experimental, no qual empregou-se diversos métodos para investigar a viabilidade da construção da estufa artesanal para a produção de materiais sustentáveis feitos a partir da borra de café. O processo foi dividido em 5 etapas, conforme é mostrado no Quadro 1.

Primeiramente, realizou-se uma revisão da literatura para explorar estudos anteriores sobre o reaproveitamento da borra e identificar materiais adequados para a construção da estufa. Depois foram conduzidos questionários com consumidores de café para compreender seus hábitos de consumo e como descartam a borra, bem como avaliar suas disposições para utilizar produtos feitos desse resíduo. Posteriormente, foi realizada uma entrevista com uma professora de Engenharia de Materiais, que forneceu orientações sobre o desenvolvimento da estufa artesanal, quais materiais utilizar na construção e sua capacidade de auxiliar no processo de cura dos produtos feitos da borra de café. E por último, foi construída a estufa conforme as orientações recebidas e, assim, realizado testes da estufa com os materiais produzidos a partir da borra de café, visando avaliar sua viabilidade e eficácia no processo de cura dos produtos.

Quadro 1: Quadro metodológico

Etapas	Descrição
Revisão da Literatura	Revisão de estudos já feitos sobre o tema
Entrevista	Entrevista com professora especialista em materiais compósitos poliméricos e fibras vegetais
Questionário	Questionário com consumidores de café sobre consumo e descarte
Construção	Construção da estufa artesanal para a produção de materiais sustentáveis
Teste	Teste de eficácia da estufa com materiais sustentáveis feitos da borra de café

Fonte: Autores.

4. Projeto

Para a construção da estufa artesanal foram realizadas diversas etapas. Primeiramente, precisou reunir a caixa de papelão, papel alumínio, bocais para lâmpadas, fio de instalação, duas lâmpadas halógenas incandescentes de 70W, conector de tomada, termo-higrômetro, além de ferramentas auxiliares como tesoura, estilete, régua e cola.

Para a estrutura foi utilizado a caixa de papelão, escolhida devido à sua disponibilidade e baixo custo. Assim, foram realizados dois furos na parte superior da caixa para a instalação dos bocais das lâmpadas, distribuídos de maneira uniforme, para garantir a adequação do calor durante o processo de secagem dos materiais. Conforme a Figura 1, a parte interna da caixa foi revestida com papel alumínio, otimizando a reflexão da luz. O revestimento foi aplicado com cola em toda a superfície da parte interna da estrutura.



Figura 1: Caixa revestida com papel alumínio. Fonte: elaborado pelos autores.

Após a preparação da caixa, foi realizada a instalação da fiação elétrica para os bocais das lâmpadas, como mostra a Figura 2. Com a instalação elétrica concluída, as lâmpadas incandescentes halógenas foram fixadas nos bocais instalados na parte superior da caixa. Cada lâmpada foi posicionada de forma a garantir uma distribuição uniforme do calor dentro da estufa, proporcionando condições ideais para o processo de cura dos materiais produzidos da borra de café.



Figura 2: Instalação dos fios elétricos nos bocais. Fonte: elaborado pelos autores.

Por fim, um termo-higrômetro foi posicionado estrategicamente dentro da estufa para monitorar de forma precisa a temperatura e umidade interna durante o processo de secagem. Essa medida foi adotada com o propósito de possibilitar ajustes conforme necessário para otimizar a eficiência do processo de secagem e garantir a qualidade dos materiais finais.

5. Teste com Material com Base da Borra de Café

Para avaliar a viabilidade e eficácia da estufa no processo de cura de materiais sustentáveis, foram realizados testes práticos utilizando moldes contendo uma matriz polimérica de resina poliéster insaturada e borra de café. Estes moldes foram colocados dentro da estufa, onde foi observado o processo de cura dos materiais, como indicado na Figura 3.



Figura 3: Molde no interior da estufa. Fonte: elaborado pelos autores.

Os resultados obtidos mostram que a estufa proporciona um ambiente adequado para acelerar o processo de cura dos materiais sustentáveis. A temperatura máxima alcançada no interior da estufa foi de 60,9°C, fornecendo condições ideais para a reação de cura da resina poliéster insaturada.



Figura 4: Indicação da temperatura no termo-higrômetro. Fonte: elaborado pelos autores.

Observou-se que o tempo necessário para a completa cura das peças variou entre 2 e 8 horas, dependendo do tamanho e da quantidade dos materiais. Esse intervalo de tempo demonstra eficiência na cura dos materiais, permitindo a produção de peças grandes e em uma quantidade de tempo considerável.

Como ilustrado na Figura 5 abaixo, um conjunto de utensílios de mesa posta foi produzido de maneira artesanal a partir do material da borra de café, curado na estufa artesanal. O resultado

foi a obtenção de peças de qualidade, com a textura da borra de café, evidenciando a eficácia do processo de cura.



Figura 5: Produtos feitos a partir da borra do café. Fonte: elaborado pelos autores.

É importante ressaltar que a quantidade de catalisador utilizado na mistura do material também influencia no processo de cura, pois uma quantidade insuficiente pode resultar em uma peça não curada e pegajosa, enquanto um excesso pode prejudicar a estrutura do material, deixando-o menos resistente.

Em suma, é possível concluir que obteve-se resultados promissores, tornando a estufa artesanal uma solução viável para a produção em ambientes domésticos de materiais sustentáveis a partir da borra de café. Sendo suficiente a temperatura interna obtida para promover a cura dos materiais e o tempo de processo podendo ser variado conforme a complexidade e volume das peças.

6. Considerações Finais

O desenvolvimento de uma estufa artesanal para o auxílio de processo de cura de materiais sustentáveis feitos a partir da borra de café é considerado um passo significativo para a adoção de práticas mais conscientes no reaproveitamento de resíduos orgânicos. Este artigo explorou não apenas a viabilidade técnica da construção da estufa, mas também sua aplicação prática na produção de materiais sustentáveis, evidenciando seu potencial para mitigar os impactos ambientais causados pelo elevado descarte inadequado da borra de café.

A estufa artesanal desenvolvida não é uma solução única, mas pode ser vista como uma solução relativamente acessível e adaptável para o ambiente doméstico visto a reutilização de borra de café em casa para a produção de objetos artesanais sustentáveis.

Diante disso, esse estudo é promissor para o campo da sustentabilidade e materiais, uma vez que o design junto à sustentabilidade pode contribuir para o desenvolvimento de materiais menos danosos ao meio ambiente, capazes de compor produtos materializados. Desenvolvendo o projeto de uma estufa artesanal de baixo custo e de uso doméstico, assim, demonstra-se como tecnologias simples podem ser eficazes. Esse artigo oferece uma base para pesquisas futuras sobre práticas sustentáveis e desenvolvimento de materiais sustentáveis. Ao integrar a teoria com a prática, amplia-se o potencial da borra de café como matéria prima, inspirando novas abordagens e o surgimento de novos conhecimentos.

Referências

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE CAFÉ – ABIC. Estatísticas: Indicadores da Indústria de Café 2021. **ABIC**, 2021. Disponível em: <https://estatisticas.abic.com.br/estatisticas/indicadores-da-industria/indicadores-da-industria-de-cafe-2021/>. Acesso em: 26 out. 2022
- [2] NAGAY, J. H. C. Café no Brasil: dois séculos de história. **Formação Econômica**, Campinas, vol. 3, n. 1 (3), p. 1-86, 1999
- [3] BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Conheça a história do café no mundo e como o Brasil se tornou o maior produtor e exportador da bebida**. Brasília, 2022
- [4] Oculto para revisão as cegas
- [5] MUKHERJEE, A. **Generation of Activated Carbon from Spent Coffee Grounds: Process Optimization, Kinetics and CO₂ Capture**. Tese (Doutorado em Filosofia) – Departamento de Engenharia Química e Biológica, Universidade de Saskatchewan. Saskatoon, p. 307. 2022
- [6] MCDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle: Remaking the way we make things**. New York: Farrar, Straus and Giroux, 2002
- [7] ARRUDA, R.D.P. **Estudo das Potencialidades das borras de café para valorização agrícola**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Alimentar) - Instituto Superior de Agronomia, Lisboa, 2006
- [8] BRIONES CASTRO, Y.; CEPEDA SALAS, A. **Desarrollo y diseño exploratorio de un textil biobasado en té, café y yerba mate**. Base Diseño e Innovación, [S. l.], v. 7, n. 7, p. 107–122, 2022. DOI: 10.52611/bdi.num7.2022.807. Disponível em: <https://revistas.udd.cl/index.php/BDI/article/view/807>. Acesso em: 06 jan. 2023.
- [9] BOMFIM, N.; FACCA, C. A.; LEBRÃO, S. G.; LEBRÃO, G. W.; MORAES, V. T.; MOURA, V. Reaproveitamento de Borra de Café em Design de Utensílios Usando Biocompósitos. In: **24º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais** (2022). Águas de Lindoia. Anais do 24º Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais CBECiMat. São Paulo: ABC, ABM, ABPOL, 2022.
- [10] SANTOS, D. **Estudo termo-hídrico e caracterização mecânica de compósitos de matriz polimérica reforçados com fibra vegetal: Simulação 3D e experimentação**. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) – Centro de Ciência e Tecnologia, Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, p. 172. 2017.
- [11] PILATO, L. A.; MICHNO, M. J. **Advanced Composite Materials**. Berlin, German. Springer Verlag. 1994.
- [12] PEREIRA, T. G. T. **Compósitos produzidos com resina poliéster e fibras de eucalipto tratadas termicamente**. 2016. 104 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Biomateriais) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2016.

Produção e testagem de Biomaterial produzido com resíduo de café aplicado ao Design de Produtos

Production and testing of Biomaterial produced with coffee residue applied to Product Design

Geovanna Queiroz Silva, Graduanda, Universidade Federal de Goiás.

queiroz.geovanna@discente.ufg.br

Rafael Paulino Ferreira, Pós Graduando, Universidade Estadual Paulista.

rafael.paulino@unesp.br

Resumo

O destaque das produções têxteis na atualidade vem se tornando um problema ambiental gravíssimo. Pensando nesse cenário, surgem novos elementos para amenizar as crises ecológicas provocadas por essa indústria sendo alguns deles: *patchwork*, materiais sintéticos (tecidos ‘rPet’ e “couros”) e biomateriais como plásticos e têxteis de origem vegetal e animal. Porém, nesse último caso, a pesquisa sobre a qualidade e a viabilidade do material é escassa (principalmente na escala nacional e regional), tendo em foco este atual cenário, a presente pesquisa faz o levantamento dos estudos relacionados à produção, testagem e experimentação de possibilidades de tecidos/couros baseados em descartes da borra de café. Além disso, chega em uma formulação que teve os melhores resultados esperados aplicados a um produto físico com a mistura base indicada por tapioca (60g), água (60mL), glicerina (5mL), café ou laranja (15g), óleo de coco (5mL) e ágar-ágar (15g) sinalada como produção (D).

Palavras-chave: Biodegradável; Café; Têxteis; Biomaterial

Abstract

The prominence of textile productions today has become a very serious environmental problem. With this scenario in mind, new elements emerge to alleviate the ecological crises caused by this industry, some of which are: patchwork, synthetic materials ('rPet' fabrics and "leathers") and biomaterials such as plastics and textiles of plant and animal origin. However, in the latter case, research on the quality and feasibility of the material is scarce (mainly on a national and regional scale), focusing on this current scenario, the present research surveys studies related to the production, testing and experimentation of possibilities of fabrics/leathers based on discarded coffee grounds. In addition, it arrives in a formulation that had the best expected results applied to a physical product with the base mixture indicated by tapioca (60g), water (60mL), glycerin (5mL), coffee or orange (15g), coconut oil (5mL) and agar-agar (15g) marked as production (D).

Keywords: Biodegradable; Coffee; Textiles; Biomaterial

1. Introdução

Em um mundo fruto dos efeitos da globalização, projetar e produzir são as principais palavras para definir a indústria, essa estrutura que sempre precisa estar em atividade para conseguir suprir a liquidez de tendências que surgem na sociedade. A indústria têxtil é o exemplo claro desse cenário pois sempre busca produzir em larga escala para vender e acatar as necessidades dos consumidores nessa “moda consumista”. Porém, essa fabricação exagerada acarreta em uma indústria tóxica ambientalmente, sendo dolosa em seus processos produtivos e alheia ao descarte coerente do produto.

Percebe-se, portanto, o surgimento de alternativas que diminuam o impacto dessa produção no meio ambiente. Dentro desse quesito pode-se citar os trabalhos em *patchwork*, materiais sintéticos (peles e tecidos sintéticos) e biomateriais que se entrelaçam com o desenvolvimento de produtos e serviços visando a sustentabilidade. Cada alternativa possui singularidades, sendo necessário perceber as suas características e evidenciar as possibilidades acerca da produção de têxteis [1].

Diante deste contexto, a importância desse tema está na possibilidade do desenvolvimento de novos materiais e formas de fabricação, por isso, a pesquisa apresenta assim um caráter exploratório e descritivo, caracterizando ao máximo como exploratória. Com isso, as considerações finais tem como objetivo evidenciar os impactos ambientais das indústrias têxteis, caracterizar as possibilidades de produção e principalmente desenvolver um estudo sobre biotecnologias, com enfoque na execução e testagem de tecidos/”couros” com base em resíduos de café.

O café como matéria prima principal no processo viu-se na importância de utilizar esse material por motivação de consumo e cultura do café no Brasil. Cultura essa, importante à economia do país pela utilização de máquinas e implementos agrícolas, equipamentos industriais, geração de emprego, renda no campo e na cidade, exportações brasileiras, entre outros. Seu consumo difundido como hábito desde o século XVI no Brasil tem grande impacto dinamizando o mercado e consumo interno, sendo assim, um dos maiores consumidores de café do mundo [2].

O aumento da qualidade do café brasileiro melhorou os tipos e qualificações do café, bem como, relacionou estudos e discussões sobre associações entre o café e a saúde [2]. Pensar em consumo de café é interligar a experiência proporcionada relacionada às necessidades e desejos dos indivíduos que consomem. Elementos como aroma, suavidade, acidez, torra, entre outros, fazem parte da seletiva quanto se pensa na vivência do consumo de café [3]. Além do mais, se destaca a importância do reaproveitamento desta matéria que é diariamente descartada e não reaproveitada.

Como metodologia, estão: estudo da indústria têxtil e a biotecnologia usada, análise de materiais e métodos, observações e experimentos em laboratório, resultado projetual e melhorias. A técnica de investigação será em forma de documentação e observação sistemática em laboratório representada ao longo dos tópicos acerca dos experimentos executados.

1. A Indústria Têxtil como Geratriz Econômica e as Biotecnologias no Design Cíclico

Para executar as abordagens que serão vistas futuramente, é necessário entender o setor da indústria que está presente há séculos na sociedade. Como um dos principais pilares da economia nacional e mundial, essa magnitude setorial também transparece nos defeitos desse

âmbito visto que, este gera anualmente toneladas de resíduos e cada vez mais provoca impactos irreversíveis ao planeta. Os efeitos são gerados pelo processo de produção e seu pós-processo, ou seja, o descarte da peça de roupa já produzida e utilizada. Essa produção é considerada a segunda indústria mais poluente do mundo, perdendo somente para a produção de petróleo [4].

De acordo com a Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção [5], sendo a maior cadeia têxtil completa do Ocidente, o Brasil, produz desde fibras a desfiles de moda que passam pelo processo de fiações, confecções, tecelagens e varejo. Assim, determina-se como um dos ramos mais bem investidos economicamente e grande gerador de empregos com a segunda colocação na indústria. Porém, a ausência de direitos trabalhistas, longas jornadas de trabalho e baixo salário fazem parte da atual situação nesse setor. Problemas estes presentes principalmente nas etapas de preparação, montagem e acabamento na indústria da moda [6]. Além disso, a mesma apresenta falhas que impactam direta e indiretamente o meio ambiente.

O processo de produção conta com diversas decorrências como lavagens químicas, aplicação de substâncias tóxicas para tingimento, resíduos retalhais, descarte impróprio, queima e liberação de gases poluentes. As alternativas atuais são desejáveis para que consigam ser revertidos alguns problemas ambientais gerados como materiais sintéticos (desenvolvidos em laboratórios e feitos artificialmente), *Patchwork* (retalhos têxteis) e Biotecnologias, estes já se transformaram em uma forte tendência a substituição e alternativa de materiais não sustentáveis [7].

Utilizar Biotecnologias no Design é mesclar um processo de desenvolvimento de um produto a organismos vivos e fontes biológicas, podendo ser: plantas, restos de alimentos, organismos naturais, entre outros. Assim, constituir produtos e serviços utilizando o processo produtivo complementando com tecnologias da natureza para solucionar quesitos da vida contemporânea [8] levam a constituição do BioDesign. Dentre as subdivisões deste contexto existem as terminações: “Biobase” (provenientes de Biomassa), “Bio Fabricados” (produzidos por bactérias), “Biossintéticos” (formados por polímeros sintéticos) e os “Bio Montados” (diretamente de organismos vivos).

A biomassa, analisada nesta pesquisa, terá a função de produzir um material orgânico e vegetal, além de biodegradável. No meio de propostas com esse cunho, atualmente, há diversas empresas constituindo seus papéis na área de biotecnologias como Orange Fiber, criada por Enrica Arena, que produz através dos resíduos de laranja e a Ananas-Anam, por Carmen Hijosa, que fabrica produtos a partir de folhas do abacaxi. Nesta investigação minuciosa utilizaremos como base a borra de café como principal matéria para a composição deste material [9].

A ideia de criação de um produto com esse intuito vem da necessidade de uma economia circular. Onde, o produto começa no final de sua cadeia, o descarte, reutilizando o que seria descartado. Por meio da coleta de descartes da borra de café, sendo de maneira caseira ou locais que façam seu despojo como cafeterias, lanchonetes, padarias, dentre outros, utilizando os para a produção. Os outros materiais utilizados seriam facilmente encontrados e utilizados na intenção de não agravar o ciclo de produção deste biomaterial, bem como, a formulação de um produto final. Assim, experimentar no meio do design construindo conhecimento, investigando e inovando metodologicamente [10].

O destino desta pesquisa feita em 2022 é que este biomaterial fosse utilizado para testes e produção de produtos com viés biodegradável, já que pode ser descartado em composteiras ou própria natureza ou retornar a sua linha de produção.

2. Procedimentos Metodológicos

Utilizar a borra de café para a produção de um biomaterial que pudesse ser reproduzido e assim desenvolvido um produto através do mesmo, é decorrente de uma pesquisa dessa matéria e suas possíveis aplicações no Design. Escolher um material que é terminantemente desperdiçado e/ou descartado é fruto de uma análise do dia a dia e relação de manufatura com um material que pudesse ser utilizado em várias performances de produtos diários.

Primeiramente foram realizados os experimentos com a borra em si para testar a eficácia do material para a função pretendida, bem como, sua durabilidade em questões de proliferação de fungos por conta da matéria ser algo úmido e reutilizado. Os resultados foram analisados por uma observação a olho nu e registrado em forma fotográfica. Foram divididas em diferentes produções: Teste (A), (B), (C), (D) e (E) com diferentes processos e alternativas para que o material final fosse eficaz e (O) determinando outros tipos de testes aqui não explorados.

3. Aplicações e Resultados

Para a produção e aplicação foi utilizado:

Produção (A): 250 ml de água, 50 g agar-agar, 50 ml de glicerina, 12 ml de óleo de coco, 50 g de resíduo em pó (a borra de café devidamente secada para que fosse utilizado a pó) + 10 g de algodão, cloreto de cálcio.



Figura 1 e 2: Resultado das produções A1 e A2 com material em recipiente plástico e de madeira, mofado com a presença de umidade e tapagem. Fonte: elaborado pelos autores.

A1 - No teste foi utilizado a receita base, porém com borra seca durante 7 dias e depois torrada no forno. Mofado em 7 dias de repouso com tapagem com papel. O teste foi feito em época de chuva.

A2 - No teste foi utilizado também a receita geral, porém o recipiente do material foi vazado na parte de baixo, o café foi torrado no forno na hora, ficou em contato com o papel manteiga e não foi usado o cloreto de cálcio. Foi o material que mais apresentou seca e menos mofo inicialmente. Mofado completamente em 9 dias de repouso. O teste foi feito em época de chuva.

Produção (B): tapioca 60 g , água 60 ml, glicerina ml, café 15 g, vinagre 5 ml; além disso foi optado por colocar um outro tipo de fibra para reforçar a estrutura, foi pensada a utilização de Juta (T9) de 5x20cm.



Figura 3: Resultado da produção B, material aplicado em juta, sem aderência total e sem presença de mofo. Fonte: elaborado pelos autores.

B - A mistura foi despejada e misturada na superfície da juta. A secagem aconteceu em 7 dias e resultou em um material maleável e gelatinoso, o que não era o desejado. Não houve mofo mas não se viu possibilidade de utilizá-lo para fins têxteis.

Produção (C): tapioca (60g), água (60mL), glicerina (5mL), café (15g), óleo de coco (5mL) e ágar-ágar (15g).



Figura 4 e 5: Resultado da produção C com material seco, sem presença de mofo e aparência preliminar de couro. Fonte: elaborado pelos autores.

C - A partir dos primeiros testes foi pensado uma maneira diferente de fazer sem a adição de vinagre para que a fibra ficasse mais firme e tivesse um resultado mais resistente. Esse material foi virado 3 dias após feito para que a secagem ocorresse dos dois lados. O resultado foi um material maleável e com uma textura parecida com a do couro comum. Depois de alguns dias, seco, percebeu-se uma rachadura na parte mais fina. Não apresentou fungos. O teste C foi utilizado como base para os próximos testes visando sua melhor eficácia.

Produção (D): pensando na possibilidade de aplicação do material em um produto físico foi produzida uma placa de 80x20cm do material com a mistura base multiplicada nove vezes: tapioca (60g), água (60mL), glicerina (5mL), café ou laranja (15g), óleo de coco (5mL) e ágar-ágar (15g). A secagem durou 7 dias e resultou em um biomaterial de 2mm.



Figura 6: Resultado da produção D com material de 80x20cm seco, sem presença de mofo, textura couroina. Fonte: elaborado pelos autores.

A partir desta placa foi estipulada uma bolsa simples de 30x15cm. A bolsa teria a finalidade de testar corte, costura a mão e à máquina para fins de produção em escala além de colagem, se necessário e suas aplicações no Design.



Figura 7, 8 e 9: Bolsa articulada. Fonte: elaborado pelos autores.

Seguindo a ideia de aplicação em produto foi pensada a possibilidade de ser algo mais firme e menor. Desta forma foi feita a produção (E) utilizando-se a mesma receita base (D) multiplicada cinco vezes, porém com alterações de diminuição de óleo de coco para um material mais seco.



Figura 10, 11 e 12: Produção E, material com menor quantidade de óleo de coco. Fonte: elaborado pelos autores

O aproveitamento das partes mais resistentes teve o corte de 8x6cm e foi feita a costura das partes para aplicação em um porta cartão simples. O biomaterial não apresentou fungos.



Figura 13: Porta cartão. Fonte: elaborado pelos autores

4. Análise dos Resultados e Discussões

Alguns testes caseiros essenciais foram feitos para determinar a eficácia do material. Testagem de textura (Figura 14 - feita na produção (E) com auxílio de materiais de planificação e criação de textura), resistência a corte e costura (Figura 15 e 16 - foi testada a costura a mão e a máquina própria para couros, bem como o corte a lâmina),

impermeabilidade e inflamabilidade (Figura 17, 18 e 19 - foi realizada colocação ao molho, resistência ao fogo e marcação para criação de slogan).



Figura 14, 15 e 16: Textura, corte e costura. Fonte: elaborado pelos autores

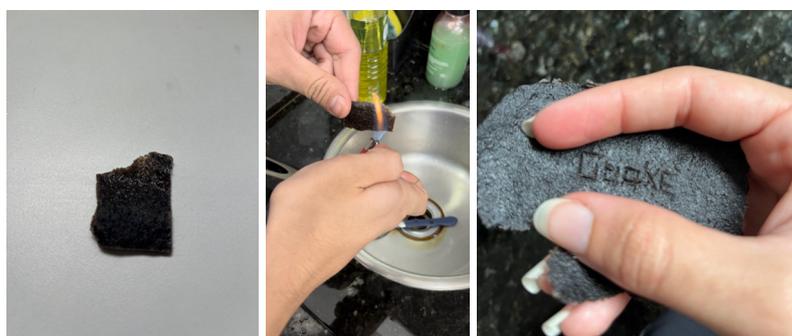


Figura 17, 18 e 19: Impermeabilidade e Resistência. Fonte: elaborado pelos autores

Outros testes foram feitos a fim de sanar dúvidas e expectativas, nomeados (O). Dentre eles, coube expor apenas os que mais apresentaram bons e reparáveis resultados. Alguns:



Figura 20, 21 e 22: Produção O. Fonte: elaborado pelos autores



Figura 23, 24 e 25: Produção O. Fonte: elaborado pelos autores



Figura 26, 27 e 28: Produção O. Fonte: elaborado pelos autores



Figura 29 e 30: Produção O. Fonte: elaborado pelos autores

5. Conclusão e Considerações Finais

A expectativa é que esse têxtil se comporte como possível substituto do couro animal, em aspectos de textura e tom, e conseqüentemente busque executar as funções do mesmo. O têxtil, portanto, pretende-se ser usado em âmbitos da moda - roupas, acessórios, sapatos, carteiras e bolsas -, bem como, âmbitos do design moveleiro - estofados, acessórios para casa, luminárias -, entre outros.

O projeto aqui explorado e produzido, testou possibilidades da utilização deste biomaterial com o foco em conseguir êxito na possível e futura coleta, separação e reutilização da borra de café. Assim, conduzir uma produção de maneira a chegar a resultados pretendidos com a verificação de condições de uso. Explorou diversas combinações e testagens para a eficácia do material, produzindo um protótipo dos possíveis produtos finais.

Chegou-se em uma formulação que teve os melhores resultados esperados aplicados a um produto físico com a mistura base indicada por tapioca (60g), água (60mL), glicerina (5mL), café ou laranja (15g), óleo de coco (5mL) e ágar-ágar (15g) sinalada como (D) no estudo acima.

Houve o ponto de estabelecimento da contextualização sobre a forma de produção tóxica do têxtil e sua indústria buscando definir meios de produção e projeção de produtos menos danosos ao meio ambiente. Houve a listagem dos testes feitos e seus resultados, explorando as variações de testes em escala regional para estabelecer uma possível combinação mais eficaz.

Referências

- [1] DEBORA BARAUNA. Experimentação em Design: biomateriais como uma alternativa para a moda sustentável. UFPR, 2021.
- [2] TAGORE VILLARIM DE SIQUEIRA. A cultura do café. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 22, p. 205-270, 2005.
- [3] MATHEUS FERREIRA FERNANDES. O consumo e produção do café brasileiro. FATEC, São Paulo, 2021.
- [4] VANESSA FRIEDMAN. The Biggest Fake News in Fashion: Untangling the origins of a myth repeated so often that no one thought to question it: The New York Times. New York, 2018.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA TÊXTIL E DE CONFECÇÃO. Perfil do Setor: 2022.
- [6] JORDÃO NUNES. Precarização, Trabalho Doméstico E Trabalho Domiciliar No Setor De Confecções Em Goiânia: ANPOCS. Goiânia, 2006.
- [7] BARBARA BELL. Material intelligence: an overview of new materials for manufacturers: PFIInnovation. Canadá, 2011.
- [8] WILLIAM MIYERS. BioDesign: Thames & Hudson. London, 2012.
- [9] GABRIELA TEREZA. Tecidos sustentáveis: guia de materiais alternativos. UFSC, 2022, p. 19-23.
- [10] HENRY MAINSAH; ANDREW MORRISON. Towards a manifest for methodological experimentation in design research: Nordic Design Research Conference: Electronic Proceedings: Nordes. Copenhagen-Malmö, 2013.

Reuso e reaproveitamento de resíduos de construção e demolição na construção civil brasileira: Potencialidades e barreiras

Reuse of construction and demolition waste in brazilian construction: Potential and barriers

Roberta Sales Domingues, Mestranda em Arquitetura e Urbanismo, PPGAU/UFU

robertasalesdomingues@hotmail.com

Viviane dos Guimarães Alvim Nunes, PhD em Design, PPGAU/UFU

viviane.nunes@ufu.br

Resumo

O setor da construção, responsável por até 40% das emissões globais de CO₂, enfrenta desafios ambientais significativos devido ao volume crescente de Resíduos de Construção e Demolição (RCD). Este artigo examina a prática de reuso e reaproveitamento de RCD no contexto brasileiro, destacando suas potencialidades e barreiras. A metodologia adotada é uma Revisão Sistemática da Literatura, analisando 11 estudos relevantes. Os resultados revelam oportunidades econômicas e ambientais, mas ressaltam barreiras como a falta de políticas eficazes. Para avançar, é necessário um enfoque integrado, incluindo mudanças legislativas, educação ambiental e inovações tecnológicas.

Palavras-chave: Resíduos de construção e demolição (RCD); Reuso e reaproveitamento de resíduos; Gestão de resíduos na construção.

Abstract

The construction sector, responsible for up to 40% of global CO₂ emissions, faces significant environmental challenges due to the growing volume of Construction and Demolition Waste (CDW). This article examines the practice of reusing CDW in the Brazilian context, highlighting its potential and barriers. The methodology adopted is a Systematic Literature Review, analyzing 11 relevant studies. The results reveal economic and environmental opportunities, but highlight barriers such as the lack of effective policies. To move forward, an integrated approach is needed, including legislative changes, environmental education and technological innovations.

Keywords: *Construction and demolition waste (CDW); Reuse and repurposing of waste; Waste management in construction.*

1. Introdução

Na atualidade, o setor da construção, maior consumidor de matérias-primas entre todos os outros setores é responsável por parcela significativa das emissões globais de CO₂, entre 25% a 40% do total gerado, sendo também o setor que gera o maior volume de resíduos se comparado a outros setores [1]. No Brasil, da mesma maneira que no exterior, a indústria da construção situa-se entre os maiores setores relacionados à extração de recursos naturais, à geração de resíduos e ao consumo energético [2]. Com a intensificação da industrialização e crescimento da população nos centros urbanos, os Resíduos da Construção e Demolição (RCD) se tornaram um problema social, ambiental e econômico, em virtude do aumento considerável do volume de resíduos e da destinação final, na maioria das vezes, incorreta. Nesse contexto, a prática do reuso e reaproveitamento de RCD podem ser uma alternativa sustentável e economicamente viável para reduzir o impacto ambiental dessa indústria.

Globalmente, são produzidos aproximadamente 6,5 bilhões de toneladas de RCD sendo que entre 2,6 e 3 bilhões de toneladas correspondem a resíduos inertes desse setor. Estima-se que cerca de 35% desses resíduos sejam destinados a aterros sanitários, embora essa proporção possa variar de país para país. Em contrapartida, no contexto da América Latina, o Brasil se destacou como pioneiro na implementação de políticas voltadas para o manejo adequado de RCD, com a quantidade gerada oscilando entre 230 e 760 kg por habitante ao ano segundo Fernandez et al.[3].

As pesquisas sobre o desenvolvimento de novos produtos a partir de resíduos de materiais de construção estão em ascensão em todo o mundo, refletindo a crescente consciência ambiental e a importância de reduzir o desperdício [4]. No que diz respeito ao reuso e reaproveitamento, é importante ressaltar a definição dos termos. Para o presente artigo foram consideradas as definições demonstradas por Potting et al. [5] onde **reuso** significa reutilização por outro usuário de item descartado que ainda esteja em bom estado e cumpra sua função original e **reaproveitamento** é a utilização de item descartado ou suas partes em um novo produto com função diferente.

Os princípios que auxiliam na promoção de uma economia mais sustentável e eficiente, identificados nas hierarquias dos 10R de resíduos: recusar, repensar, reduzir, reutilizar, reparar, remodelar, remanufaturar, reaproveitar, reciclar e recuperar [5] e relacionados ao prolongamento da vida útil do produto, apontam que a reutilização deve ser priorizada à reciclagem; porém, a maioria dos resíduos de construção tem sido reciclados em vez de reutilizados [1]. Embora a reciclagem seja a estratégia mais comum, a reutilização é considerada mais eficiente ambientalmente e culturalmente, pois preserva objetos de uma cultura material comunitária [6]. Fufá et al. [7] apontam que lidar com os desafios do reuso requer uma definição clara do termo, regulamentações, testes, documentação, certificação e apoio econômico para promovê-lo. Segundo Addis [8] o reuso não é um conceito novo, pelo contrário, até o século XIX esta era a prática comum em todo o mundo.

No cenário local, especialmente nos últimos anos, o Brasil tem enfrentado desafios significativos na gestão de RCD, com desempenho aquém dos padrões observados na União Europeia e nos Estados Unidos, por exemplo [9]. Diante do exposto, o objetivo deste artigo é investigar as potencialidades e os desafios enfrentados na promoção do reuso e reaproveitamento de resíduos de construção e demolição no contexto brasileiro, identificando progressos realizados e lacunas existentes neste campo de estudo por meio de uma Revisão Sistemática da Literatura. O artigo está organizado em 5 seções: introdução, procedimentos metodológicos, resultados, considerações finais e referências.

2. Procedimentos Metodológicos

A metodologia adotada para este artigo é a Revisão Sistemática da Literatura (RSL), cujo objetivo é compreender e analisar trabalhos relativos ao tema para identificar o que tem sido produzido. A pesquisa é de natureza teórica, exploratória e descritiva [10] sendo o estudo classificado como bibliográfico.

A RSL é conduzida, primariamente, mediante a formulação de uma pergunta precisa que guiará todo o processo de investigação, acompanhada por um protocolo de pesquisa que delineia os critérios para busca, seleção e exclusão dos estudos identificados. A finalidade essencial da RSL reside em mitigar qualquer viés na análise do conteúdo levantado, possibilitando que a revisão seja facilmente reproduzida, ampliada e submetida a revisões subsequentes [11].

A seguir, apresenta-se a questão central da pesquisa, delineada a partir de questões exploratórias originadas de uma pesquisa de mestrado em curso, juntamente com o protocolo contendo os critérios de busca que englobam as bases de dados especificadas, os tipos de documentos investigados, o intervalo temporal de publicação, as palavras-chave empregadas e os critérios para a inclusão e exclusão de estudos identificados. Posteriormente, são apresentadas reflexões sobre as incursões efetuadas nas bases de dados, detalhamento dos estudos realizados e uma recapitulação concisa dos resultados alcançados, seguida por breves observações conclusivas. O quadro 1 esquematiza o protocolo de pesquisa, destacando os critérios exploratórios adotados nesta revisão.

Quadro 1: Protocolo de pesquisa da Revisão Sistemática da Literatura (RSL)

Modelo de protocolo de pesquisa	
Questão de pesquisa	Quais são as oportunidades e os desafios enfrentados na promoção do reuso e reaproveitamento de resíduos de construção e demolição no contexto brasileiro?
Tema da pesquisa	Ciências sociais aplicadas, engenharias e multidisciplinar.
Palavras-chave	RCD (Resíduos de construção e demolição); Resíduos de construção civil; Reuso OR reutilização OR reemprego; Design para reuso; CDW; Building elements; Construction and demolition waste; Reuse; Design for reuse; Brazil.
Base de dados	Scopus; CAPES; Scielo; Science Direct.
Tipos de documentos	Artigos
Período	A partir de 2010
Idioma	Português, inglês e espanhol.
Critérios de pesquisa	Título, resumo, assunto e/ou palavra-chave.
Critérios de inclusão	Texto completo das publicações acessível via Web; investigações relacionadas a temática de ações e atores envolvidos no reuso de materiais; elementos de construção com pelo menos a citação do país Brasil.
Critérios de exclusão	Investigações que não contribuam com dados e reflexões relevantes sobre o reuso de materiais e elementos de construção no contexto do Brasil, além de trabalhos duplicados.

Fonte: Autores

Após a elaboração do protocolo de pesquisa, foram estabelecidos sete conjuntos de palavras-chave para a busca nas bases de dados que foi conduzida de 20 a 27 de fevereiro de 2024 e seguiram a sequência de combinações de palavras-chave descritas a seguir: (RCD) AND (Reuso OR reutilização OR reemprego OR reaproveitamento); (Resíduos de construção civil) AND (Reuso OR reutilização OR reemprego OR reaproveitamento); (RCD) AND (“Design para reuso”); (CDW) AND (reuse) AND (Brazil); (“Building elements”) AND (design for reuse) AND (Brazil); (Building elements) AND (reuse) AND (Brazil); (CDW) AND (UPCYCLING) and (BRAZIL). Essas buscas foram inicialmente realizadas na base de dados da SciELO, seguidas pela base de dados da CAPES, posteriormente pela base *Scopus* e por fim, na base *Science Direct*.

Para as seleções de documentos foram especificados alguns critérios (filtros) (ver Quadro 2) e etapas, sendo o primeiro: 1) configuração da plataforma de base de dados para pesquisa das palavras-chave, para garantir maior filtragem (filtro 1); 2) definição de critérios de seleção dos artigos, levando em conta a leitura do título, palavras-chave e resumo (filtro 02); leitura da introdução e dos resultados dos artigos selecionados, considerando-se somente artigos com acesso gratuito.

Quadro 2: Relação de buscas e filtragem de publicações

Resultados das buscas nas strings de busca					
Base	Publicações encontradas	Seleção filtro 01	Seleção filtro 02	Seleção filtro 03	% de publicações selecionadas / encontradas
Scielo	36	7	7	4	13,8%
CAPES	238	20	8	3	1,26%
Scopus	205	19	10	3	1,46%
Science Direct	704	7	3	0	0%
Total	1.183	53	28	10	0,84%

Fonte: Autores

Após a aplicação do terceiro filtro, foram catalogados 10 artigos que demonstraram relevância para a investigação. Os artigos selecionados foram integralmente lidos e catalogados em uma planilha com o título da publicação, os autores, ano de publicação, *strings* de busca, nome da base de dados onde o trabalho foi encontrado e a descrição das principais conclusões.

3. Resultados

Os resultados da revisão de literatura foram estruturados partir da leitura completa dos 10 artigos selecionados, conforme mostrou o quadro 2. Do conjunto de leituras, foi possível identificar os autores que abordam as potencialidades e barreiras do reuso/reutilização e do reaproveitamento, conteúdo que será apresentado a seguir. Para condensar todas as informações relevantes para o presente artigo, foi elaborado um quadro comparativo entre os estudos (Quadro 3). Os estudos foram agrupados também em três eixos de assuntos abordados: **estudos**

de caso, estudo de viabilidade de materiais e gestão de resíduos. Em seguimento, apresenta-se as contribuições identificadas nos trabalhos selecionados.

Quadro 3: Mapeamento da revisão com abordagens por autores

Autor	Potencialidades	Barreiras	Eixo
Silva, Nagalli e Couto (2021)	Aplicação de critérios de projeto para desconstrução (PpD) ou desmontagem; prever sempre elementos desmontáveis, flexibilidade de layout e usar materiais e componentes com potencial de reutilização .	Barreiras técnicas para a recuperação bem-sucedida de materiais em edifícios que não são concebidos para desconstrução; barreiras durante à triagem e à destinação dos materiais e componentes, definidos para reutilização em outro edifício.	Estudo de caso
Oliveira, Oliveira e Fonseca (2021)	Implementação de aplicativos para celular com foco na divulgação de oportunidades de reutilização dos RCD; implementação de técnicas de separação para aumentar a valorização dos resíduos através da reutilização .	Eliminação não supervisionada dos resíduos em aterros ilegais, falta de políticas adequadas e a insuficiência de vigilância.	Estudo de caso
Bessa, Mello e Lourenço (2019)	Grande potencial técnico e econômico para o reaproveitamento direto dos resíduos na construção civil que pode contribuir para a redução de custos nas obras e diminuição do impacto ambiental.	Necessidade de diretrizes para a aplicação de resíduos na construção civil, criação de políticas de educação ambiental e melhor gerenciamento das obras para reduzir a geração de resíduos.	Estudo de viabilidade de materiais
Caetano, Selbach e Gomes (2016)	92% dos resíduos gerados na fase de acabamentos em obras residenciais do padrão Minha Casa, Minha Vida são passíveis de reaproveitamento , e em grande quantidade no próprio local onde são gerados.	Falta de dados precisos sobre a geração e composição dos resíduos dificultam a implementação de estratégias eficazes de gestão, além da inexistência de inventário quantitativo e qualitativo de resíduos que dificulta o reaproveitamento de RCD.	Estudo de viabilidade de materiais
Vieira et al. (2021)	RCD tem potencial para ser reutilizado como agregado em camadas de pavimentos rodoviários.	Necessidade de tornar viável de maneira satisfatória a reincorporação desse material (reutilizado) em novas obras.	Estudo de viabilidade de materiais
Fernandez, Huamán e Marin (2023)	Propõem a recuperação do lodo da parte mineral inerte dos RCD como a principal matéria-prima para a produção de tijolos queimados.	Complexidade e a falta de uniformidade em relação às práticas de reaproveitamento	Estudo de viabilidade de materiais
Baptista e Romanel (2013)	Planejamento do reaproveitamento e destino final dos resíduos como parte do projeto.	Falta de uma logística eficiente, principalmente na segregação dos resíduos na origem e transporte em pequenas obras.	Gestão de resíduos
Alves et al. (2014)	O reaproveitamento de resíduos contribui para a geração de renda com inclusão social e minimiza o impacto ambiental causado pelo aterramento dos resíduos.	Os principais desafios abordados no texto são a falta de fiscalização, participação coletiva e destinação adequada dos resíduos.	Gestão de resíduos
Thives, Ghisi e Thives Júnior (2022)	RCD coletados no Brasil são principalmente compostos por argamassa, concreto, madeira e vidro, o que representa uma vantagem para o país oferecer ações para reinsserir esses resíduos na cadeira produtiva.	Apesar do aumento da reutilização de RCD no Brasil, a atividade ainda é incipiente; política de gestão de resíduos de RCD no país não é cumprida.	Gestão de resíduos

Hentges et al., (2022)	Benefícios fiscais para projetos que reaproveitam RCD.	Necessidade de mudança cultural em um setor historicamente baseado em extração e descarte, bem como a falta de planejamento para minimizar os impactos ambientais.	Gestão de resíduos
---------------------------	---	--	--------------------

Fonte: Autores

Compondo o eixo de estudos realizados por meio de **estudo de caso**, Silva et al. [12] avaliaram o potencial de recuperação de uma edificação de médio porte na cidade de Curitiba (PR) e identificaram que o maior percentual de reutilização na recuperação do edifício é o cenário da reutilização no próprio local, com 83,07%. Este fato deve-se ao aproveitamento das partes estruturais e de alvenaria da edificação, as quais representaram os maiores quantitativos em termos de volumes. Os autores ressaltam a importância da atuação dos arquitetos e engenheiros na divulgação e aplicação de critérios de projeto para desconstrução (PpD) ou desmontagem pois durante seu ciclo de vida as edificações estarão sujeitas a modificações pelos usuários. Tais adequações devem ser preferencialmente facilitadas, prevendo o mínimo de intervenção pelo usuário e, sempre que possível, considerar elementos desmontáveis, flexibilidade de layout e materiais e componentes com potencial de reutilização. Como desafios abordou-se as barreiras técnicas para a recuperação bem-sucedida de materiais e componentes no fim da vida útil de edifícios, bem como dificuldades durante a triagem e a destinação dos materiais e componentes, definidos para reutilização em outro edifício.

Ainda sobre estudo de caso, Oliveira et. al. [13], por meio de estratégias validadas em um estudo em Manaus (AM) mencionam como potencialidades a valorização dos RCD por meio da melhoria das oportunidades, com a implementação de estratégias como técnicas de separação para aumentar a valorização dos resíduos através da reutilização e o incentivo ao uso de aplicativos para celular com objetivo da divulgação de oportunidades de reutilização dos RCD mais comuns produzidos na cidade. A ferramenta pode ser utilizada por profissionais da construção civil e por cidadãos comuns que necessitam descartar resíduos de obras privadas. Como desafios, os autores mencionam a eliminação não supervisionada dos resíduos em aterros ilegais, a falta de políticas adequadas e a insuficiência de vigilância.

As pesquisas evidenciam um notável potencial técnico e econômico no reuso direto de RCD na construção civil nos **estudos relacionados a materiais**, destacando-se como uma estratégia promissora para a redução de custos e mitigação do impacto ambiental. Para validar o exposto, os autores Bessa et al. [14] reportam um estudo de caso na cidade de Belo Horizonte (MG), que incluiu a coleta e caracterização dos RCD na estação de reciclagem de entulho (ERE/ SLU) onde observou-se que 95,5% do total de RCD produzidos é do tipo Classe A que segundo a Resolução CONAMA 307 (5 de julho de 2002) são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis, como agregados provenientes de construção, demolição, reformas, reparos de pavimentação e outras obras de infraestrutura, incluindo solos de terraplanagem, componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas), argamassa, concreto e peças pré-moldadas em concreto. Em outro estudo, foi apontado que até 92% dos resíduos gerados na fase de acabamentos em obras residenciais do programa Minha Casa, Minha Vida na cidade de Canoas (RS) apresentaram viabilidade de reaproveitamento inclusive no próprio local de geração [15]. Além disso, há uma perspectiva promissora para o reuso de RCD como agregado em camadas de pavimentos rodoviários [16]. Outra abordagem inovadora propõe a recuperação do lodo da parte mineral inerte dos RCD como matéria-prima para a fabricação de tijolos queimados, demonstrando um potencial significativo para a diversificação dos materiais de construção [3].

O enfrentamento das barreiras relacionadas ao reuso de RCD revela desafios multifacetados de acordo com os **estudos sobre materiais**. A carência de diretrizes claras para a aplicação dos

resíduos na construção, a ausência de políticas robustas de educação ambiental e a necessidade de um gerenciamento mais eficiente das obras emergem como pontos críticos, conforme apontado por Bessa et al.[14]. Além disso, a falta de dados precisos sobre a geração e composição dos resíduos, junto a inexistência de inventários quantitativos e qualitativos, representa uma barreira significativa para a implementação de estratégias eficazes de gestão, como destacado por Caetano et al. [15].Vieira et al.[16] ressaltam a necessidade premente de tornar viável de maneira satisfatória a reincorporação desses materiais reutilizados em novas obras, apontando a complexidade logística e regulatória envolvida nesse processo. Enquanto isso, Fernandez et al. [3] enfatizam em seu estudo a diversidade de desafios enfrentados pelos diferentes países no tratamento dos RCD, evidenciando a complexidade e a falta de uniformidade nas abordagens adotadas.

Em relação ao eixo **gestão de resíduos**, o estudo de Baptista et al. [17] destaca a necessidade de uma participação efetiva de todos os agentes (setor público, proprietários, empresas, engenheiros e arquitetos, professores, alunos e associações de catadores) na cadeia da construção e a importância do planejamento do reaproveitamento e destino final dos resíduos como parte integrante do projeto desde sua concepção. No entanto, os autores apontam como barreiras a falta de uma logística eficiente na segregação e transporte dos resíduos principalmente em pequenas obras e Hentges et al. [2] mencionam a necessidade de mudança cultural no setor da construção, que historicamente prioriza a extração e descarte, e a falta de planejamento para minimizar os impactos ambientais. Hentges et al. [2] mencionam ainda que apesar da instituição da Lei nº 12.305, a Política Nacional de Resíduos Sólidos, criada com o objetivo de reduzir a geração de resíduos e promover a reutilização, não abordou aspectos relacionados à modulação de produtos e ao uso compartilhado de um bem ou serviço. Como potencialidades foram sugeridos por Hentges et al [2] que sejam ofertados benefícios fiscais para projetos que reaproveitem RCD. Ainda segundo os autores a legislação brasileira atual não se concentra em medidas para reduzir a geração de resíduos em canteiros de obras, mas apenas na destinação adequada desses resíduos.

Ainda sobre a **gestão de resíduos**, em consonância com Alves et al. [18], é possível obter benefícios socioeconômicos significativos a partir da gestão do RCD e do envolvimento dos agentes sociais interessados. No entanto, embora o Brasil tenha descrito em sua legislação o incentivo à reutilização, o processo de reaproveitamento de RCD está se expandindo lentamente e ainda não está atendendo às demandas do setor. É necessário aumentar a fiscalização e a participação das autoridades públicas, sociedades e empresas da construção civil no que diz respeito ao destino dos RCD.

Thives et al. [19] em seu estudo mostram que os RCD coletados no Brasil são principalmente compostos por argamassa, concreto, madeira e vidro, o que representa uma vantagem para o país oferecer ações para reinserir esses resíduos na cadeia produtiva. Como desafios, menciona que os RCD no Brasil são colocados nos canteiros de obra de forma desordenada e misturada e apesar do aumento da reutilização de RCD no Brasil, a atividade ainda é incipiente, observando-se que é necessário um envolvimento mais eficaz do governo brasileiro para melhorar o sistema de coleta. Além disso, segundo Thives et al. [19], embora o Brasil tenha uma política bem estabelecida sobre a gestão de resíduos de RCD, ela não é cumprida.

4. Considerações Finais

Os estudos analisados sobre o reuso e reaproveitamento de RCD no Brasil convergem em diversas conclusões. Foi demonstrado que a reutilização no próprio local de origem dos resíduos apresenta um potencial considerável, destacando a importância do planejamento de

desmontagem durante o ciclo de vida das edificações para promover o reuso, além do planejamento do destino final dos resíduos como parte do projeto. Ademais foi ressaltada a valorização dos RCD através da implementação de técnicas de separação e a divulgação de oportunidades de reutilização por meio de aplicativos móveis, por exemplo. Além disso, propostas como a reutilização de RCD como agregado em pavimentos rodoviários e na fabricação de tijolos queimados demonstraram uma diversidade de aplicações promissoras. Uma grande vantagem identificada no Brasil foi que a composição da maioria dos RCD coletados são passíveis de reutilização.

No entanto, todas as pesquisas destacaram barreiras significativas para a implementação efetiva do reuso de RCD. Entre elas estão a falta de uma logística eficiente na segregação e transporte dos resíduos, a carência de dados precisos sobre sua composição, a necessidade de mudanças culturais no setor da construção e a falta de políticas adequadas e fiscalização para lidar com a eliminação não supervisionada dos resíduos em aterros ilegais. Assim, embora haja um reconhecimento do potencial e da importância do reuso de RCD na construção civil brasileira, ainda há desafios significativos a serem superados para sua efetiva implementação.

Embora estejam dentre as estratégias de topo da hierarquia do gerenciamento de resíduos, a reutilização e o reaproveitamento são pouco explorados como estratégias nos estudos selecionados. Ainda que sejam considerados mais benéficos do ponto de vista ambiental, social e econômico em comparação com a reciclagem, esta última ainda predominou entre os estudos encontrados. Observou-se também que, além do baixo número de estudos que abordam exclusivamente o termo "reuso" de RCD, alguns deles tratam o reuso e o reaproveitamento de forma semelhante à reciclagem, não deixando clara a distinção terminológica entre os dois conceitos. Verificou-se neste artigo uma lacuna por estudos que busquem prioritariamente a reutilização e posteriormente o reaproveitamento de RCD em vez da reciclagem.

Referências

- [1]Rakhsan K, Morel JC, Daneshkhah A. Predicting the technical reusability of load-bearing building components: A probabilistic approach towards developing a Circular Economy framework. *Journal of Building Engineering* 2021;42. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2021.102791>.
- [2]Hentges TI, Motta EAM da, Fantin TV de L, Moraes D, Fretta MA, Pinto MF, et al. Circular economy in Brazilian construction industry: Current scenario, challenges and opportunities. *Waste Management and Research* 2022;40:642–53. <https://doi.org/10.1177/0734242X211045014>.
- [3]Fernandez PJI, Huamán XAR, Marin MV. Analysis of recovery strategies for construction and demolition waste in the last 10 years: a review of the scientific literature. *Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology*, vol. 2023- July, Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions; 2023. <https://doi.org/10.18687/laccei2023.1.1.530>.
- [4]Czarnecki S, Rudner M. Recycling of Materials from Renovation and Demolition of Building Structures in the Spirit of Sustainable Material Engineering. *Buildings* 2023;13. <https://doi.org/10.3390/buildings13071842>.
- [5]Potting J, Hekkert M, Worrell E, Hanemaaijer A. *Circular economy: Measuring innovation in the product chain* 2017.

- [6]Condotta M, Zatta E. Reuse of building elements in the architectural practice and the European regulatory context: Inconsistencies and possible improvements. *J Clean Prod* 2021;318. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128413>.
- [7]Fufa SM, Brown MK, Hauge ÅL, Johnsen SÅ, Fjellheim K. User perspectives on reuse of construction products in Norway: Results of a national survey. *J Clean Prod* 2023;408. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.137067>.
- [8]ADDIS B. Reuso de materiais e elementos de construção 2010:0–368.
- [9]Nunes KRA, Mahler CF. Comparison of construction and demolition waste management between Brazil, European Union and USA. *Waste Management and Research* 2020;38:415–22. <https://doi.org/10.1177/0734242X20902814>.
- [10]Gil AC. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 7ª edição. Atlas; 2019.
- [11]Santos A dos. Seleção do Método de Pesquisa: guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba, PR: Insight; 2018.
- [12]Silva RC da, Nagalli A, Couto JP. Avaliação do potencial de recuperação de edificações ao fim da vida útil: caso de uma instituição federal de ensino superior. *Interações (Campo Grande)* 2021;701–15. <https://doi.org/10.20435/inter.v22i3.2966>.
- [13]Oliveira M do PSL, Oliveira EA de, Fonseca AM. Strategies to promote circular economy in the management of construction and demolition waste at the regional level: a case study in Manaus, Brazil. *Clean Technol Environ Policy* 2021;23:2713–25. <https://doi.org/10.1007/s10098-021-02197-7>.
- [14]Bessa SAL, Mello TAG, Lourenço KK. Quantitative and qualitative analysis of the construction and demolition waste generated in Belo Horizonte/MG. *Urbe* 2019;11. <https://doi.org/10.1590/2175-3369.011.e20180099>.
- [15]Caetano MO, Selbach JBO, Gomes LP. Composição gravimétrica dos RCD para a etapa de acabamento em obras residenciais horizontais. *Ambiente Construído* 2016;16:51–67. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212016000200079>.
- [16]Vieira D de M, Lima M da S, Bastos JB dos S, Farias TRL. Contribuições aos estudos sobre a aplicação do Resíduo de Construção e Demolição (RCD) na composição de camadas de pavimentos no Brasil. *Rev Tecnol Fortaleza*, v 2021;42:1–14. <https://doi.org/10.5020/23180730.2021.12133>.
- [17]BAPTISTA JUNIOR JV, ROMANEL C. Sustentabilidade na indústria da construção: uma logística para reciclagem dos resíduos de pequenas obras. *URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana* 2013;5:27. <https://doi.org/10.7213/urbe.05.002.se02>.
- [18]Alves LA, Santos BR, Silva AR de P e, Santos GR dos. Uma breve discussão do papel da gestão integrada dos resíduos de construção e demolição (RCD) para transformá-los em recursos. *Para Onde!?* 2014;8:123–36. <https://doi.org/10.22456/1982-0003.61585>.
- [19]Thives LP, Ghisi E, Júnior JJT. An outlook on the management of construction and demolition waste in Brazil. *Cleaner Materials* 2022;6. <https://doi.org/10.1016/j.clema.2022.100153>.

Estudos sobre UX/UI Design em plataformas digitais para habitação social e Design Centrado no Usuário

Studies on UX/UI Design on digital platforms for social housing and User-Centered Design

Simone Barbosa Villa, Dra. Professora, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Uberlândia.

simonevilla@ufu.br

Silvio Mendes Araujo Júnior, graduando em Design, Universidade Federal de Uberlândia.

silvio.junior@ufu.br

Resumo

Este artigo é resultado de parte de uma iniciação científica que buscou aprimorar uma plataforma digital orientadora intitulada “Reforma na palma da mão (Versão 1)”. A plataforma dispõe de informações e estratégias projetuais a usuários arquitetos e moradores de moradias sociais para promover reformas resilientes e sustentáveis. O artigo aborda o estudo do usuário, a plataforma digital piloto e a pesquisa bibliográfica sobre UX/UI Design e Design Centrado no Usuário. Tal estudo fundamentou as etapas da pesquisa, visando como produto final o desenvolvimento da plataforma em uma versão aprimorada (Reforma na palma da mão-Versão 2). Espera-se que a plataforma, em sua versão final, contribua ao atendimento dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 1, 10 e 11), produzindo conteúdos na área de Assistência Técnica para a Habitação de Interesse Social.

Palavras-chave: Design centrado no usuário; Plataforma Digital; UX/UI Design; Habitação social; Reforma em moradia.

Abstract

This article is the result of part of a scientific initiation that sought to improve a digital guiding platform entitled “Renovation in the palm of your hand (Version 1)”. The platform presents information and strategies designed for users, architects and residents of social housing, to promote resilient and sustains. The article addresses the user study, the pilot digital platform and the bibliographical research on UX/UI Design and User-Centered Design. This study supported the research stages and addresses the development of the platform in an improved version as the final product (Reform in the palm of your hand - Version 2). It is expected that the platform, in its final version, will contribute to meeting the Sustainable Development Goals (SDGs 1, 10 and 11), producing content in the area of Technical Assistance for Housing Social Interest.

Keywords: User-centered design; Digital platform; UX/UI design; Social habitation; Housing renovation.

1. Introdução

A Constituição Federal de 1988 assegura o direito à moradia digna, porém o Brasil enfrenta desafios habitacionais significativos [01]. Ribeiro *et al.* [02] ressaltam a resiliência urbana como crucial para a gestão urbana eficaz. Schwertz [03] critica a falta de priorização estatal em políticas habitacionais, mencionando deficiências no Programa Minha Casa, Minha Vida (PMCMV), corroborado por Moraes *et al.* [04] e Villa *et al.* [05]. Pesquisas realizadas pelo CAU/BR [06,07] indicam que muitos brasileiros realizam reformas habitacionais sem assistência profissional, o que pode comprometer a qualidade das moradias. O Programa Minha Casa, Minha Vida é criticado por não atender adequadamente às necessidades dos habitantes e ser inadequado para reformas [08].

Embora a Assistência Técnica de Habitação de Interesse Social (ATHIS) seja garantida por lei, sua implementação é falha e pouco conhecida, inclusive entre profissionais de arquitetura [09]. A necessidade de informatização sobre ATHIS é destacada, culminando no desenvolvimento da plataforma digital "Reforma na palma da mão", que visa conectar arquitetos e moradores, fornecendo informações e estratégias para reformas mais resilientes desenvolvida em 2022 [12, 13]. A plataforma é um dos artefatos resultados do projeto de pesquisa "CASA RESILIENTE: Estratégias projetuais para a promoção da resiliência em habitação social a partir de métodos de avaliação pós-ocupação", financiado pelo CNPq, FAPEMIG e CAU/MG, na qual objetiva identificar e disponibilizar estratégias projetuais para reformas e intervenções em unidades de habitação social horizontal unifamiliar, visando a promoção da sua resiliência. A pesquisa é desenvolvida no [MORA] Pesquisa em Habitação (<https://morahabitacao.com/>) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design, Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Uberlândia por um grupo interdisciplinar de alunos e professores nos níveis de graduação e pós-graduação.

Este artigo foca no aprimoramento da plataforma digital (Versão 2), estudando sua versão piloto, revisão de literatura sobre UX/UI Design e Design Centrado no Usuário, e as necessidades dos usuários. A plataforma visa contribuir para os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, em particular ODS 1, ODS 10 e ODS 11, promovendo justiça, inclusão social e sustentabilidade nas cidades [10,11].

2. Procedimentos Metodológicos

O artigo foi desenvolvido utilizando três procedimentos metodológicos principais: (i) Estudo do piloto "Reforma na palma da mão (versão 1)" e análise de plataformas digitais similares para compreender o mercado e identificar semelhanças; (ii) Revisão sistemática de literatura focada em UX/UI Design e Design Centrado no Usuário dos últimos 7 anos para obter-se as pesquisas mais atualizadas (exceto uma única pesquisa de 2014 que foi incluída devido ao seu conteúdo de grande importância), visando entender o estado da arte e conceitos críticos; (iii) Estudo dos usuários para compreender o público-alvo e suas necessidades, visando o desenvolvimento de uma plataforma centrada no usuário (DCU). Para o item (i), foi realizado um estudo detalhado do piloto "Reforma na palma da mão (versão 1)", analisando seu objetivo, estrutura, conteúdo, fluxo, identidade visual e relatório geral de desenvolvimento. Também foi feita uma pesquisa de plataformas e programas sociais brasileiros que oferecem informações sobre resiliência no ambiente construído e demandas dos moradores em construções e reformas habitacionais. Para o item (ii), foram criadas palavras-chave relacionadas às temáticas da pesquisa e formados tópicos combinando essas palavras-chave com temas específicos (por exemplo, "Habitação

social" e "UX Design"). Em seguida, esses tópicos foram consultados em bases de dados relevantes.

Quadro 1: Metodologia

Palavras-chave e temáticas		
As palavras-chave e temáticas foram incluídas na pesquisa com variação de idioma (português e inglês)		
HIS/ATHIS ou correlacionadas	UX Design e UI Design	Design Centrado no Usuário
<ul style="list-style-type: none"> Habitação Social Habitação Pública Retrofit-autogerenciado Assistência Técnica Habitação Popular 	<ul style="list-style-type: none"> Experiência do Usuário Interface do Usuário 	<ul style="list-style-type: none"> Design Centrado no Usuário
Base de dados As bases de dados utilizadas para pesquisa foram: Science Direct, SciELO, Scopus e Google Acadêmico. Ademais, estabeleceu-se o critério de seleção de pesquisas apenas dos últimos 7 anos, pois assim garantiria um conhecimento preciso e atualizado do estado da arte.		

Fonte: Autores.

Para o item (iii) do desenvolvimento, foram consultadas pesquisas anteriores do grupo MORA, que fornecem dados relevantes sobre arquitetos e moradores de habitações sociais, incluindo informações como faixa etária, classe social, gênero e atuação profissional. Com base nesses dados, foram criadas personas e histórias de usuários reais, obtidas de um teste de usabilidade da plataforma digital (versão 1). Esse método permitiu um estudo de caso prático, revelando as verdadeiras necessidades dos usuários.

3. Resultados

3.1 Reforma na palma da mão (versão 1)

O "Reforma na palma da mão (versão 1)" é uma plataforma digital, também conhecida como WebApp, que atende a dois grupos de usuários: arquitetos e moradores [12]. Desenvolvida com base em pesquisas de avaliação pós-ocupação e desempenho realizadas em conjuntos habitacionais do programa Minha Casa Minha Vida em Uberlândia, a plataforma oferece informações e estratégias práticas para reformas residenciais [13]. Seu objetivo é reduzir a autoconstrução realizada pelos moradores, fornecendo orientações técnicas sobre ampliação ambiental, conforto térmico em Habitações de Interesse Social (HIS) e adaptações para espaços pequenos. Além disso, a plataforma oferece estratégias para manter a salubridade dos espaços físicos em situações de enfrentamento à Covid-19. O site é estruturado com itens e subitens nomeados conforme os problemas e demandas residenciais identificados nas pesquisas:

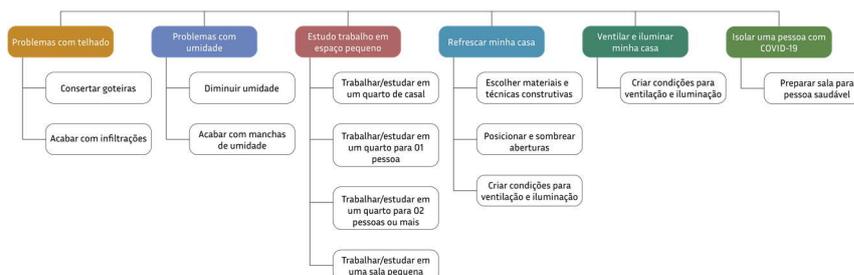


Figura 1: Diagrama itens e subitens do site. Fonte: Autores

3.2 Estudo de Similares – Plataformas e Cartilhas

Nesta fase, identificou-se artefatos similares no mercado nacional para aprimorar a plataforma "Reforma na Palma da Mão". Dos seis analisados, quatro são de empresas privadas com assistência técnica a preços sociais para famílias de baixa renda, e dois são projetos de ONGs que oferecem assistência técnica e construção de HIS gratuitamente

Quadro 2: Quadro-síntese: Similares – Plataformas

Quadro-síntese – Similares		
Plataformas: ONG/Programas/ Empresas	Serviço	Público-alvo
Memorar (https://memorarpopular.com.br/)	Reformas e Assistência Técnica	Famílias de baixa renda de Salvador
Adote Uma Casa (https://adoteumacasa.wixsite.com/oprojeto)	Oferecer assistência técnica gratuita às famílias residentes em áreas de interesse social	Famílias moradoras da Grande Vitória
Minha Casa Legal (http://www.minhacasalegal.com/)	Oferecer consultoria, assessoria e suporte técnico para o processo de regularização fundiária.	Famílias de baixa renda
Reforma que Transforma (https://www.reformaquetransforma.com.br/)	Reformas e Assistência Técnica	Famílias de baixa renda
Kopa Coletiva Arquitetura Popular (https://www.kopacoletiva.com.br/)	Reformas e Assistência Técnica	População de baixa renda, morador de bairros periféricos e de Porto Alegre
Habitat Para a Humanidade Brasil (https://habitatbrasil.org.br/projetos/)	O projeto constrói casas novas completas, incluindo infraestrutura de água e saneamento e equipamentos comunitários	Mulheres chefes de família, idosos, famílias com crianças ou portadores de deficiência de baixa renda

Fonte: Autores.

A busca por similares de cartilhas fez-se necessário, pois o Reforma na palma da mão (versão 1) possui uma cartilha que, também, será aprimorada futuramente e acrescentada à versão 2 do site.

Quadro 3: Quadro-síntese: Similares – Cartilhas

Quadro-síntese – Similares – Público alvo Famílias de baixa renda	
Cartilhas	Serviço
Guia Para Assistência Técnica (https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/publicacoes/publicacoes-periferias)	Reformas e Assistência Técnica
Fichas Para Mão de Obra (https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/publicacoes/publicacoes-periferias)	Conhecimento adicional para a Mão de Obra e intervenções
Guia Para Família Beneficiária (https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/publicacoes/publicacoes-periferias)	Reformas e Assistência Técnica
Quadrinhos – Reformando a Casa da Dona Sônia (https://www.gov.br/cidades/pt-br/assuntos/publicacoes/publicacoes-periferias)	Reformas e Assistência Técnica

Fonte: Autores.

3.3 Revisão sistemática da literatura nos temas: UX Design, UI Design e Design Centrado no Usuário

Nesta fase do estudo, foi realizada uma análise de trabalhos científicos relacionados aos temas centrais de UX Design, UI Design e Design Centrado no Usuário, em conexão com a pesquisa

sobre Habitação de Interesse Social. UX Design, ou "User Experience", foca na compreensão das necessidades do usuário para criar produtos intuitivos, funcionais e acessíveis. Esse campo também abrange o Design Centrado no Usuário [14], priorizando as necessidades do usuário durante o desenvolvimento do produto. Por outro lado, UI Design, ou "User Interface", concentra-se na criação de interfaces que facilitam a usabilidade do produto. Pontes [15] distingue UX Design como o aspecto emocional e experiencial do produto, enquanto o UI Design é a interface visível e interativa do produto digital. A seguir, serão apresentados os resultados da Revisão da Literatura UX/UI Design, destacando inovações e conceitos relevantes para o projeto "Reforma na palma da mão".

Quadro 4: Revisão Sistemática da Literatura UX/UI Design – Associando palavras-chave “Habitação Social”, “Habitação Pública”, “Retrofit-autogerenciado”, “Assistência Técnica”, “Habitação Popular”, “ATHIS”.

Quadro-síntese – Revisão Sistemática da Literatura		
Autor(es)	Palavras-chave	Conceitos relevantes à pesquisa Reforma
Guerra-Santin <i>et al.</i> [16]	Design-inclusive research, Occupants' behavior, Building renovation	Aumentar aceitabilidade de projetos de renovação, reduzir as incertezas relacionadas ao comportamento dos ocupantes
Eggen <i>et al.</i> [22]	User experience, Human-centered design, Interaction design,	Os valores, objetivos, necessidades e prazeres de uma pessoa devem ser levados em consideração no projeto
Hui <i>et al.</i> [18]	Smart Cities, Smart Home requirements, Ambient intelligence, Internet of Things,	SH e IoT são tecnologias importantes que se conectam fortemente com humanos
Pezzini [24]	Habitação compacta, Design centrado no humano, Toolkit	Processos iterativos e técnicas participativas para entender como as pessoas percebem, interpretam e convivem com artefatos, ambientes, serviços e sistemas
Branquinho [33]	Satisfação Residencial, Satisfação do usuário, Participação do Usuário	A satisfação do usuário é um fator importante no desenvolvimento do processo de projeto e construção civil
Teixeira [34]	sistema especialista, manifestações, patológicas, prazo de garantia	Os usuários são responsáveis pelo desempenho das edificações
Boldrini [35]	Eficiência energética em edificações, Modelagem de informação na construção (BIM), design da experiência do usuário	O desenvolvimento das tecnologias da informação, comunicação está trazendo potenciais contribuições para o processo de projeto de edificações
Kim <i>et al.</i> [36]	smart home, user-centered scenario, design solution	Casas inteligentes devem fornecer informações e serviços adaptados à situação do usuário
Tuomala [37]	User experience, user-oriented design, smart homes, Internet of Things	Casas inteligentes podem automatizar funções cotidianas,
Bissoli <i>et al.</i> [21]	Human-computer interaction (HCI), smart home, user-centered design (UCD)	Interação humano-computador, interface de usuário, uma questão importante na vida moderna.
Yao <i>et al.</i> [17]	Smart Home, Internet of Things, Privacy, Co Design	Usabilidade e experiências do usuário são importantes para qualquer design para o usuário
Sadikoglu-asan [31]	Smart home, Smart product, User experience	O ambiente construído ou a própria casa inteligente tem grande potencial para criar uma experiência correta
Pezzini <i>et al.</i> [24].	Habitação compacta, Mobiliário doméstico, Design centrado no humano, Toolkit.	DCH se define pelos princípios da empatia, da participação, do significado, da inovação e da interação.
Colquhoun <i>et al.</i> [25]	audit, feedback, qualitative research, user-centered design, home care, community care, quality of care	Abordagem de design centrado no usuário (DCU) garante que as perspectivas dos usuários finais sejam incorporadas ao processo de design.
Zhao <i>et al.</i> [26].	IoT, User-Centered Design, Cybersecurity	Design centrado no usuário (UCD) visa projetar os produtos envolvendo os usuários durante todo processo
Baedeker <i>et al.</i> [32]	Interactive design, energy efficiency, feedback systems, sustainable living labs	Design centrado no ser humano é um dos elementos-chave do desenvolvimento da inovação
Scherer <i>et al.</i> [27]	Metodologia, Design Centrado no Usuário, Design de Mobiliário	Design centrado no usuário, processo dirigido a partir de dados obtidos em avaliações realizadas com usuários
Sousa [28]	Revitalização, Design, Solução de problemas	É necessário que o cliente faça parte do processo projetual
Silva [29]	Voluntariado, informação, design de aplicativo, instituição social	Manter o usuário no centro do processo é importante para se alcançar soluções transformadoras.

Lee [23]	design prototype, collaboration with scientists, interdisciplinary convergence,	Ter uma compreensão completa dos usuários-alvo e de suas necessidades é necessário para ser bem-sucedido.
Andrade <i>et al.</i> [20]	Deficiência Visual, Inclusão, Eletrodoméstico	O DU e a acessibilidade possuem bastante semelhança filosófica: inclusão, participação plena e igualdade social.
Leão [19]	Design social, Voluntariado, Design centrado no ser humano	Para o design de interação ser eficaz se faz necessário entender o usuário
Haines <i>et al.</i> [30]	energy, homeowners, low carbon, motivation, retrofit, user-centred design	O DCU oferece um processo pelo qual o utilizador é considerado central para o sistema.

Para Guerra-Santin *et al.* [16], a pesquisa do usuário busca aumentar a aceitabilidade de projetos de renovação e reduzir incertezas relacionadas ao comportamento dos ocupantes. Yao *et al.* [17] enfatizam que a usabilidade e as experiências do usuário são cruciais para qualquer design. Hui *et al.* [18] destacam que alcançar objetivos com satisfação é a principal preocupação para usabilidade. Leão [19] ressalta a importância de entender o usuário para um design de interação eficaz. Andrade *et al.* [20] e Bissoli *et al.* [21] apontam para a importância do Design Universal, acessibilidade e interação humano-computador eficiente, focando em minimizar erros, aumentar a satisfação e incluir os usuários nos processos de desenvolvimento. Eggen *et al.* [22] enfatizam a necessidade de criar empatia com o usuário, enquanto Lee [23] destaca que um produto bem-sucedido atende às demandas dos clientes. Pezzini *et al.* [24] descrevem o Design Centrado no Humano (DCH) como holístico e focado nas pessoas, enquanto Colquhoun *et al.* [25] e Zhao *et al.* [26] afirmam que ele incorpora as perspectivas dos usuários e envolve o público-alvo no processo de design. Scherer *et al.* [27] e Sousa [28] reforçam que o design centrado no usuário atende às necessidades e demandas dos usuários, permitindo uma participação ativa e direta. Silva [29] e Haines *et al.* [30] colocam o usuário no centro do sistema no design centrado no usuário. Sadikoglu-asan [31] menciona que o avanço tecnológico redefine o significado de 'casa' para os usuários, enquanto Baedeker *et al.* [32] definem Living Labs como ecossistemas de inovação aberta centrados no usuário, integrando pesquisa e inovação em comunidades. De acordo com Branquinho [33], a satisfação do usuário é um fator importante no desenvolvimento do processo de projeto e construção civil. Teixeira [34] acrescenta que os usuários são responsáveis pelo desempenho das edificações. Boldrini [35] e Kim *et al.* [36] destacam que o desenvolvimento das tecnologias da informação e comunicação está trazendo potenciais contribuições para o processo de projeto de edificações e que casas inteligentes devem fornecer informações e serviços adaptados à situação do usuário. Tuomala [37] afirma que essas casas podem automatizar funções cotidianas.

Portanto, das 23 pesquisas analisadas, 8 focam em UX Design, 2 em UI Design e 15 em DCU, sendo esta última a mais abordada. Apenas 5 dessas pesquisas aplicaram essas temáticas na criação de plataformas e interfaces digitais. Há uma escassez de estudos que relacionam UX Design, UI Design e DCU com habitação de interesse social e assistência técnica em habitação de interesse social. Especificamente, faltam pesquisas que desenvolvam plataformas digitais para disseminar conhecimento sobre ATHIS para arquitetos e moradores de moradias sociais. Isso ressalta a relevância da plataforma "Reforma na palma da mão" no Brasil, promovendo resiliência, sustentabilidade e educação sobre ATHIS para residentes e profissionais de arquitetura e urbanismo. Assim como os resultados da Revisão da Literatura anterior, esta, também, visa apresentar as inovações das pesquisas encontradas e conceitos relevantes que possam contribuir para o desenvolvimento do Reforma na palma da mão.

Quadro 5: Aspectos Gerais sobre a importância do UX/UI Design e DCU na habitação.

Autor(es)	Aspectos Gerais sobre a importância do UX/UI Design e DCU na habitação
-----------	--

	Pesquisas que abordam a importância do UX	Pesquisas que abordam a importância do UI	Pesquisas que abordam a importância do DCU	Pesquisas que utilizam as metodologias UX/UI Design e DCU para criação de plataformas/interfaces digitais
Guerra-Santin <i>et al.</i> [16]				
Eggen <i>et al.</i> [22]				
Hui <i>et al.</i> [18]				
Pezzini [24]				
Branquinho [33]				
Teixeira [34]				
Boldrini [35]				
Kim <i>et al.</i> [36]				
Tuomala [37]				
Bissoli <i>et al.</i> [21]				
Yao <i>et al.</i> [17]				
Sadikoglu-asan [31]				
Pezzini <i>et al.</i> [24]				
Colquhoun <i>et al.</i> [25]				
Zhao <i>et al.</i> [26]				
Baedeker. <i>et al.</i> [32]				
Scherer <i>et al.</i> [27]				
Sousa [28]				
Silva [29]				
Lee [23]				
Andrade <i>et al.</i> [20]				
Leão [19]				
Haines <i>et al.</i> [30]				

Fonte: Autores

Quadro 4: Revisão Sistemática da Literatura ATHIS – Associando às temáticas “UX Design”, “UI Design” e “Design Centrado no Usuário”.

Quadro-síntese – Revisão Sistemática da Literatura		
Autor(es)	Palavras-chave	Conceitos/propostas relevantes à pesquisa Reforma
Vieira [43]	Assistência Técnica, Reclamações dos Clientes, Aplicativo, Tecnologia da Informação,	Ferramentas digitais para apoiar setor de assistência técnica das empresas da construção civil
Souza <i>et al.</i> [39].	-	Apresentar a experiência do Saúde Moradia desenvolvida em Aracaju-SE, como atendimento à Lei ATHIS
Guinancio. <i>et al.</i> [42]	Projeto, políticas e práticas	Debate sobre a ATHIS no DF, no contexto da extensão universitária
Vieira <i>et al.</i> [38]	Moradia, Baixa renda, Construção, Viabilidade	Estratégias de implantação da assistência técnica pública e gratuita às famílias de baixa renda
Santos [41]	Planejamento urbano desenvolvimento sustentável, habitação popular, políticas públicas	Reduzir o déficit qualitativo das habitações na zona urbana de Rio Branco, capital do Estado do Acre.
Carvalho <i>et al.</i> [40]	Habitação Social, Assessoria Técnica, ATHIS, Empreendedorismo social, Negócio social	Democratização da arquitetura e engenharia. Revisão bibliográfica voltada à habitação social.

Fonte: Autores.

O estudo de Vieira *et al.* [38] destaca o direito à moradia como um direito social no Brasil, conforme a Constituição e o Estatuto das Cidades. Souza *et al.* [39] enfatizam a Lei Federal 11.888/2008 (ATHIS) que prevê assistência técnica gratuita em arquitetura e engenharia para a população de baixa renda. No entanto, Carvalho *et al.* [40] apontam a baixa participação de profissionais em construção e reforma de moradias devido à falta de políticas efetivas. Santos [41] destaca os problemas enfrentados pela população que faz autoconstrução sem acompanhamento técnico. Guinancio *et al.* [42] mencionam a criação do Conselho de Arquitetura e Urbanismo (CAU) e a obrigatoriedade da ATHIS para todos os CAUs desde 2017.

Vieira [43] discute os desafios da indústria da construção civil, caracterizada por empreendimentos complexos e variáveis que levam a defeitos e falhas.

Das 6 pesquisas analisadas, 4 focam em ATHIS, 1 em problemas da autoconstrução e 2 em projetos sociais de assistência técnica. Apenas 2 dessas pesquisas usam ATHIS para desenvolver plataformas digitais. Há uma falta de estudos que combinem ATHIS com UX Design, UI Design e DCU, especialmente para desenvolver plataformas digitais educativas sobre ATHIS. Isso reforça a importância da plataforma "Reforma na palma da mão" no Brasil para promover resiliência, sustentabilidade e educação sobre ATHIS para residentes e profissionais de arquitetura e urbanismo.

Quadro 5: Aspectos Gerais sobre a importância da Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social.

Autor(es)	Aspectos Gerais sobre a importância da Assistência Técnica em Habitação de Interesse Social			
	Pesquisas que abordam conhecimentos acerca da lei ATHIS	Pesquisas que abordam problemáticas da autoconstrução	Pesquisas que abordam projetos sociais de assistência técnica (gratuitos ou com preços sociais)	Pesquisas que desenvolveram plataformas/interfaces/ferramentas digitais para contribuir com a Assistência Técnica
Vieira [43]				
Souza <i>et al.</i> [39]				
Guinancio <i>et al.</i> [42]				
Vieira <i>et al.</i> [38]				
Santos [41]				
Carvalho <i>et al.</i> [40]				

Fonte: Autores.

3.4 Usuários – Moradores e Arquitetos

A plataforma web "Reforma na palma da mão" atende dois grupos principais: moradores de habitações de interesse social, como os beneficiários do programa Minha Casa, Minha Vida, e arquitetos e urbanistas envolvidos com ATHIS. [44] Segundo uma pesquisa do CAU Brasil e Instituto Datafolha de 2022, 50% da população economicamente ativa realizou obras ou reformas em suas casas. No entanto, apenas 10% desses utilizaram serviços de arquitetos e urbanistas. O II Censo dos Arquitetos e Urbanistas do Brasil revelou que existem aproximadamente 212.000 profissionais no país, com 64,55% do sexo feminino e 35,45% do sexo masculino, sendo 71% destes concentrados nas regiões Sul e Sudeste [45].

Para uma compreensão mais aprofundada desses usuários, foram criadas personas baseadas em entrevistas do teste de usabilidade da plataforma. Conforme definido por Silvestri [46], uma persona é um personagem que representa as perspectivas e necessidades dos usuários em relação a um produto ou serviço. As personas apresentadas são baseadas em dados reais de participantes residentes em Uberlândia, incluindo uma arquiteta e uma manicure que vivem em habitações de interesse social.



Imagem ilustrativa
Natália

- 29 a 39 anos;
- Residente em HIS em Uberlândia;
- Ensino médio completo;
- Atua como manicure em sua própria residência;
- Mora com o marido e o filho.

Experiência com reformas

- Já fez reformas como ampliação de cômodos, Criação do seu estúdio de manicure e área de lazer
- Contratou um mestre de obras e pedreiros;
- Tem interesse em conteúdos sobre reforma de quartos, otimização de espaço e ampliação de cozinha;
- Demonstrou forte interesse em uma plataforma sobre ATHIS.

Experiência com o WebApp

- Não demonstrou dificuldade no uso do WebApp;
- Demonstrou-se interessada em uma plataforma que tenha informações sobre ampliações de cômodos, em especial a cozinha;
- pretende participar do próximo teste de usabilidade da plataforma.



Imagem ilustrativa
Jakeline

- 40 a 50 anos;
- Residente em Uberlândia;
- Arquiteta doutoranda.

Experiência com ATHIS

- Experiente em atuação de ATHIS;
- Tem interesse em material didático sobre a temática ATHIS para ter mais conhecimento;
- Tem interesse em informações técnicas e orientações resilientes para HIS.
- Demonstrou forte interesse em uma plataforma sobre ATHIS.

Experiência com o WebApp

- Não demonstrou dificuldade no uso do WebApp;
- Sugiriu melhoria da opção encontrar um arquiteto.

Figura 3 e 4: Persona morador e Persona arquiteta. Fonte: Autores.

6 Considerações Finais

Essas etapas de fundamentação (revisão sistemática da literatura e pesquisa de similares) foram fundamentais para o futuro aprimoramento da plataforma digital Reforma na palma da mão no sentido de apontar lacunas da área de conhecimento e necessidades a serem desenvolvidas na plataforma. O site poderá ser desenvolvido para ser intuitivo e possuir uma boa usabilidade, a fim de fornecer informações e estratégias projetuais eficientes aos agentes envolvidos na produção de habitação de interesse social. Ademais, contribuir para a produção de conhecimento na área de Assistência Técnica para Habitação de Interesse Social e colaborar na promoção de lares mais resilientes e sustentáveis.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq (Bolsa Produtividade em Pesquisa Nº 311624/2021-9), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior CAPES, a Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais FAPEMIG, a Pro-reitoria de Pesquisa e ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, ambos da Universidade de Uberlândia (PROPP/PPGAU/UFU).

Referências

- [01] BRASIL. Constituição Federal. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 15 dez. 2023.
- [02] RIBEIRO, J. L. A.; VILLA, S. B. Resiliência no ambiente construído, habitação social e avaliação pós-ocupação: uma relação necessária para obtenção da ODS 11 (Revisão da Literatura). Scientific Journal ANAP, [S. l.], v. 1, n. 6, 2023.
- [03] SCHWERTZ, Y. A.; BERNARDINI, S. P. Sistematização e análise das iniciativas de Athis nas escolas de Arquitetura e Urbanismo no Estado de São Paulo. Anais[...]. XXX.
- [04] MORAES, R. A.; VILLA, S. B. Ampliação e gasto energético em habitações de interesse social: instrumentos de avaliação de impacto em estudo de caso. CADERNOS PROARQ, v. 40, p. s/p-206, 2023.
- [05] VILLA, S. B.; BORTOLI, K. C. R. DE; VASCONCELLOS, P. B. Assessing the built environment resilience in Brazilian social housing: challenges and reflections. CAMINHOS DA GEOGRAFIA, v. 24, p. 293-312, 2023. [07] VILLA, S. B.; VASCONCELLOS, P. B.; DE BORTOLI, K. C. R.; DE ARAUJO, L. B. Lack of adaptability in Brazilian social housing: impacts on residents. Buildings and Cities, v. 3, p. 376-397, 2022.
- [06] CAU/BR. Pesquisa CAU/BR Datafolha revela visões da sociedade sobre arquitetura e urbanismo. Disponível em: <<https://caubr.gov.br/pesquisa-caubr-datafolha-revela-visoes-da-sociedade-sobre-arquitetura-e-urbanismo/>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

- [07] CAU/BR. Acesse os resultados do II censo das arquitetas e arquitetos e urbanistas do brasil. Disponível em: <<https://caubr.gov.br/acesse-os-resultados-do-ii-censo-das-arquitetas-e-arquitetos-e-urbanistas-do-brasil/>>. Acesso em: 01 jan. 2024
- [08] FARIA, J. G.; VILLA, S. B. Assistência técnica para habitação de interesse social em ambiente digital: pesquisas centradas nos usuários. REVISTA EDUCAÇÃO GRÁFICA, v. 27, p. 59-78, 2023.
- [09] SCHWERTZ, Y. A.; BERNARDINI, S. P. Sistematização e análise das iniciativas de Athis nas escolas de Arquitetura e Urbanismo no Estado de São Paulo. Anais[...]. XXX.
- [10] NEW URBAN AGENDA. Habitat III, United Nations, 2017. Disponível em: <<http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>>. Acesso em 10 jan. 2024.
- [11] UNITED NATIONS. General Assembly: Transforming our world: the 2030. Agenda for Sustainable Development, 2015. Disponível em: <<http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/>>. Acesso em: 10 jan.2024.
- [12] Reforma Casa. Disponível em: <<https://reformacasa.facom.ufu.br/home.php>>. Acesso em: 10 de dez. 2023.
- [13] VILLA, S. B. *et al.* Relatório Reforma na Palma da Mão. Uberlândia. Universidade Federal de Uberlândia. 2023.
- [14] Aela School. O Que é Design Centrado no Usuário e como aplicá-lo no dia a dia? Disponível em: <<https://aelaschool.com/pt/experienciadousuario/design-centrado-no-usuario-como-utiliza-lo-no-dia-a-dia/>>. Acesso em: 01 jan. 2024
- [15] PONTES, Anna Lara Nascimento. Boas práticas em UX e UI design: um guia prático e teórico para projetar interfaces digitais intuitivas. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Tecnologia, Fortaleza, 2022.
- [16] GUERRA-SANTIN, O.; BOESS, S.; KONSTANTINOU, T.; ROMERO HERRERA, N.; KLEIN, T.; SILVESTER, S. Designing for residents: Building monitoring and co-creation in social housing renovation in the Netherlands. Em: Faculty of Industrial Design Engineering, Delft University of Technology, Delft, 2017.
- [17] YAO, Y.; BASDEO, J. R.; KAUSHIK, S.; WANG, Y. Defending My Castle: A Co-Design Study of Privacy Mechanisms for Smart Homes. CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 2019.
- [18] HUI, T.K.L.; SHERRATT, R.S.; SANCHEZ, D.D. Major requirements for building Smart Homes in Smart Cities based on Internet of Things technologies. University of Reading, Reino Unido, 2017.
- [19] LEÃO, S. D. Bem coletivo: proposta de interface para ferramenta digital de busca e oferta de trabalho voluntário com foco no design. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Ciências Humanas e Sociais do Centro Universitário UNIVATES, Lajeado, junho de 2017.
- [20] ANDRADE, Allisson; DINIZ, Danielly; IZAQUIEL, Iran dir; ACIOLY, Angélica; ARAÚJO, Rodrigo. Proposta de Parâmetros para o Projeto de um Eletrodoméstico direcionado a pessoas com Deficiência Visual a partir dos Princípios do Design Universal. Em: Anais do 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design, São Paulo, 2019.

- [21] BISSOLI, Alexandre; LAVINO-JUNIOR, Daniel; SIME, Mariana; ENCARNAÇÃO, Lucas; BASTOS-FILHO, Teodiano. A Human–Machine Interface Based on Eye Tracking for Controlling and Monitoring a Smart Home Using the Internet of Things. Vitória, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), 2019.
- [22] EGGEN, B.; VAN DEN HOVEN, E.; TERKEN, J. Human-Centered Design and Smart Homes: How to Study and Design for the Home Experience? Industrial Design, Eindhoven University of Technology, Eindhoven, Países Baixos, 2017.
- [23] LEE, Hyun-Kyung. Designing a Waterless Toilet Prototype for Reusable Energy Using a User-Centered Approach and Interviews. Em: Division of General Studies, Korea, 2019.
- [24] PEZZINI, M. R. Contribuição do design centrado no humano para o projeto no imobiliário doméstico em apartamentos compactos. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017.
- [25] COLQUHOUN, Heather L., SATTLER, Deborah, LLB; IVERS, Noah M., et al. Applying User-Centered Design to Develop an Audit and Feedback Intervention for the Home Care Sector. Em: Department of Occupational Science and Occupational Therapy, University of Toronto, Canada, 2017.
- [26] ZHAO, Hanning; SILVERAJAN, Bilhanan. User-Centered Design to Enhance IoT Cybersecurity Awareness of Non-Experts in Smart Buildings. Em: Thirteenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN). Barcelona, Espanha, 2022.
- [27] SCHERER, Fabiano de Vargas; AZOLIN, Beatriz R.; GUIMARÃES, Fernando C. Desenvolvimento de uma linha de mobiliário por meio de uma metodologia de design centrada no usuário. Em: Design & Tecnologia, Porto Alegre, 2017.
- [28] SOUSA, Ana Caroline Alves de. A revitalização dos ambientes interiores como estratégia para a melhoria do morar contemporâneo. Universidade Federal de Uberlândia, 2022.
- [29] SILVA, Águilis Fabiana Gomes da. Acropora: um aplicativo para promoção do voluntariado. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação)—Universidade de Brasília, Instituto de Artes, Departamento de Design, 2022.
- [30] HAINES, Victoria; MITCHELL, Val. A persona-based approach to domestic energy retrofit. Em: Building Research & Information, Loughborough Design School, Loughborough University, Reino Unido, 2014.
- [31] SADIKOGLU. ‘User-Home relationship’ regarding user experience of smart home products. Intelligent Buildings International, School of Humanities and Science, Stanford University, Stanford, Estados Unidos, 2020.
- [32] BAEDEKER, Carolin; PIWOWAR, Julius; THEMANN, Philipp; GRINEWITSCHUS, Viktor; KRISEMENDT, Benjamin; LEPPER, Katja; ZIMMER, Christina; VON GEIBLER, Justus. Interactive Design to Encourage Energy Efficiency in Offices: Developing and Testing a User-Centered Building Management System Based on a Living Lab Approach. Em: Research Unit Innovation Labs, Division Sustainable Production and Consumption, Wuppertal Institute for Climate, Environment, and Energy, Alemanha, 2020.
- [33] BRANQUINHO, R. V. Estudo da relação entre a participação do usuário nas escolhas das características arquitetônicas e a satisfação do indivíduo no contexto residencial. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

- [34] TEIXEIRA, B. L. Desenvolvimento de uma ferramenta de verificação de prazos de garantia de manifestações patológicas reclamadas em habitação de interesse social. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2019.
- [35] BOLDRINI, L. C. BIM e design da experiência do usuário na otimização de uma ferramenta para avaliação simplificada da eficiência energética da envoltória de edificações residenciais. Universidade Federal de Santa Catarina, 2020.
- [36] KIM, M. J.; CHO, M. E.; JUN, H. J. Developing Design Solutions for Smart Homes Through User-Centered Scenarios. Hanyang University, Seul, Coréia do Sul, 2020.
- [37] TUOMALA, A. User-oriented design of accessible smart home solutions. Lab University of Applied Sciences, Finlândia, 2020.
- [38] VIEIRA, A. A.; BASTOS, T. P. Housing for low-income families: strategies for implementing free public assistance. Research, Society and Development. Universidade do Estado de Minas Gerais - UEMG, 2020.
- [39] SOUZA, Fernando Antonio Santos De; SANTANA, Flávia Tauane Santos de; MONTEIRO, Vicente Da Silva. Saúde Moradia: um coletivo de assistência técnica. 2021 International Conference: 27th World Congress of Architects, Aracaju, SE, 2021.
- [40] CARVALHO, Conrado Gonçalves; ALBERTO, Eduarda; SILVOSO, Marcos Martinez. Autoconstrução e a democratização da arquitetura e engenharia: considerações sobre formação profissional e o necessário debate de conceituação da ATHIS e do Empreendedorismo Social. XVII Encontro Nacional de Engenharia e Desenvolvimento Social: Popular e Solidária: a engenharia necessária para reconstruir o Brasil, de 2022, Rio de Janeiro
- [41] SANTOS, Estela Anute dos. Prolar sustentável - Programa de assistência técnica pública gratuita para habitação de pessoas de baixa renda. ENAP, Brasília, DF, 2019.
- [42] GUINANCIO, Cristiane. Extensão universitária para assistência técnica em habitação de interesse social: desafios e potencialidades. VI Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - UnB, Brasília, 2020.
- [43] VIEIRA, Carolina Leite. Proposta de ferramenta digital para gestão da assistência técnica na construção civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Departamento de Engenharia Civil. Porto Alegre, setembro de 2020.
- [44] CAU/BR. Pesquisa CAU/BR Datafolha revela visões da sociedade sobre arquitetura e urbanismo. Disponível em: <<https://caubr.gov.br/pesquisa-caubr-datafolha-revela-visoes-da-sociedade-sobre-arquitetura-e-urbanismo/>>. Acesso em: 21 dez. 2023.
- [45] CAU/BR. Acesse os resultados do ii censo das arquitetas e arquitetos e urbanistas do brasil. Disponível em: <https://caubr.gov.br/acesse-os-resultados-do-ii-censo-das-arquitetas-e-arquitetos-e-urbanistas-do-brasil/>. Acesso em: 01 jan. 2024
- [46] SILVESTRI, Gabriel. 64 Jargões de UX e tecnologia que você precisa saber. 2018. Disponível em: <https://gabrielsilvestri.com.br/glossario-de-ux/>. Acesso em: 04 jan. 2024.

Inovação Social e Mudanças Climáticas: o uso de metodologias participativas de design e a geração de soluções para a crise climática
Social Innovation and Climate Change: the use of participatory design methodologies and the generation of solutions to the climate crisis

Thayne Pontes Garcia, Mestranda, PPGAU/FAUeD, Universidade Federal de Uberlândia

thayne.garcia@ufu.br

Viviane Nunes, PhD em Design, PPGAU/FAUeD, Universidade Federal de Uberlândia

viviane.nunes@ufu.br

Resumo

Segundo o Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), mais de três bilhões de pessoas estão muito vulneráveis aos impactos do clima e esses efeitos são sentidos desproporcionalmente. Ademais, há 50% de chance ou mais de aumento do aquecimento médio do planeta em 1,5°C até 2035, sendo necessárias ações rápidas de mitigação e adaptação, integradas e com engajamento efetivo das partes interessadas. Este artigo busca identificar processos de inovação social em resposta às mudanças climáticas, a partir de artigos acessíveis nas plataformas Web of Science, DOAJ e SciELO, de 2018 a 2023, selecionados por revisão de literatura sistemática. Os resultados apontam que processos de inovação social têm ocorrido para gerar soluções, envolvendo participantes locais e/ou vulnerabilizados, mas há espaço para processos estruturados e que ampliem essa participação.

Palavras-chave: Adaptação climática; Codesign; Justiça climática; Laboratório de Inovação Social

Abstract

According to the Sixth Assessment Report (AR6) of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), more than three billion people are very vulnerable to climate impacts and these effects are felt disproportionately. Furthermore, there is a 50% chance or more of an increase in average global warming of 1.5°C by 2035, requiring rapid, integrated mitigation and adaptation actions with effective stakeholder engagement. This article seeks to identify social innovation processes in response to climate change, based on articles accessible on the Web of Science, DOAJ and SciELO platforms, from 2018 to 2023, selected through a systematic literature review. The results show that social innovation processes have taken place to generate solutions, involving local and/or vulnerable participants, but there is room for structured processes that broaden this participation.

Keywords: Climate adaptation; Codesign; Climate justice; Social Innovation Laboratory

1. Introdução

O documento síntese do Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), lançado em português em 2023, agrupa o que há de mais recente do conhecimento acerca das mudanças climáticas desde a publicação do Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do IPCC em 2014. Esse documento apresenta os impactos e riscos da crise climática, bem como conclusões sobre a mitigação e adaptação baseadas na literatura científica, técnica e socioeconômica revisada por pares. Segundo o AR6, é inegável que o aquecimento global tem sido causado pela ação humana, que inclui o consumo insustentável e desigual da terra e de energia, além do longo período de queima de combustíveis fósseis. A superfície do planeta já convive com aumento da temperatura: no período entre 2011 e 2020, por exemplo, esse aumento foi de 1,1°C acima da média do intervalo entre 1850 e 1900, e há mais de 50% de chance de aumento do aquecimento médio em 1,5°C até 2035. Esse aumento tem gerado eventos climáticos mais extremos e frequentes como ondas de calor, precipitações intensas, secas simultâneas e ciclones tropicais [1].

Ainda segundo o AR6, as populações vulneráveis que menos contribuíram historicamente para as alterações climáticas são afetadas desproporcionalmente por seus efeitos, sendo mais de três bilhões de pessoas em situação considerada muito vulnerável. O relatório aponta que tal vulnerabilidade é ampliada, ainda, pela desigualdade e marginalização ligadas a gênero, etnia, renda, assentamentos informais, deficiências, idade e padrões históricos contínuos de desigualdade, como o colonialismo, especialmente para muitos Povos Indígenas e comunidades locais [1]. Neste artigo, a vulnerabilidade diz respeito às mudanças climáticas bem como a sensibilidade ou suscetibilidade a danos e a falta de capacidade de enfrentamento e adaptação, que ocorrem *entre* ou *dentro* de comunidades, podendo se alterar ao longo do tempo [2].

Nesse sentido, o relatório recomenda a priorização, ainda nessa década, da equidade, justiça social e climática e das abordagens baseadas em direitos e inclusão para uma mitigação profunda, rápida e sustentada, bem como a implementação acelerada de ações de adaptação. Destaca, ainda, a importância da adoção de práticas participativas, governança inclusiva e baseada em diferentes conhecimentos e valores culturais - incluindo o Conhecimento Indígena, conhecimentos locais e conhecimentos científicos - como elementos para compor os planos e políticas para transição justa e o desenvolvimento resiliente ao clima [1].

As soluções em relação às mudanças climáticas são identificadas principalmente como de mitigação ou adaptação. Mitigação é a intervenção humana para reduzir as emissões ou aumentar os sumidouros de gases de efeito estufa, enquanto que a adaptação é o processo de ajuste ao clima real ou esperado e seus efeitos a fim de moderar os danos ou explorar oportunidades benéficas [1].

Os processos de adaptação também são considerados necessários para entender a vulnerabilidade do sistema, os fatores determinantes dessa vulnerabilidade e as capacidades adaptativas locais para lidar com o risco e a resiliência aos impactos da variabilidade e das mudanças climáticas. No contexto do impacto das mudanças climáticas, o termo "adaptação" é também entendido como "capacidade de lidar com as mudanças, reduzir a vulnerabilidade e melhorar os meios de subsistência" [3].

Nesse contexto, entende-se que a inovação social pode oferecer novas abordagens para as crises ecológicas da atualidade [4]. Da mesma maneira, ferramentas e metodologias participativas podem capacitar e aprimorar diálogo nas comunidades, além de contribuir para a avaliação dos riscos a que estão expostas e suas prioridades em medidas de adaptação às mudanças climáticas [3]. Para fins deste estudo, será adotado o conceito de inovação social

proposto por Geoff Mulgan [5], que diz respeito à criação de novas soluções que atendem a necessidades sociais e que geram novas relações e colaborações sociais.

Este artigo tem por objetivo identificar como os processos de inovação social e as metodologias de design participativo ou codesign têm sido utilizados na construção de respostas às mudanças climáticas. O trabalho, baseado em uma revisão sistemática da literatura em torno dos termos “inovação social” e “climático/a”, está estruturado em seis seções: introdução, procedimentos metodológicos, resultados, discussões, considerações finais e referências.

2. Procedimentos Metodológicos

Tendo em vista o objetivo proposto, foi realizada uma revisão sistemática de literatura utilizando-se três bases de dados: DOAJ Directory of Open Access Journals, Elsevier ScienceDirect e SciELO. A pesquisa, executada entre 27/09/2023 e 02/10/2023, visou encontrar artigos relacionados à inovação social e às mudanças climáticas, para permitir uma interpretação dos resultados quanto às iniciativas de inovação social associadas ao desenvolvimento de ações de mitigação e adaptação.

Nas duas primeiras bases de dados, a busca foi realizada para o período de 2018 a 2023, com intuito de identificar as referências mais recentes sobre o tema, considerando os termos "social innovation" AND "climate", tendo sido encontrados, respectivamente, 30 e 27 artigos. Na plataforma SciELO, o foco foi encontrar artigos indexados ou escritos em português. Sendo assim, primeiramente, foram realizadas duas buscas, uma com a *string* “inovação social” AND “climática” e outra com “inovação social” AND “climático”, considerando o mesmo período das demais plataformas. Ambas as buscas não retornaram resultados. Sendo assim, foi realizada uma terceira busca somente com a expressão “inovação social”, que encontrou 80 resultados, como apontado na Tabela 1.

Tabela 1: Levantamento e seleção de artigos.

<i>Strings</i> de Pesquisa	Base de Dados	Data	Artigos Encontrados	Filtro 1	Filtro 2
"social innovation" AND "climate"	DOAJ	25/09/23	27	12	10
"social innovation" AND "climate"	ScienceDirect	27/09/23	30	11	9
"inovação social"	SciELO	02/10/23	80	16	1
TOTAL			233	39	20

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Para seleção dos artigos considerados neste trabalho, foi aplicado um primeiro filtro em cada uma das buscas a partir da leitura dos títulos e palavras-chave. Foram selecionados aqueles que contivessem ou fizessem referência a um ou mais termos relacionados a inovação social, design participativo, codesign, mudanças climáticas. Dentre os termos correlatos, pode-se identificar uma variedade de expressões, reproduzidas a seguir em sua versão em português: inovação de base comunitária; práticas sociais; pensamento sistêmico; co-criação; iniciativas participativas; resiliência participativa; ferramentas participativas; design colaborativo; crise climática; clima; adaptação climática; mitigação climática; neutralidade climática; transição socioecológica; transição energética.

Já na primeira seleção, procurou-se selecionar artigos que trouxessem uma dimensão social das mudanças climáticas e seus efeitos no processo de inovação social ou aplicação de

metodologias colaborativas. Na etapa seguinte de seleção dos artigos, entretanto, foi possível fazer uma seleção ainda mais acurada nesse sentido.

A segunda etapa foi baseada na leitura dos resumos dos artigos, visando identificar uma relação direta entre a inovação social e/ou metodologias colaborativas e a construção de soluções em resposta à crise climática. Nessa leitura, o foco foi ainda mais voltado para o aspecto humano ou social, sendo excluídos artigos que consideravam o uso de metodologias de inovação social para geração de soluções puramente tecnológicas, de empreendedorismo, para atividades econômicas específicas ou políticas públicas e conflitos ambientais que não estivessem explicitamente contextualizados em mudanças climáticas. Também foram excluídos artigos cujo objetivo específico era discutir o conceito de inovação social. Um resumo deste protocolo de pesquisa pode ser visto no Quadro 1.

Para a elaboração do estudo foram, então, selecionados 20 artigos objetivando sua contribuição na discussão sobre como processos de inovação social e metodologias de design participativo ou codesign têm sido considerados para a construção de soluções em resposta às mudanças climáticas.

Quadro 1: Protocolo de Pesquisa para Revisão Sistemática de Literatura

Protocolo de Pesquisa	
Componente	Conteúdo
Objetivo da pesquisa	Identificar iniciativas de inovação social associadas ao desenvolvimento de ações de mitigação e adaptação
Tema da pesquisa	Inovação social e Mudanças Climáticas; Design participativo ou colaborativo para a geração de soluções de mitigação ou adaptação climática.
Palavras-chave	Inovação social, design participativo, codesign, mudanças climáticas; inovação de base comunitária; práticas sociais; pensamento sistêmico; co-criação; iniciativas participativas; resiliência participativa; ferramentas participativas; design colaborativo; crise climática; clima; adaptação climática; mitigação climática; neutralidade climática; transição socioecológica; transição energética.
Bases de Dados	DOAJ Directory of Open Access Journals, Elsevier ScienceDirect e SciELO
Tipos de Documentos	Artigos
Período	2018 a 2023
Idiomas	Inglês e Português
Crítérios de Pesquisa	Títulos e palavras-chave; Resumos
Crítérios de Inclusão	Texto completo das publicações acessíveis via internet; Artigos que abordassem dimensão social das mudanças climáticas e seus efeitos no processo de inovação social ou aplicação de metodologias colaborativas.
Crítérios de Exclusão	Investigações apenas sobre o conceito de inovação social ou sobre o uso de metodologias de inovação social que não considerassem a dimensão social das mudanças climáticas, como estudos sobre geração de soluções puramente tecnológicas, para empreendedorismo, para atividades econômicas específicas ou políticas públicas, relacionadas a conflitos ambientais que não contextualizados em mudanças climáticas.

Fonte: Elaborado pelas autoras.

3. Resultados

Dentre os 20 artigos selecionados, quatro se basearam em uma revisão sistemática de literatura para compor suas discussões [6–8], sete se desenvolveram a partir de estudos de caso [3, 4, 9–14] e os demais se desenvolveram a partir de revisão assistemática de literatura, que incluíam ou não estudos de casos diversos [15–21]. Enquanto alguns eram focados na análise de inovações sociais [4, 6, 8, 10, 14], outros se propunham a avaliar processos e ferramentas

participativos [3, 7, 19] e dois artigos traziam também uma abordagem sistêmica ao relacionar a inovação social às questões climáticas [15, 22].

Quanto à abordagem específica dentro do espectro de mudanças climáticas, esses artigos discutem descarbonização [20, 23], neutralidade climática [6], transição energética [7, 9] e respostas a desastres de origem climática [4, 12]. Parte das pesquisas também discute a forma como esses processos são endereçados, como a elaboração de políticas públicas [4, 15], a construção de estratégias de adaptação baseadas na comunidade [10] e novas formas de governança, mais participativas e colaborativas [3, 8, 11, 17, 22] e até com adoção de práticas de descolonização [15]. Como suporte às agendas climáticas, alguns autores ainda destacam o papel das instituições de pesquisa e ensino [23] e o papel de uma educação ambiental crítica [16].

Alinhado com a indicação do IPCC quanto à oportunidade de ação climática ambiciosa a partir da crescente urbanização [1], vários autores destacam a relevância da relação entre o espaço urbano e as mudanças climáticas [6, 20, 21, 23]. As cidades são consideradas importantes para a compreensão das alterações climáticas e para a promoção da ação climática [21], especialmente como ponto de partida para a descarbonização [23] e devido à influência dos seus processos metabólicos para a promoção de um futuro de baixo carbono [20].

Em relação aos estudos de caso, eles se concentraram principalmente em torno de três temas: adaptação climática, transição energética e resposta a desastres. Nos estudos sobre adaptação climática, os autores analisaram a eficácia das estratégias na abordagem da escassez de água na região comunidade em Ladakh, na Índia [10], a capacidade de adaptação e a governança para fornecer soluções baseadas na inovação social na transformação para um sistema socioecológico (SES) de montanha nos Alpes franceses [11] e as ferramentas e técnicas participativas utilizadas pelas comunidades engajadas plano de ação para adaptação às mudanças climáticas (*climate change adaptation plan of action* ou CAPA) no Nepal [3].

Quanto a transição energética, um dos estudos propôs um método para modelar inovações sociais nesses processos locais a partir dos casos da difusão da energia solar fotovoltaica em Skåne e a transição para veículos de combustível alternativo em Dalsland, ambas na Suécia [13]; outro apresentou uma avaliação comparativa de experiência *top-down* (lideradas pelo governo) da estratégia de eficiência para aquecimento e energia na Escócia com o laboratório de inovação social para habitação de energia zero na Holanda, como uma experiência *bottom-up* (liderada pela sociedade civil) [9].

Por fim, em relação à resposta aos desastres, um dos estudos relata o surgimento e a evolução de inovação social depois de um evento na comunidade de Córrego d'Antas, na cidade de Nova Friburgo (Rio de Janeiro, Brasil) [12], e outro estudo analisa o que e como as inovações sociais podem fomentar políticas públicas de mitigação de riscos para aumentar a resiliência às inundações em pequenas cidades a partir de experiência em São Luiz do Paraitinga, no estado de São Paulo, Brasil [4].

4. Discussões

A partir da análise dos artigos selecionados, pode-se extrair que a inovação social é reconhecida como forma de construção das soluções necessárias para a adaptação climática [6, 8, 15], como uma alavanca relevante para a descarbonização [6] e como ação cívica para a mudança de práticas na abordagem da insustentabilidade [8]. Ademais, há o entendimento de que a inovação social se distingue das demais formas de inovação (de produto, de serviço, governamentais, organizacionais e de sistemas) quando se centra nessa ação climática, no

ambiente, na eficiência dos recursos e nas matérias-primas, especialmente devido às suas formas de colaboração [14].

Em relação às práticas de design, Manzini (2017, p.76) afirma que o “design para inovação social é tudo o que o design especializado pode fazer para ativar, sustentar e orientar processos de mudança social na direção da sustentabilidade” e, para sua promoção, defende que os especialistas em design reconheçam e contribuam para os casos promissores, visando torná-los mais acessíveis, eficazes, duradouros e replicáveis [24].

Nesse sentido, seria, então, papel dos especialistas promover o diálogo social entre diferentes atores interessados, que interagem de diferentes maneiras (da colaboração ao conflito), em diferentes momentos, seguindo um caminho inovador para alcançar o resultado almejado. Tal diálogo seria, também, uma atividade de codesign, a partir do entendimento de que cada participante contribui ao trazer seu conhecimento individual e sua própria capacidade de projetar soluções [24].

Os autores analisados corroboram com a prática de diálogo social como forma de codesign quando apresentam que as abordagens participativas possuem um grande potencial para melhorar a cooperação entre as várias partes interessadas e a criação de capacidades para a resiliência [19], a redução de sua vulnerabilidade [4], bem como a aceitação das soluções propostas e mudança de comportamento das populações engajadas [6].

Há autores que afirmam que a implementação de práticas de adaptação para reduzir a vulnerabilidade tornou-se uma alta prioridade dos formuladores de políticas e organizações de desenvolvimento [3]. No entanto, esta percepção não é unânime. Na análise de um caso brasileiro, o autor considerou que as políticas públicas ainda estão mais voltadas aos interesses institucionais e imediatos do que às atividades para redução da vulnerabilidade, visto que estas últimas exigiriam um processo mais longo e árduo para a geração de resultados [4].

O relatório do IPCC destaca que vulnerabilidades e riscos climáticos tem sido reduzidos por meio de leis, políticas, processos participativos e intervenções que abordam desigualdades como aquelas decorrentes de gênero, etnia, deficiência, idade, localização e renda [1]. São esses os grupos - econômica e socialmente - marginalizados que sofrem o impacto direto da variabilidade climática [1, 3].

O reconhecimento de que as populações mais vulnerabilizadas e que, historicamente, menos contribuíram para os desequilíbrios do clima são também aquelas que mais sofrem seus efeitos e consequências da má e/ou falta de adaptação [1] dialoga com o conceito de justiça climática. A expressão é utilizada desde a década de 1990, a partir de um documento que denunciava a indústria do petróleo como principal responsável pelas emissões de gases de efeito estufa que causam as mudanças climáticas [25]. Segundo o próprio IPCC (2023, p.144) justiça climática pode ser definida como

aquela justiça que conecta o desenvolvimento e os direitos humanos a fim de alcançar uma abordagem centrada no ser humano para lidar com a mudança do clima, protegendo os direitos das pessoas mais vulneráveis e compartilhando o ônus e os benefícios da mudança do clima e seus impactos de forma igualitária e justa.

As novas categorias de atores desafiam a tomada de decisões tradicional [7] e a participação de grupos intergeracionais na resposta à crise climática contribui para a promoção políticas públicas de mitigação de riscos de desastres [4]. Adicionalmente, a elaboração de políticas transformadoras e os processos de planejamento em resposta às mudanças climáticas,

incorporando a equidade e a descolonização, são essenciais para enfrentar os complexos desafios da sustentabilidade urbana [15].

Nesse sentido, é a conjunção de governos, sociedade civil e setor privado, a partir de escolhas de desenvolvimento inclusivas que priorizam a redução de riscos, equidade e justiça, que se apresenta a possibilidade de desenvolvimento resiliente ao clima [1]. Para que a inovação social seja, então, multidirecional e mais eficaz, deve-se arquitetar esforços coordenados de diversos atores, incluindo órgãos de governo, sociedade civil, comunidades vulnerabilizadas [21].

Responder aos desafios climáticos exige transformações sistêmicas na sociedade para se concretizarem [14]. Assim, processos de inovação social devem incorporar, além da colaboração, a abordagem sistêmica [15] pois, se executados de forma isolada, terão pouco impacto na concretização de mudanças [9].

Uma abordagem que considera colaboração e inovação para geração de soluções orientadas à problemas complexos é a de laboratório de inovação social (LabIS) [26], como aquela utilizada na geração de pilotos para a eficiência energética e a descarbonização das residências no Social Innovation Labs for a Zero Energy Housing Stock (SMILE), na Holanda [9]. Em prática há cerca de três décadas, os laboratórios sociais combinam diferentes metodologias e teorias para a construção e manutenção de um espaço colaborativo e experimental de geração de estratégias e prototipação de iniciativas, com a participação ativa de *stakeholders*, em uma abordagem sistêmica [26].

A experiência na Holanda construiu um espaço para experimentação, aprendizado e inovação composto por atores locais e regionais que colaboraram no desenvolvimento de capacidades de abordagens locais, participativas e baseadas em áreas para a reforma e descarbonização das moradias [9]. Em um LabIS, as pessoas envolvidas não são apenas consultadas sobre as soluções criadas, mas têm voz ativa. Os envolvidos fazem proposições, co-criam, testam e iteram as soluções, em um esforço contínuo de melhoria dos protótipos, buscando evoluir para iniciativas mais consistentes. O objetivo é responder às raízes dos problemas, e não apenas aos efeitos ou consequências superficiais deles [26].

Na execução do SMILE, foi possível identificar as tensões existentes entre processos políticos e o potencial de adaptação às necessidades locais, foram estabelecidos vínculos colaborativos mais estruturais (incluindo governo, consultores e organizações habitacionais) e gerados pilotos mais aprofundados em relação ao problema [9]. Considerando, então essa possibilidade de geração de soluções colaborativas e novas relações, haveria um potencial de resposta à crise climática via laboratórios de inovação social como metodologia de aplicação dos princípios de inovação social e codesign de forma estruturada.

5. Considerações Finais

A partir das leituras, foi possível identificar aspectos importantes ligados ao tema da inovação social e justiça climática, reconhecendo-se ainda dissensos quanto às visões dos autores. A quase totalidade dos artigos analisados reconhecia a contribuição de processos de inovação social e de uso de metodologias participativas para as soluções de mitigação e adaptação, especialmente ao envolver participantes locais e/ou vulnerabilizados diante das mudanças climáticas. Pode-se aferir que o engajamento dessas pessoas melhorava a cooperação, gerava uma mudança de comportamento, além da criação de capacidades de resiliência e redução de suas vulnerabilidades.

Ainda que não haja um consenso nas esferas públicas quanto à priorização das populações marginalizadas e vulnerabilizadas no desenho de seus planos, é reconhecida a relevância de

conectar o poder público a esses grupos de atores para a construção de soluções de desenvolvimento resiliente ao clima mais justos e equânimes. Ao concluir que as populações que menos contribuíram historicamente com as mudanças climáticas são aquelas que mais sofrem os efeitos dos eventos climáticos e da falta ou má adaptação, o IPCC joga luz sobre a discussão acerca da justiça climática. No entanto, ainda que reconheçam que pessoas e comunidades que enfrentam desigualdades decorrentes de gênero, etnia, deficiência, idade, localização e/ou renda são mais vulneráveis às mudanças climáticas, os artigos analisados não apresentaram uma discussão sobre justiça climática. Nesse sentido, seria necessária uma pesquisa complementar para aprofundar no entendimento dessas questões, seus desafios e oportunidades.

A combinação entre a prototipação de soluções para mitigação, utilização de metodologias participativas em um processo de inovação social estruturado e intencional com envolvimento de diferentes atores afetados por um problema relacionado às mudanças climáticas foi identificado em um dos artigos. A experiência identificada de um laboratório social para geração de pilotos para eficiência energética e descarbonização de residências na Holanda abre a possibilidade, ainda, para novas pesquisas que relacionem esses elementos, visando mais ampla compreensão para os especialistas em design sobre as potencialidades e aplicabilidade dos laboratórios de inovação social.

Por fim, entende-se que a revisão de literatura aqui apresentada, embora trazendo pontos relevantes sobre os temas propostos, deverá ser ampliada, buscando-se mais conexões e experiências reais efetivas a fim de subsidiar possíveis ações futuras junto aos Laboratórios de Inovação Social. Vale ressaltar, ainda, que a complexidade das questões contemporâneas requer um conjunto coeso de discussões teóricas e aplicações práticas e contextualizadas que contribuam, de maneira responsável e ética, para a justiça climática e a transformação social.

Referências

- [1] IPCC, Governo do Brasil e Pacto Global da ONU no Brasil (trad.). Mudança do Clima 2023: Relatório Síntese - Um Relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. 2023. <https://doi.org/10.59327/IPCC/AR6-9789291691647>.
- [2] IPCC. Technical Summary. Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge: Cambridge University Press; 2023, p. 37–118. <https://doi.org/10.1017/9781009157988.002>.
- [3] KHADKA C., ARYAL K.P., EDWARDS-JONÁŠOVÁ M., UPADHYAYA A., DHUNGANA N., CUDLIN P., et al. Evaluating participatory techniques for adaptation to climate change: Nepal case study. For Policy Econ 2018;97:73–82. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2018.08.017>.
- [4] TREJO-RANGEL M.A., MARCHEZINI V., RODRIGUEZ D.A., DOS SANTOS D.M., GABOS M., DE PAULA A.L., et al. Incorporating social innovations in the elaboration of disaster risk mitigation policies. International Journal of Disaster Risk Reduction 2023;84. <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2022.103450>.
- [5] MULGAN G. Social Innovation: What it is, why it matters, how it can be accelerated. Londres: Basingstoke Press; 2006. <https://youngfoundation.b-cdn.net/wp-content/uploads/2012/10/Social-Innovation-what-it-is-why-it-matters-how-it-can-be-accelerated-March-2007.pdf?x59628>.

- [6] BRESCIANI S., RIZZO F., DESERTI A. Toward a Comprehensive Framework of Social Innovation for Climate Neutrality : A Systematic Literature Review from Business / Production , Public Policy , Environmental Sciences , Energy , Sustainability and Related Fields. *MDPI Sustainability* 2022;14. <https://doi.org/10.3390/su142113793>.
- [7] GALENDE-SÁNCHEZ E., SORMAN A.H. From consultation toward co-production in science and policy: A critical systematic review of participatory climate and energy initiatives. *Energy Res Soc Sci* 2021;73:94–9. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2020.101907>.
- [8] ZIEGLER R., BALZAC-ARROYO J., HÖLSGENS R., HOLZGREVE S., LYON F., SPANGENBERG J.H., et al. Social innovation for biodiversity: A literature review and research challenges. *Ecological Economics* 2022;193. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2021.107336>.
- [9] HOFMAN P., GROENLEER M. Retrofitting at scale : comparing transition experiments in Scotland and the Netherlands 2021. <https://doi.org/10.5334/bc.98>.
- [10] KUMAR T., SAIZEN I. Social Innovation Perspective of Community-Based Climate Change Adaptation: A Framework-Based Study of 2023. <https://www.mdpi.com/2073-4441/15/7/1424>.
- [11] LAVOREL S, COLLOFF M.J., LOCATELLI B., GORDDARD R., PROBER S.M., GABILLET M., et al. Mustering the power of ecosystems for adaptation to climate change. *Environ Sci Policy* 2019;92:87–97. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.11.010>.
- [12] LIMA E., NELSON R. Inovação e bricolagem sociais com intermediação após um desastre em Córrego d’Antas. *Revista de Administração Pública* 2021;55:594–624. <https://doi.org/10.1590/0034-761220200123>.
- [13] SELVAKKUMARAN S., AHLGREN E.O. Impacts of social innovation on local energy transitions: Diffusion of solar PV and alternative fuel vehicles in Sweden. *Glob Transit* 2020;2:98–115. <https://doi.org/10.1016/j.glt.2020.06.004>.
- [14] REPO P. Social Innovation for Sustainability Challenges 2020. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/1/319>.
- [15] COLE L. Transforming planning and policy making processes at the intersections of climate, equity, and decolonization challenges 2023. <https://doi.org/10.1038/s42949-023-00126-9>.
- [16] FLORENCIO R., TORRES-RIVERA A.D., PEREIRA V.A., CARDOSO L.R., JOS M. Critical Environmental Education in Latin America from a Socio-Environmental Perspective: Identity, Territory, and Social Innovation 2023. <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/12/9410>.
- [17] FRANTZESKAKI N. Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. *Environ Sci Policy* 2019;93:101–11. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033>.
- [18] GHAZINOORY S., NASRI S., AMERI F., MONTAZER G.A., SHAYAN A. Why do we need ‘Problem-oriented Innovation System (PIS)’ for solving macro-level societal problems? *Technol Forecast Soc Change* 2020;150:119749. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119749>.
- [19] MAHAJAN S., HAUSLADEN C.I., ARGOTA SÁNCHEZ-VAQUERIZO J., KORECKI M., HELBING D. Participatory resilience: Surviving, recovering and

improving together. *Sustainable Cities and Society* 2022;83:103942.
<https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103942>.

[20] PADOVAN D., CRISTIANO S., GONELLA F. Strategies of socio-ecological transition for a sustainable urban metabolism. *Frontiers in Sustainable Cities* 2022;4.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3389/frsc.2022.875912>.

[21] SLATER K.R., ROBINSON J.B. Transformational climate actions by cities 2023;4:74–82. <https://doi.org/10.5334/bc.285>.

[22] SCHMITT M., HÄUßLING R., KAIP E. From analytical levels to range of relations – Applying a multi-relational approach to the multi-level perspective. *Urban Climate* 2023;49. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101507>.

[23] NERINI F.F., SLOB A., ENGSTRÖM R.E., TRUTNEVYTE E. A Research and Innovation Agenda for Zero-Emission European Cities 2019:1–13.
<https://doi.org/10.3390/su11061692>.

[24] MANZINI E. *Design: Quando todos fazem design*. São Leopoldo, RS: UNISINOS; 2017.

[25] BRUNO K., KARLINER J., BROTSKY C. Greenhouse Gangsters vs. Climate Justice. *CorpWatch* 1999:32.
<https://www.corpwatch.org/sites/default/files/Greenhouse%20Gangsters.pdf>.

[26] HASSAN Z. *The Social Labs Revolution - A New Approach to Solving our Most Complex Challenges*. São Francisco: Berrett-Koehler Publishers; 2014.

DESISME: Design para a Inovação Social e Sustentabilidade como uma metodologia de ensino

DESISME: Design for Social Innovation and Sustainability as a teaching methodology

Laís Schomaker Maurell, mestranda em Engenharia de Produção, Coppe/Universidade Federal do Rio de Janeiro

lais.maurell@pep.ufrj.br

Carla Martins Cipolla, D. Sc., Coppe/Engenharia de Produção, Universidade Federal do Rio de Janeiro

cipolla@pep.ufrj.br

Resumo

DESISME (Design para a Inovação Social e Sustentabilidade Metodologia de Ensino) é uma metodologia de ensino que tem como objetivo promover o conhecimento e prática da inovação social para a sustentabilidade entre alunos do ensino médio. DESISME foi desenvolvida através de uma combinação da DSR (*Design Science Research*) com a pesquisa-ação, em um processo de cinco ciclos aplicados em sala de aula por uma das autoras, que é professora de Física no ensino médio de uma escola pública do Rio de Janeiro, utilizando um plano de aulas relativo ao tema da geração de energia e poluição ambiental.

Palavras-chave: Inovação social; Desenvolvimento sustentável; Educação; Metodologias de ensino; Abordagens de ensino

Abstract

DESISME (Design for Social Innovation and Sustainability Teaching Methodology) is a practical teaching methodology that aims to promote the knowledge and practice of social innovation for sustainability among high school students. This methodology was developed through a combination of DSR (Design Science Research) with action research, and was tested in a process of five cycles applied in the classroom by one of the authors, a Physics teacher in a public school in Rio de Janeiro. The lesson plan was specifically designed to address the issues of energy generation and environmental pollution.

Keywords: Social innovation; Sustainable development; Education; Teaching methodologies; Teaching approaches

1. Introdução

Entendendo que novas formas de educação, como a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) e Educação para Inovação Social (SIE), possuem um potencial promissor na transformação da educação, o presente artigo apresenta uma metodologia de ensino, denominada DESISME (Design para a Inovação e Sustentabilidade Metodologia de Ensino), com a finalidade de promover o ensino da inovação social para a sustentabilidade, baseando-se no Design e, também, contemplando a interdisciplinaridade.

Apresentamos a seguir os pressupostos e conceituações considerados na pesquisa, os quais são relacionados e comentados ao final da seção quanto ao desenvolvimento da DESISME.

A EDS foi recomendada pela UNESCO [1] (Educação das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura) como forma de integrar os ODS (Objetivos de Desenvolvimento Sustentável) aos conteúdos curriculares. Ela é definida por HOFFMANN e SIEGE [2] como um instrumento para suportar o processo de desenvolvimento sustentável, cobrindo todos os tipos de conceitos educacionais, suas etapas e processos, que possam levar os indivíduos ou o coletivo a darem contribuições nesse sentido. A EDS habilita, portanto, crianças e adultos a tomarem decisões que respeitem as futuras gerações e a vida dos outros [3].

A SIE pode ser definida, segundo KALEMAKI *et al.* [4], como um processo de aprendizagem colaborativa e coletiva para o empoderamento e a ativação sociopolítica dos estudantes visando a mudança social independente das profissões que pretendam seguir, levando-os a agir de forma inovadora em direção a uma sociedade mais democrática e sustentável. Instituições de ensino superior têm conseguido, com sucesso, incorporar a SIE no currículo e em atividades práticas [5,6], cultivando inovadores sociais [7]. Entretanto, apesar de seu potencial já comprovado, a SIE ainda carece de definições fundamentais e parâmetros para o campo segundo WANG *et al.* [8]. Metodologias de ensino específicas para a SIE são praticamente inexistentes, assim como pesquisas na área e a sua divulgação [8].

O Design para a Inovação social e Sustentabilidade (DESIS) baseia-se no design para a documentação e análise das melhores práticas de inovação social, bem como para colaborar em iniciativas que promovam processos de mudança social na perspectiva da sustentabilidade.

As inovações sociais são definidas como todo o tipo de ideias que pretendam resolver problemas sociais ou socioambientais, com ou sem novos tipos de relacionamentos entre os atores, porém que ocorram de forma não usual, seja em seu contexto local ou nas formas de colaboração entre os participantes [9,10,11]. Portanto, esse tipo de inovação tem um importante papel no endereçamento dos desafios do desenvolvimento sustentável [12]. No aspecto educacional, a metodologia LOLA (*Looking for Likely Alternatives*) [13] traz as teorias e processos de DESIS ao ensino, apresentando uma abordagem que aproxima os alunos das comunidades que pertencem, através de entrevistas aos inovadores sociais.

As metodologias de ensino são definidas por NUNES [14] e ALTRÃO [15] como a aplicação de métodos de ensino, organizados em um sistema, relacionados a um determinado objeto de estudo e a sua finalidade. Tais métodos são práticas pedagógicas que seguem geralmente alguma regra de funcionamento adaptada a uma dada realidade, currículo, disciplina ou época em que esta metodologia está sendo aplicada, delineando a forma usada para se atingir um determinado objetivo [14,15]. As metodologias ativas de ensino são aquelas em que os alunos são o centro do processo de ensino e o conhecimento é construído de forma colaborativa, o que as diferencia das metodologias tradicionais de ensino, onde o processo de ensino é centrado no docente e na transmissão de conteúdos, e os estudantes mantêm uma postura passiva [16].

Alguns exemplos de metodologias ativas de ensino são: aprendizagem baseada em projetos (*Project Based Learning*, PBL), aprendizagem baseada em problemas (*Problem Based Learning*, PBL), gamificação, sala de aula invertida e outros [16].

O *design thinking* na educação é uma abordagem que comporta várias metodologias de ensino e diferentes métodos, proposto como um processo centrado no ser humano, colaborativo e experimental, com etapas bem definidas, começando com um desafio e resultando em um protótipo para a solução deste desafio [17,18]. O *design thinking*, como relatado nestas referências, possui características similares às metodologias ativas de ensino [18].

A hipótese dessa pesquisa é que o conhecimento adquirido pelos designers, tanto na educação, na sua relação com o chamado *design thinking*, quanto a adquirida nos aspectos projetuais e educacionais de DESIS, pode contribuir com o desenvolvimento da SIE, servindo de base para a construção de uma metodologia de ensino, através da incorporação de elementos e ferramentas, seja de forma implícita ou explícita. Foram desenvolvidos na literatura frameworks indicando competências a serem trabalhadas nos alunos, tanto para a EDS [19] quanto para a SIE [4]. Porém, a EDS tem sido basicamente desenvolvida na Europa, mesmo que já esteja difundida em outras regiões também [20] e a SIE ainda está em uma etapa de desenvolvimento muito inicial, tendo sido relativamente pouco investigada [4]. Essas competências desejáveis são similares ou, ao menos, complementares, nestas duas formas de educação e serão analisadas e detalhadas na seção de análise dos resultados.

Tanto a EDS quanto a SIE utilizam metodologias de ensino já existentes ou criadas especificamente para elas. Porém, a metodologia de ensino LOLA foi a única encontrada na literatura que tenha sido desenvolvida especificamente dentro do âmbito da SIE. Essa metodologia foi utilizada durante o primeiro ciclo de testes para o desenvolvimento da DESISME, sendo observados pontos de melhoria durante sua aplicação, como apresentado adiante na seção de resultados.

2. Procedimentos Metodológicos

O estudo adota o paradigma de pesquisa *Design Science* (DS) para a construção do artefato (metodologia de ensino) e como método de pesquisa o *Design Science Research* (DSR) combinado com a pesquisa-ação, conforme sugerido por COLE *et al.* [21] e COLLATTO [22]. Esta pesquisa tem uma natureza aplicada, com uma abordagem qualitativa. O objetivo final da DSR é a proposição de um artefato, no caso aqui, uma metodologia de ensino.

As etapas da metodologia de pesquisa adotada neste estudo estão demonstradas na figura 1, e seguem a sugestão de COLE *et al.* [21] com adaptação ao contexto relacionado à pesquisa.

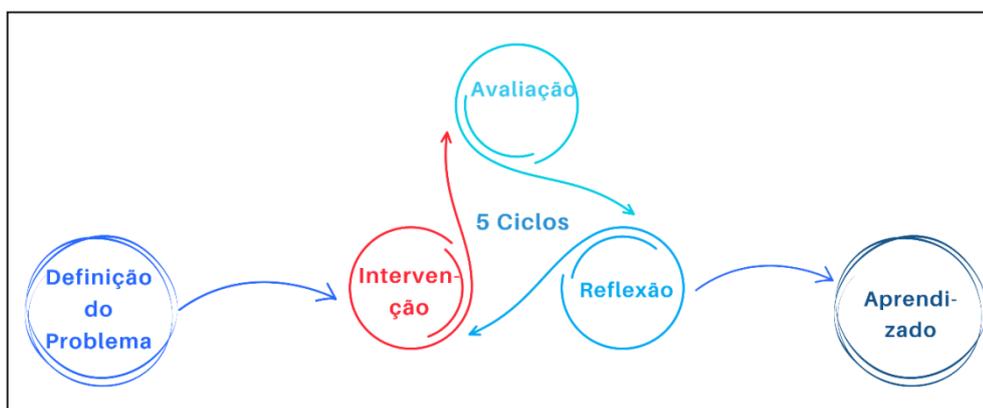


Figura 1: Etapas da metodologia de pesquisa. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Na fase inicial, para a definição do problema, uma das autoras, enquanto pesquisadora que participa ativamente do seu objeto de estudo, por ser professora da turma onde a metodologia desenvolvida foi testada, identificou o problema através de suas próprias percepções, observando a dificuldade em sensibilizar os alunos para o tema do desenvolvimento sustentável associado à sua disciplina, utilizando uma metodologia de ensino tradicional (expositiva).

Através de uma revisão da literatura inicial, foram identificados os principais trabalhos encontrados que relacionam os temas de interesse, ou seja, estudos relacionados ao ensino de sustentabilidade através das inovações sociais e do design. Esta revisão permitiu a identificação do seguinte problema: a escassez de ferramentas, abordagens ou metodologias específicas para o ensino das inovações sociais relacionadas à sustentabilidade.

2.1 Revisão da literatura

Foi realizada uma revisão sistemática da literatura (RSL) para a identificação de ferramentas, abordagens e metodologias já existentes [23]. Utilizou-se as bases de dados *Web of Science* (WoS), *Scopus* e *Scielo*, visando uma maior abrangência em relação às áreas do conhecimento, com a seguinte pergunta de pesquisa: quais metodologias ou abordagens de ensino existentes associam as inovações sociais em prol do desenvolvimento sustentável?

A seguinte *string* de buscas foi utilizada: ("*social innovation*" OR "*real life*" OR "*real problem*") AND "*sustainable development*" AND "*education*" AND *approach** AND (*student** OR *teacher**) AND (*school** OR *universit**)

A busca foi realizada no campo *Topics* (Títulos, Resumo e Palavras-chave), sem limite temporal, atualizada até o final do ano de 2023. Não foi estabelecida uma limitação quanto às áreas, nem ao idioma e o tipo de documento. Na busca de metodologias ou abordagens de ensino, semelhantes ao que se buscava através desta pesquisa, na RSL, foram encontrados 47 artigos na base WoS, 54 artigos na base *Scopus* e 1 artigo na base *Scielo*, sendo que 29 eram repetidos, resultando em 73 artigos no total para análise.

Essa busca também foi complementada com a identificação de ferramentas e processos específicos do Design para a educação e do DESIS já consolidados na literatura, organizados como *toolkits* ou métodos orientados.

2.2. Ciclos de desenvolvimento da metodologia e testes

Foram realizados cinco ciclos de aulas, adaptadas a disciplina de Física, em turmas do ensino médio de uma das autoras deste estudo, em uma escola estadual do Rio de Janeiro, para o desenvolvimento da metodologia de ensino desta pesquisa, compreendendo as etapas de intervenção, avaliação e reflexão.

A pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética do Hospital Universitário Clementino Fraga Filho da Universidade Federal do Rio de Janeiro, com o parecer de aprovação: 6.426.213. A avaliação da metodologia final aplicada, foi realizada através dos indícios do desenvolvimento das competências dos alunos. Os instrumentos de avaliação foram: aplicação de dois questionários individuais não-identificados; trabalho final realizado em grupo; registros realizados pela professora da turma (também autora da pesquisa). Os questionários continham perguntas referentes ao conteúdo aprendido e perguntas auto avaliativas. Esses questionários foram analisados através da análise de conteúdo de BARDIN [24].

Entre as limitações dos instrumentos avaliativos utilizados, destaca-se que os alunos podem não conseguir avaliar adequadamente o desenvolvimento de suas competências, além disso, é

impossível estabelecer padrões universais na avaliação do sujeito, das aprendizagens alcançadas por ele e das capacidades utilizadas durante as atividades, quando estas atividades não estão centradas somente no sujeito, mas na equipe envolvida no processo [18]. Vale ressaltar que mesmo sendo anônimos os questionários respondidos pelos alunos, pode haver alguma parcialidade nas respostas fornecidas, devido a presença da figura da professora em sala de aula.

3. Resultados

A metodologia LOLA foi utilizada como ponto de partida da metodologia desenvolvida, por ter sido a única encontrada, como já mencionado anteriormente, tanto na revisão da literatura inicial [13], quanto na RSL, através de um artigo que a citava [25]. Isto permitiu identificar seu potencial, discuti-la e elaborar a especificidade da DESISME, como veremos adiante.

Ela foi aplicada inicialmente aos alunos, no ciclo 1, em conjunto com a abordagem de *design thinking*. Os ciclos de aulas (testes dos planos de aulas) aplicados estão resumidos no quadro 1.

Optou-se pelos temas “Desenvolvimento e aprimoramento de tecnologias de obtenção de energia elétrica” e “Poluição”, contemplados no currículo referencial do Ensino Médio do Estado do Rio de Janeiro [26], no currículo referencial da EDS [27] e na Base Nacional Comum Curricular do Ensino Médio [28] para a confecção dos planos de aulas, porém é importante ressaltar que a DESISME pode ser adaptada a outros temas.

Quadro 1: Ciclo de aulas aplicadas

Ciclos de aulas aplicadas				
Ciclo	Nº de turmas/séries do ensino médio	Contexto	Forma	Descrição
1	8 turmas de 1º ano e 2 turmas de 2º ano	Ano de 2021, 4º bimestre. Pós-pandemia COVID-19.	Grupos de 4 alunos. Duração: 4 aulas de 50 min cada.	Aplicação da metodologia LOLA seguido do <i>design thinking</i> .
2	2 turmas de 1º ano, 6 turmas de 2º ano e 4 turmas de 3º ano.	Ano de 2022, 4º bimestre.	Realizado em duplas. Duração: 2 aulas de 1h40 min.	Dois trabalhos, com o tema: formas de geração de energia.
3	47 alunos no total, provindos de 12 turmas.	Ano de 2022. Trabalho de Recuperação do 4º bimestre.	Realizado em duplas. Duração: 1 aula de 50 min.	Questionário sobre fontes de energia sustentável.
4	2 oficinas de Sustentabilidade, com cerca de 30 alunos cada.	Na semana inicial de 2023, chamada na escola de semana de acolhimento.	Grupos de 4 alunos. Duração: 1 aula de 2 horas.	Aplicação do <i>design thinking</i> para o projeto de um objeto sustentável.
5	1 turma de 2º ano com 30 alunos.	4º bimestre de 2023.	Grupos de até 6 alunos. Duração: 5 aulas de 1h40 min.	Aulas sobre Inovação Social e Sustentabilidade, através da metodologia DESISME.

Fonte: Autoras.

A partir dos aprendizados obtidos com a aplicação dos ciclos de 1 a 4, a metodologia de ensino DESISME, representada na figura 2 e detalhada no quadro 2, foi desenvolvida e aplicada no ciclo 5. De acordo com a definição de metodologia de ensino fornecida na seção de introdução, uma metodologia de ensino organiza diferentes métodos de ensino em um sistema. Na DESISME o modelo para esta organização é o Design.

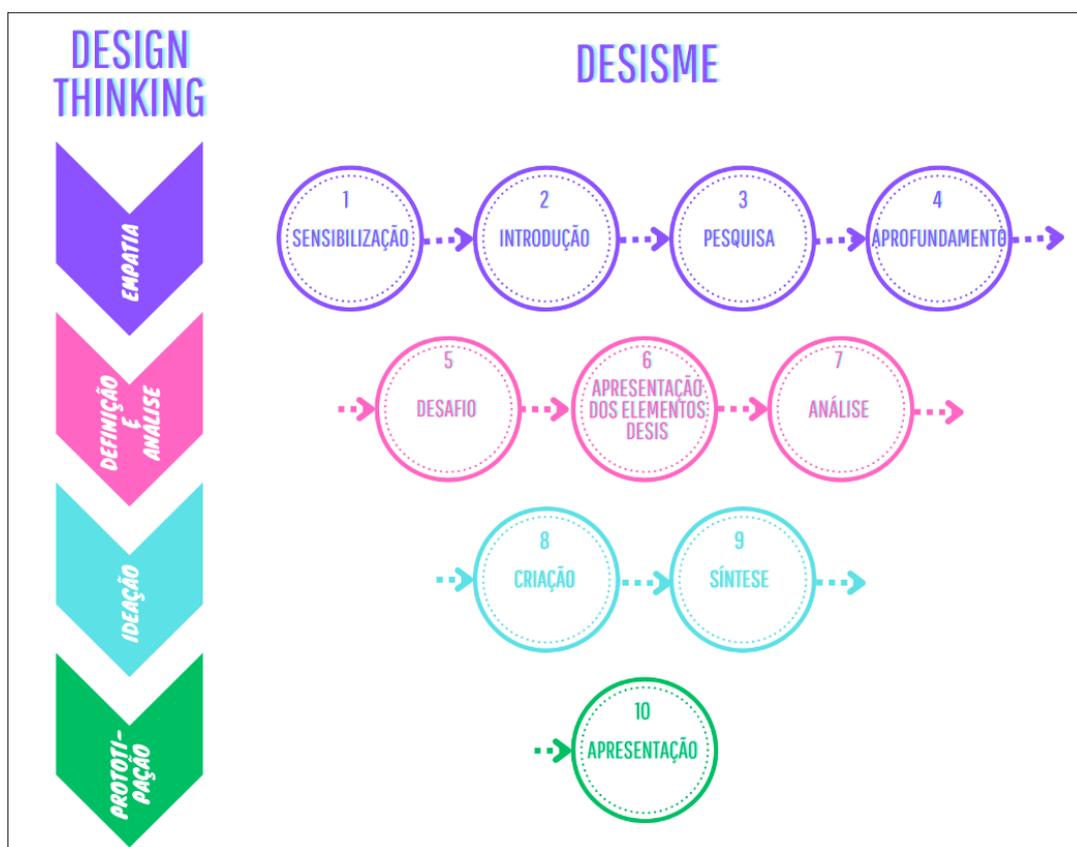


Figura 2: Metodologia DESISME. Fonte: Elaborado pelas autoras.

Quadro 2: Detalhamento da Metodologia de ensino DESISME.

Detalhamento das etapas da DESISME	
Etapa	Detalhamento
1. Sensibilização	Abordagem dos problemas existentes hoje relacionados ao tema proposto, mostrando vídeos e slides de soluções através de inovações sociais e debate com a turma sobre o tema e a percepção deles sobre o assunto.
2. Introdução	Abordagem dos temas: Todos fazem design e vocês também podem, <i>design thinking</i> , inovações sociais e importância de projetar colaborativamente.
3. Pesquisa	Pesquisa realizada pelos alunos sobre o tema proposto (sala de aula invertida).
4. Aprofundamento	Apresentação de casos existentes de inovação social para a sustentabilidade no tema da aula (ressaltando como as comunidades projetaram).
5. Desafio	O professor propõe o desafio para a turma (<i>design challenge</i>). Pode haver mais de um desafio para os estudantes escolherem, a nível local (em sua própria escola ou comunidade).
6. Apresentação dos elementos DESIS	Apresentação dos elementos DESIS, como os apresentados por MANZINI [12]. Distribuição de um manual explicativo do processo do <i>design thinking</i> para os alunos, contendo um roteiro para as questões a serem pesquisadas e expostas por eles e um resumo dos elementos DESIS.
7. Análise	Alunos analisam/discutem o contexto do desafio.
8. Criação (criatividade)	Alunos criam várias ideias e uma é selecionada para cada grupo. Pode-se explicar ao aluno o que é <i>Brainstorm</i> nesse momento.
9. Síntese	Os alunos organizam os dados sobre a ideia escolhida. Pode-se fornecer ao aluno um passo-a-passo de quais informações podem ser relevantes para a descrição da ideia.
10. Apresentação	Os alunos elaboram cartazes ou apresentações e apresentam sua ideia para a turma.

Fonte: Autoras

Na aplicação do ciclo 1, observou-se que o guia para entrevistas aos inovadores sociais, disponibilizados aos alunos na metodologia LOLA, chamado de “Livro do Repórter”, poderia servir de guia para a pesquisa deles, mas, dentro do contexto de ensino onde a pesquisa foi aplicada, ele não seria muito útil como um guia para entrevistas, visto que os alunos consideraram difícil localizar os inovadores sociais. Portanto, na DESISME, as questões existentes neste guia foram adaptadas e incorporadas ao manual distribuído aos alunos na etapa 6. Ainda no ciclo 1, o uso do *design thinking* se mostrou eficiente e foi mantido na DESISME, servindo para a consolidação do conhecimento obtido pelos alunos.

Foi possível, a partir da aplicação dos ciclos 2 e 3, delimitar o conteúdo que seria utilizado na DESISME. No ciclo 4, observou-se com mais uma aplicação do *design thinking* o que poderia ser melhorado ao se ensinar este processo para os alunos.

No ciclo 5 foi testada a DESISME. A turma onde o ciclo 5, teste da DESISME, foi aplicado tinha 27 alunos, sendo que 22 aceitaram participar da pesquisa, juntamente com a autorização dos seus pais. Destes, 17 realizaram todas as atividades propostas. A escola possui um laboratório de informática, e na etapa 3, de pesquisa, os alunos utilizaram os computadores da escola. Foram aplicadas cinco aulas neste ciclo, tendo sido aplicadas as etapas 1 e 2 da DESISME na aula 1, a etapa 3 na aula 2, a etapa 4 na aula 3, as etapas 5 a 9 na aula 4 e a etapa 10 na aula 5.

Nas etapas 1 e 2 da DESISME optou-se por deixar a apresentação de casos de inovações sociais a cargo do professor, juntamente com uma introdução ao tema do Design. O protagonismo dos alunos ocorre na etapa 3, utilizando-se a sala de aula invertida, onde os alunos pesquisam o tema proposto. Esse conhecimento pode guiado por um questionário fornecido pelo professor, tendo sido feita dessa forma no teste da metodologia (ciclo 5). A sensibilização, iniciada na etapa 1, é aprofundada na etapa 4, onde mais casos de inovações sociais, dentro do tema, são apresentados, ressaltando-se como as comunidades as projetaram.

Na etapa 5 o desafio é proposto pelo professor. Na etapa 6 um manual explicativo da atividade é distribuído ao aluno, juntamente com a apresentação dos elementos norteadores DESIS, como propostos por Manzini [12]. A apresentação desses elementos foi incluída com o objetivo de mostrar aos alunos as ferramentas, ações ou condições que podem favorecer as inovações sociais. Tais elementos são elencados no quadro 3, classificados por objetivo. Nas etapas de 7 a 10 da DESISME, os alunos utilizam diretamente o *design thinking*, apresentando suas soluções ao desafio proposto pelo professor.

Quadro 3: Elementos norteadores para o DESIS.

Elementos norteadores DESIS	
Objetivo	Elementos norteadores (ferramentas, ações ou condições)
Tornar as coisas visíveis e tangíveis	Mapeamento; criação de histórias; construção de cenários.
Tornar as coisas possíveis e prováveis	Ambientes favoráveis; governança em rede; locais para experimentos.
Tornar as coisas eficazes e significativas	Resolução de problemas; produção de sentido; desenvolvimento de confiança.
Tornar as coisas replicáveis e conectadas	Pequeno e local, porém aberto e conectado; a replicação como escalonamento horizontal; a conexão como escalonamento vertical.
Tornar as coisas locais e abertas	<i>Placemaking</i> (criação de significado para o lugar); lugares e resiliência; planejamento por projetos; cultura de pertencimento.

Fonte: MANZINI [12]. Adaptado pelas autoras.

4. Análises dos Resultados

Apesar das limitações dos instrumentos avaliativos utilizados, foi possível obter indícios de sucesso no desenvolvimento de competências dos alunos, através dos mesmos. Um dos indícios da eficácia da DESISME é que dos 17 alunos que assistiram à todas as aulas do quinto e último ciclo, 16 responderam de forma positiva ao serem questionados sobre o aproveitamento das aulas. Abaixo seguem algumas respostas dos alunos com relação à pergunta 1 do questionário B aplicado: “Você considera que a sequência de aulas sobre design e inovações sociais associada à temas como energia e reciclagem foram enriquecedoras?”

Sim, ajudou. Fez com que todos nós, alunos, tivéssemos uma visão mais enriquecida sobre a energia e a reciclagem, além de que todos puderam trabalhar em equipe e desenvolver ideias. (B13)

Sim, pois dessa forma foi possível se orientar por dados bem desenvolvidos e organizados, o que deixou a pesquisa mais fácil. (B14)

Sim, acrescentou bastante conteúdo e conscientizou muitos dos alunos sobre práticas sustentáveis e sobre a degradação do meio ambiente que nosso planeta tem sofrido. (B17)

Com base no teste da metodologia aplicado, conclui-se que a DESISME cumpre a finalidade pretendida de promover o ensino das inovações sociais para a sustentabilidade, além disso, ela possui o potencial de desenvolver nos alunos as competências pretendidas na SIE [4], visão para um mundo melhor, pensamento crítico e responsável, aprendizado reflexivo, planejamento colaborativo e decisões democráticas; e na EDS [19], competências de planejamento (pensamento sistêmico, pensamento de futuro, pensamento de valor, pensamento estratégico), além das competências intrapessoais como a colaboração em grupo.

WANG *et al.* [8]. discorrem sobre a falta de ferramentas específicas para a SIE, e o escasso desenvolvimento de pesquisas e divulgação para essa forma de educação. Nesse sentido, a DESISME pode ser considerada um avanço no desenvolvimento de ferramentas dentro do âmbito da SIE, sendo uma metodologia de ensino criada especificamente para ela, e também uma forma de divulgação da SIE. Ao mesmo tempo, a DESISME também está inserida dentro da EDS, pois apresenta conteúdos direcionados ao desenvolvimento sustentável.

5. Considerações Finais

A DESISME combina elementos da metodologia de ensino LOLA, do DESIS e da sala de aula invertida, inseridas em uma abordagem do design para a educação, e pode ser aplicada em diferentes disciplinas e níveis de ensino.

Cabe ressaltar que, nesta pesquisa, foram apresentadas considerações sobre a prática de campo de uma das autoras, que é professora de Física no ensino médio público brasileiro, porém professores de outras disciplinas podem escolher outros temas para aplicação da DESISME, desde que estes temas possam ser relacionados às inovações sociais. Desta forma, recomenda-se novos testes da metodologia, em outros contextos de ensino.

A partir dos resultados da presente pesquisa, é prevista a confecção de um manual para professores, visando compartilhar os planos de aula já formulados como exemplos e orientações para a confecção de planos de aulas com outros temas através da DESISME, e também para a divulgação da DESISME e continuação do processo de implantação e aperfeiçoamento desta metodologia de ensino.

Referências

- [1] UNESCO. **Educação para o Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://www.unesco.org/pt/fieldoffice/brasil/expertise/education-sustainable-development>. Acesso em: 27 de ago. de 2023.
- [2] HOFFMANN, Thomas; SIEGE, Hannes. What is education for sustainable development. **Human Development**, v. 1, n. 8, p. 1-6, 2018.
- [3] UNECE. **Learning for the future: Competences in Education for Sustainable Development**. Geneva: United Nations Economic Commission for Europe, Steering Committee on Education for Sustainable Development. 2012. Disponível em: https://unece.org/fileadmin/DAM/env/esd/ESD_Publications/Competences_Publication.pdf. Acesso em 04 de nov. 2023.
- [4] KALEMAKI, Irene *et al.* Towards a learning framework for social innovation education. In: **7th EMES International Research Conference on Social Enterprise**. Sheffield Hallam University, United Kingdom, 2019. Disponível em: <https://nemesis-edu.eu/wp-content/uploads/2017/12/ESCP-7ESCP-18-Kalemaki-Garefi-Kantsiou-Diego-Protosaltis-Clare-Wall.pdf>. Acesso em: 02 de abr. de 2023.
- [5] ALDEN-RIVERS, Bethany *et al.* Social innovation education: towards a framework for learning design. **Higher Education, Skills and Work-Based Learning**, v. 5, n. 4, p. 383-400, 2015.
- [6] HILL, Laura M.; WANG, Deane. Integrating sustainability learning outcomes into a university curriculum: A case study of institutional dynamics. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, v. 19, n. 4, p. 699-720, 2018.
- [7] WU, Yenchun Jim; WU, Tienhua; ARNO SHARPE, Jeremiah. Consensus on the definition of social entrepreneurship: a content analysis approach. **Management Decision**, v. 58, n. 12, p. 2593-2619, 2020.
- [8] WANG, Hongxin *et al.* The effect of social innovation education on sustainability learning outcomes: The roles of intrinsic learning motivation and prosocial motivation. **International Journal of Sustainability in Higher Education**, n. ahead-of-print, 2022.
- [9] CIPOLLA, Carla. Creative communities as “relational” innovations: a service design approach. In: **Collaborative Services: Social Innovation and Design for Sustainability**. 1.ed. Milão: Edizioni POLI.design, 2008.
- [10] AFONSO, Rita; KLEINE, Dorothea; ORSI-TINOCO, Gabriel. Theory and practice in social innovations in the city of Rio de Janeiro, Brazil. **Revista de Administração da UFSC**, v. 15, p. 123-136, 2022.
- [11] MULGAN, Geoff *et al.* **Social Innovation: What It Is, Why It Matters and How It Can Be Accelerated**. London: The Young Foundation. 2007. Disponível em: www.youngfoundation.org. Acesso em: 20 de ago. de 2023.
- [12] MANZINI, Ezio. **Design when everybody designs - An introduction to design for social innovation**. Cambridge, Londres: The MIT PRESS, 2015.
- [13] THORESEN, Victoria W. *et al.* **LOLA: Looking for Likely Alternatives**. 1.ed. Hamar: Hedmark University College, 2009.
- [14] NUNES, Marisa Fernandes. As metodologias de ensino e o processo de conhecimento científico. **Educar**, Curitiba, n. 9, p. 48-58, 1993. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40601993000100008 .
Acesso em: 17 nov. 2023.

[15] ALTRÃO, Francielle. Metodologia de ensino: um re-pensar do processo de ensino e aprendizagem. **Revista Panorâmica online**, v. 20, 2016.

[16] DIESEL, Aline; BALDEZ, Alda Leila Santos; MARTINS, Silvana Neumann. Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 268-288, 2017.

[17] IDEO. **Design thinking for educators**. 2ª ed, 2013. Disponível em:
<http://www.designthinkingforeducators.com/> Acesso em: 27 jun. 2021.

[18] REGINALDO, Thiago. Dissertação de mestrado. **Referenciais teóricos e metodológicos para a prática do design thinking na educação básica**. Orientadora: Maria José Baldessar. Coorientadora: Araci Hack Catapan. Florianópolis: [s.n.], 2015.

[19] REDMAN, Aaron; WIEK, Arnim. Competencies for advancing transformations towards sustainability. In: **Frontiers in Education**. Frontiers Media SA, 2021. p. 785163.

[20] CORRES, Andrea *et al.* Educator competences in sustainability education: A systematic review of frameworks. **Sustainability**, v. 12, n. 23, p. 9858, 2020.

[21] COLE, Robert *et al.* Being proactive: where action research meets design research. **ICIS 2005 proceedings**, p. 325-336, 2005. Disponível em:
<https://aisel.aisnet.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1233&context=icis2005> . Acesso em: 18 de jan. 2023.

[22] COLLATTO, Dalila Cisco *et al.* Is action design research indeed necessary? Analysis and synergies between action research and design science research. **Systemic Practice and Action Research**, v. 31, n. 3, p. 239-267, 2018. Disponível em:
<https://doi.org/10.1007/s11213-017-9424-9> . Acesso em: 04 de jan. 2023.

[23] DRESCH, Aline; LACERDA, Daniel Pacheco; JÚNIOR, José Antonio Valle Antunes. **Design science research: método de pesquisa para avanço da ciência e tecnologia**. Porto Alegre: Bookman Editora, 2015.

[24] BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução: Luís Antero Reto, Augusto Pinheiro. São Paulo: Edições 70, 2016.

[25] LICE, Iveta; REIHMANE, Silvija. The Approaches to Education for Sustainable Development at Home Economics. **RURAL. ENVIRONMENT. EDUCATION. PERSONALITY. (REEP)**, n. 9, p. 166-173, 2016.

[26] SEEDUC-RJ. **Currículo Referencial do Estado do Rio de Janeiro Ensino Médio**. Secretaria de Estado de Educação do Rio de Janeiro. 2022. Disponível em:
<https://novoensinomedio.educacao.rj.gov.br/curriculo-referencial> . Acesso em 10 jan. de 2023.

[27] SCHREIBER, Jörg-Robert; SIEGE, Hannes. Curriculum framework: Education for sustainable development. **Engagement global**, Bonn, 2016.

[28] BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular: Educação é a base – Ensino Médio**. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Brasília, DF, 2017. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/historico/BNCC_EnsinoMedio_embaixa_site_110518.pdf . Acesso em: 27 maio 2023.

**Practicing Integral Sustainability Values in the Context of
Low-Income Brazilian Community Gardens**
*Praticando Valores da Sustentabilidade Integral no Contexto de
Hortas Comunitárias Brasileiras de Baixa Renda*

Rosângela Míriam L.O. Mendonça – PhD – ED-UEMG

rosangela.mendonca@uemg.br

Samantha de Oliveira Nery – PhD – Energy Choice

samnery@gmail.com

Ediméia Maria Ribeiro de Mello – PhD - DeMello

profa.edimeiamaria@gmail.com

Abstract

This article presents an ongoing research-intervention program, being developed since 2017 in low-income communities in Belo Horizonte, exemplifying its details with one of its projects. Its goals are to practice sustainable actions improving the residents' quality of life: their health conditions, protagonism and collective identity. The academy is participating fostering the establishment of networks, through a participatory research-action. This involves conversation circles, workshops and collective practices, based on the principles of Systemic Design, agroecology and solidarity economy. There has been a significant transformation of the territory and learning of all involved, including the academy regarding the practice of the theoretical foundations, including some social dynamics.

Keywords: Community Garden; Integral Sustainability; Systemic Design; Agroecology; Participatory-research action

Resumo

Este artigo apresenta um programa de pesquisa-intervenção em andamento, desenvolvido desde 2017 em comunidades de baixa renda de Belo Horizonte, exemplificando seus detalhes com um de seus projetos. Seus objetivos são praticar ações sustentáveis que melhorem a qualidade de vida dos moradores: suas condições de saúde, protagonismo e identidade coletiva. A academia participa fomentando o estabelecimento de redes, através de uma pesquisa-ação participativa. Isso envolve rodas de conversa, oficinas e práticas coletivas, baseadas nos princípios do Design Sistêmico, da agroecologia e da economia solidária. Houve uma transformação significativa do território e do aprendizado de todos os envolvidos, inclusive da academia no que diz respeito à prática dos fundamentos teóricos, incluindo algumas dinâmicas sociais.

Palavras-chave: Horta Comunitária; Sustentabilidade Integral; Design Sistêmico; Agroecologia; Pesquisa-ação participativa.

1. Introduction

This article presents an ongoing research-intervention program started at the beginning of 2017 in a low-income community, the Santa Lúcia Agglomerate, in Belo Horizonte, State of Minas Gerais, Brazil. Its goals are the inclusion of integral sustainability values in this context, to contribute to the resident's quality of life by means of the formalization of their collective identity and improvement of their protagonism. In order to achieve these purposes, the Community Gardening Program (CGP) is being developed fostering dialogue and learning, while building the Esperança (Hope) Community Garden, as well as others similar initiatives in Belo Horizonte. In doing so, another important desired result is the improvement of their health conditions through good nutrition and food security and sovereignty.

In this territory, knowledge regarding urban agriculture practices involve their cultural heritage, since many of them have rural origins and have migrated to the capital city [1 p.9]. Therefore, it has been identified by the group itself, with the facilitation of our academic team, that the creation of a community garden would be a suitable approach for the existing problem that was being posed: the need for a collective action to transform a vacant area in the community, source of many problems, into a productive one as a resource for their welfare, as will be detailed next.

In order to achieve this purpose, some methodologies and tools have been combined. The Systemic Design methodology is used as a reference for sustainable principles, related to the optimization of resources (considering circularity and other strategies), valorization of local culture and resources, respect to all living forms, inclusion, accessibility, recognition of the importance of positive win-win relationships and autonomy, that in the agricultural context coincides with the values of agroecology [2–4]. The conduction of the project was structured as a participatory research-action, involving conversation circles, workshops and *mutirões* (meetings where inhabitants work together for achieving a goal), supporting the local group in its initiatives around its community garden such as the construction, planting, harvesting and distribution of their production, aiming at increasing the local quality of life.

As theoretical foundations the project is then based on: “**Integral Sustainability**”; “**Systemic approaches**” and on “**Agroecology, Food Sovereignty and Solidarity Economy**”.

Since the 1970s, sustainability has been recognized an essential value to current societies. Initially, with the focus of the depletion of nonrenewable resources being an environmental matter. As studies and global meetings developed, the understanding evolved that it was required a joint effort of all countries in improving and reconciling the three pillars of the sustainable development — environmental, economic and social. Above all, it was emphasized the importance of the respect among human beings and between them and the environment [5–6]. The term “**Integral Sustainability**” is then intended to call attention to the need of involving economic, environmental and social aspects to achieve the balance required for humanity's well-being.

For a long time, our society is failing at, using the specialized approaches, “fixing” problems that threaten human quality of life such as hunger, diseases, crimes, lack of education and housing. Systemic thinking is a way of reasoning that considers the complexity of the whole, which is coherent with the holistic approach required for integral sustainability. It is a cognitive process that leads to the capacity of perceiving, modeling and evaluating the consequences of

actions in an expanded way in terms of time and space [7]. The **Systemic Design** is a methodology of this context that puts into relation businesses from different areas, in order to balance the system and try to reach zero waste using five principles: output/input, relationships, autopoiesis, act locally, life at the center of the project [2]. It makes qualitative and quantitative analysis of the current process with its outputs and inputs; identifies its problems; and proposes a systemic model that optimizes resources (matter and energy), improves equitable relations, foster networks, value local culture and give priority to quality of life over product generation [4,8,9].

Agroecology values correspond to the Systemic Design ones, applied specifically to the area of agriculture. Its principles consider the local features, in order to preserve biodiversity, natural resources and ways of life, building an *ethos* of integral sustainability [10]. It is considered a science, as it uses principles from ecology, as well as transdisciplinary and action-oriented research, applied to agricultural and food systems; a practice as it combines the local culture, with its traditional and resilient ancestral knowledge, especially in smallholder farming systems, to optimize resources and produce healthy food with no pesticides, for the families involved in the production and for the local market shortening or even eliminating the middlemen; and also a movement as it acts against the imbalance of food availability, empowering the stakeholders in keeping **food sovereignty**, that is, defending the right of autonomy of the countries to deal with its politics and strategies of production, distribution and consumption of food, protecting the small and medium agriculture [10–13].

Aligned with agroecology, in the 1970s, emerged in Brazil the social and **solidarity economy** [14–16]. Their main principles are the social appreciation of the worker's production; the destination of economic production and technology efforts for the purpose of fully satisfying everyone's needs; the perception of the relevance of female participation for the implementation of solidarity practices; the preservation of the environment; and the option for cooperation and solidarity [17].

2. Methods

The Community Gardening Program (CGP) is composed by a series of projects and initiatives that give support to the constitution and maintenance of community gardens developed to foster dialogue and learning related to nutrition and food security, disseminating sustainability values. It is the result of the confluence of needs, interests and resources materialized as urban gardens.

The methodology of the CGP described in this article involves continuous bibliographic studies and the application of theoretical foundations presented above: the Systemic Design and Solidarity Economy principles, practicing agroecology through the participatory action-research [18], which allows the creation of a continuously reflexive and pedagogical process within the community.

The research-action methodology was chosen because its values lead to the direction of our objectives. Since its origins, it rescued values considered indispensable for the achievement of sustainable development, namely: the construction of democratic relations; the deliberative participation of the subjects; the recognition of individual, cultural and ethnic rights of minorities; tolerance for differing opinions; and the consideration that subjects change more easily when driven by group decisions [19]. Besides, it intends to introduce to the community

a process committed to the “cognitive construction of experience”, based on the “collective critical reflection” for the “emancipation of the subjects from the conditions that the collective considers oppressive” [19 p.485].

This assumes the important feature of unpredictability, due to the delegation of power to the community and the ethical posture of each researcher, who puts himself/ herself as an “enhancer subject with frailties”, and the participant as a “frailty receiver with potentialities” [20 p.491].

It was an organic process grounded in the values and principles of the group. It all began with two projects that ran initially in parallel. The first one is the LEIA (*Laboratório Ecosistêmico Interdisciplinar de Aprendizagem*) that had an experimental garden at UNA University, where workshops on sustainable relations used to take place and was closely related to the university’s Gastronomy and Architecture and Urbanism graduation courses and, also, to the master degree in Social Management, Education and Local Development. Its approach involves a participatory, collaborative and collective process, prioritizing social management, associated with solidarity economy, in addition to urban environmental and socioeconomic sustainability [21 p.136]. The second one was the Extension Courses on Urban Gardens from the Design School of the State University of Minas Gerais (ED-UEMG), used as a didactic resource and a means to communicate and practice the values of Systemic Design, as a methodological basis for design projects.

After a request from a member of the Santa Lúcia Community to one of the LEIA’s coordinators, to help them to find a solution to a vacant lot located in front of her home, that presented as a threat for their security and health (an area of geological risk, that was used as garbage dump and therefore attracted pests and illegal activities), the group structured an outreach project to work with the community, the first one from the Community Gardens Program. This outreach project, with the partnership of yet another academic institution (UFMG), was then materialized (on mid-2016) as multidisciplinary project, encompassing economy, social science, psychology, gastronomy, architecture and urbanism, design.

The first actions of the project involved the development of a research to understand the local resources and demands to define the use of that piece of land. The result was that the community would like to use that space to build a fruit and vegetable garden. This decision had the influence of the origin of many of them, who came from rural areas, where they used to grow their own food. Therefore, this practice constituted an important asset for the initiative, as the knowledge resulted from their culture, memories and traditions.

From these initial participatory steps, the actions for the implementation of the community garden are always intended to involve dialogue, cooperation, exchanges and the attraction of more and more participants to the network that would transform relations and the environment.

3. The constituted network

The initial actors were some members of the community, especially the ones living near the area of intervention and the academic group, composed by three university teams (UNA, UFMG and ED-UEMG). Before any actual intervention the representatives from the municipality responsible for the area, URBEL/ PBH (*Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte*) were called to dialogue and since then are taking part of the network [22]. One year later we invited the SUSAN/ PBH (*Subsecretaria de Segurança Alimentar e*

Nutricional/ Secretaria Municipal de Assistência Social Segurança Alimentar e Cidadania) to support the development of the vegetable garden [23].

Another important member of the network is the nursery school located in front of the garden (*Creche Educacional Nascer da Esperança*). The name of the community garden was chosen by means of an activity that the teachers developed with the children and the selected one was Esperança (Hope), establishing the name Esperança Community Garden (ECG). Besides, they have an important role in the community garden, hosting meetings of the local group and mobilizing other members of the community, thanks to their close relations with the children's parents. Two special moments of their participation were the initial *mutirão* in 2017, a joint effort to clean the space and plant the first seedlings; and the first meeting of Belo Horizonte's Community Gardens and Agroecology, in 2019, that gathered gardeners from many similar initiatives to exchange experiences [24].

4. Main Actions

The project started with the cleaning of the space and planting of some seedlings that were brought by the participants of the first *mutirão*. After that, the main routine involves the cycle of continuous cleaning and preparation of the space, increasing the area for planting, maintenance of the plants (watering, combating harmful elements), harvesting, planting new seedlings. Although they bring seedlings from their own personal circle of relationships, the new production relies mainly on the donations from SUSAN (that has a project that promotes the implementation and maintenance of production units in Belo Horizonte, through the donation of supplies), especially of seedlings and manure [25]. URBEL provides some equipment, basic infrastructure and also some technical engineering assistance.

The academic group gives continuous support to the local community. Having a WhatsApp group as an open communication channel, it dialogues and gives support to the local group with the demands that arise, be them related to relationship, supplies or infrastructure issues. For instance, it helps to mediate conflicts that arise in their daily routine and takes the local demands to other groups involved, such as URBEL and SUSAN. It also organizes periodic local meetings, always practicing the participatory research-action principles: giving protagonism to their voices and ideas, fostering social cohesion, respecting their previous knowledge of planting, using integral sustainability values and practices.

It is also important to highlight two impacting milestones of the Project. The first one was the COVID19 pandemic, within three aspects: a) the ECG was maintained and resisted bravely to this period; b) our relationship, even physically apart for a long period, was strong enough to resist and strengthen; a Whatsapp group was created (despite the initial difficulty of some members with this technology) and became this constant means of contact so useful for our nowadays activities, giving voice to each and every member; c) our connection with the community allowed us to contribute with the dissemination of information about the measures of protection against the virus regarding the use of fabric masks, by the distribution of an instructional booklet, a coloring leaflet and a jigsaw puzzle for the schools of the community [26]. The second milestone were the meetings that gathered gardeners from all over Belo Horizonte in the Community Gardens and Agroecology events, where the groups, many of them fostered by SUSAN, could meet to communicate their achievements, discuss and find solutions to common problems.

The academic group also intermediates the exchange of knowledge bringing to the community technical workshops, such as “how to identify contour lines to build the planting beds”, “how to use materials available to help irrigation”, “how to produce fertilizer using the organic waste from their household”. Regarding the acquisition of knowledge from the academy, students from a number of courses are being received in the Esperança Community Garden to make research for their academic works and are encouraged to bring back results (for instance, different composting methods).

Nowadays, the regular participants are about six families, who live very close to the community garden, together with teachers, employees and children from the nursery school. At this moment, a younger generation is approaching, having had as their first point of contact the participation of the academic group in a local event for women empowerment in the a promoted by the Belo Horizonte local administration. The actual participation of the community has then cycles of expansion and contraction, but has leaders that are resilient and actively involved from the very beginning.

In this last one year and a half, the group is trying to build a containment wall on the steepest parts of the terrain to reduce the danger of landslide that would affect neighboring houses, and would also increase the usable area of the garden. The initial plan was to build it using the social technology of tire walls, what would serve both for the function as a land contention and also as a destination (upcycling) to wasted tires. Nevertheless, its building is very strainful and physically demanding, making it a challenging task, since the group is mainly composed by older women. Besides, during a recent visit with representatives of SUSAN they have demobilized this plan, by considering more adequate that the city hall’s construction department would build a concrete containment wall, a solution whose viability is still undefined.

5. Results

All this initiative, that begun with academic internal projects and found opportunity to be extended to the society from one voluntary personal point of contact, have promoted significant changes for those involved regarding aspects of integral sustainability – change of the environment, of relations, and even economic as resources are being used to produce food with quality and low cost, contributing to the health of the ones involved. The methodology has been consolidated, having their principles validated, creating a new framework (**Figure 1**). In this sense, the actions are happening in participatory cycles of four moments (collective planning, implementation, monitoring, evaluation of the results and sharing of lessons learned) [18,19] with elements of the Systemic Design process, that are being registered through images, recordings, notes and reports.

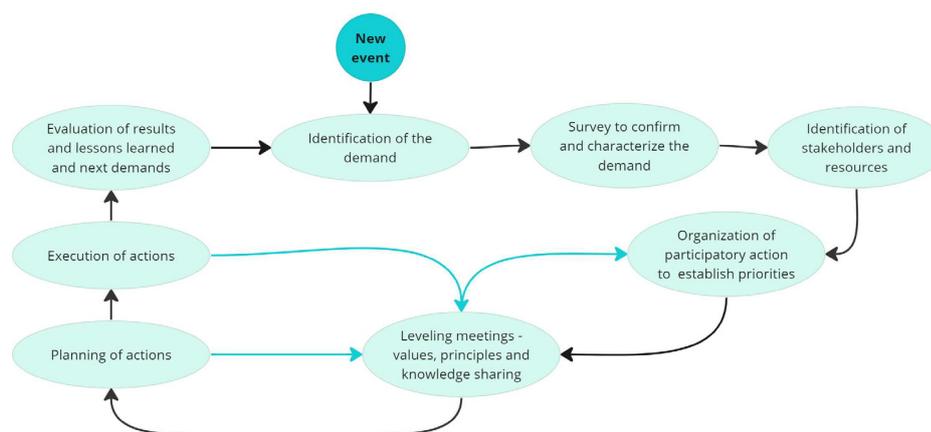


Figure 1: Methodology for sustainable community actions. Source: Own authors.

In relation to the environment, the area was effectively cleaned, some terrain level adjustments have been made and planting beds created, and more than just tackling the problems of a vacant lot in the community, creating a green productive spot. Considering the spreading of similar initiatives in the community itself, it is noteworthy that the ECG is growing as a reference.

Regarding the team, an important bond is being created. The action-research and Systemic Design principles contribute to reinforce that exchanges between academic institutions, local authorities and community should evolve naturally, without a notion of superiority, as long as everyone participates effectively in the movement and learns from each other.

6. Discussion

Urban community gardens are becoming an alternative to the large market chains, to give access to quality food, especially to the low-income population. Participants in the integrated system see community gardens also as a space of nature and peace within the chaotic urban center.

With the development of community-based, collaborative and shared work, community gardens are a way of resisting gentrification and a context for practicing partnership involving the community with their internal “specialized” groups, the private sector, the local administration, higher education institutions.

The experiences in the ECG show some typical features, as stated during meetings and with other groups. Even if the communitarian, collective quality of the initiatives is reinforced, some members still have attitudes of dominance and control of the space as almost private, willing to exercise and represent power as managers of the space and its production. Disputes about what to plant, where and how to plant; how to distribute production are frequent challenges. Whenever this takes a dimension that it starts to be perceived as a problem to the operation of the initiative, meetings should be organized to discuss how the individual can be expressed within the collective purpose of the garden.

Low-income communities have resilience as their strength. If operational disagreements arise, also solidarity is present among the members, sharing personal resources in critical

situations of their everyday life regarding, for instance, moments of illness and difficulty of communication.

Community Gardens are then a space of, besides cultivating, sharing resources, knowledge, learning to solve disputes and conflicts, organizing to plan and implement actions. Communication is being practiced involving every stakeholder.

For the academy, it is being an opportunity of sharing knowledge, practicing solidarity, putting theories into practice. The Systemic Design methodology is being an important guide to inspire propositions, but is not yet being used as a planning tool to formally prepare a project to be executed. Its principles are being transmitted and practiced as essential elements for building sustainability.

7. Conclusions

The CGP, in special the ECG, has become an important academic practice, bringing to all the participants – researchers, students, members of the community and of the public institution – new knowledge and contributing to the development of the society by using some effective methods, tools and actions, in the context of urban agriculture. It is an opportunity of practicing diversity, exchanging empiric and academic knowledge, bringing together three pillars of the society: community, academy and public administration, trying also to involve the “industry” to transform the environment.

Theories are being verified in practice. The systemic approach is proving to be very important for the broader goal of creating a context of change in order to try and solve chronic problems of our society by means of the protagonism of the community itself, which is also one of the bases of the solidarity economy.

After seven years of exchange between the participants of this network, changes have been materialized by the transformation of the area of geological risk into a productive community garden. It can be observed that the continuous cycles of the research-action methodology have been proven coherent with what happens in real life within a community, as an ongoing process of thinking, acting and trying to learn from it. The intensification of meetings and discussions are contributions of the academic approach. Nevertheless, there is yet work to be done to make the cyclic production a reality, to establish a more harmonious relationship within the group directly involved and to broaden the participating group, for them to achieve self-management and formalize it also as a possible economically sustainable activity. It is also an enduring process making the community understand the possibility and the significant value of being autonomous. It requires behavior, social and emotional changes which, in its turn, requires time, strong connections and the development of the local cohesion.

Regarding the academic research, the CGP seems to be getting near to maturity, making possible to try and approach the actual elaboration of formal Systemic Design plans, using also as strong basis the deepening on the theoretical understanding of social cohesion and its relation to sustainability. This long experience will allow us to make a model of action that could be replicated in order to disseminate the benefits of this kind of initiative to other territories. This will include a compilation of suggested best practices for spreading actions for integral sustainability as a means of improving the quality of life.

Referências

1. Costa HS de M, Almeida DAO de. Agricultura Urbana: possibilidades de uma praxis espacial? *Cad Estud Cult* [Internet]. 2012;4(8):1–21. Available from: <https://periodicos.ufms.br/index.php/cadec/article/view/3528>
2. Bistagnino L. *Systemic Design* [Internet]. 2nd ed. Bra (Cn): Slow Food Editore srl; 2011. 272 p. Available from: <https://www.unilibro.it/ebook/luigi-bistagnino/systemic-design-e-book-formato-pdf/29750742>
3. Mendonça RMLO. *Systemic Network Innovation and Its Application in the Brazilian Context of the “Estrada Real”* [Internet]. Politecnico di Torino; 2014. Available from: <https://iris.polito.it/handle/11583/2534088#.XDYjJVz0mMp>
4. Monteiro R, Mendonça RM, Pessoa B. Briefing: ferramenta estratégica para o Design Sustentável. *Rev Transverso* [Internet]. 2024;1(14):13–31. Available from: <https://revista.uemg.br/index.php/transverso/article/view/8359>
5. Meadows DH, Meadows DL, Randers J, III WWB. *Limits to Growth* [Internet]. 2o. Meadows DL, editor. New York: Universe Books; 1972 [cited 2024 Jan 15]. 205 p. Available from: https://collections.dartmouth.edu/content/deliver/inline/meadows/pdf/meadows_ltg-001.pdf
6. Paul BD. A history of the concept of Sustainable Development: Literature Review. *Ann Univ Oradea, Econ Sci Ser* [Internet]. 2008;17(2):581. Available from: https://www.academia.edu/29604734/A_history_of_the_concept_of_sustainable_development_literature_review
7. Andrade AL. *O Curso do Pensamento Sistêmico*. 1a ed. São Paulo: Digital Publish & Print Editora; 2014. 230 p.
8. Mendonça RMLO, Martins V. A academia na rede sistêmica de empreendimentos integrais em agroecologia. In: Mendonça RMLO, Figueiredo MCB de, editors. *Economia Criativa: Práticas para Inovação e Desenvolvimento* [Internet]. Belo Horizonte: Editora UEMG; 2019. p. 74–98. Available from: <https://editora.uemg.br/component/k2/item/176-economia-criativa-praticas-para-inovacao-e-desenvolvimento?highlight=WyJlY29ub21pYSIsImNyaWF0aXZhIiwZWNvbm9taWEgY3JpYXRpdmEiXQ==>
9. Mendonça RMLO, de Figueiredo MCB. EILAB, Design e Sustentabilidade: uma parceria empreendedora. *An do 22º Semin Pesqui e Extensão* [Internet]. 2020;46–80. Available from: <https://uemg.br/seminariospe-publicacoes/artigos?download=7172:22-p-e-caderno-de-artigos-de-extensao-2020>
10. EMBRAPA. *Marco Referencial em Agroecologia* [Internet]. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; 2006 [cited 2024 Dec 10]. 70 p. Available from: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/66727/1/Marco-referencial.pdf>
11. Carlile R, Garnett T. What is agroecology? [Internet]. TABLE Expl. University of Oxford, Swedish University of Agricultural Sciences and Wageningen University &

- Research; 2021. 70 p. Available from: [https://tabledebates.org/sites/default/files/2021-06/What is agroecology_0.pdf](https://tabledebates.org/sites/default/files/2021-06/What%20is%20agroecology_0.pdf)
12. Santiago JL, Fraxe T de JP, Castro AP de, Campos JF. Agroecologia em rede e o fortalecimento da agricultura familiar. *Rev Amaz Ensino Ciências* [Internet]. 2017;10(21):12–22. Available from: [http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/2807/1/Agroecologia em rede e o fortalecimento da agricultura familiar.pdf](http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/2807/1/Agroecologia%20em%20rede%20e%20o%20fortalecimento%20da%20agricultura%20familiar.pdf)
 13. Burity V, Franceschini T, Valente F, Recine E, Leão M, Carvalho M de F. Direito Humano à Alimentação Adequada no Contexto da Segurança Alimentar e Nutricional [Internet]. ABRANDH; 2010. 204 p. Available from: https://www.redsan-cplp.org/uploads/5/6/8/7/5687387/dhaa_no_contexto_da_san.pdf
 14. Ciodaro AD de A, Mello EMR de. Um arranjo formativo em economia solidária para alunos do fundamental. *PEPSIC* [Internet]. 2018;13(4). Available from: [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-89082018000400014#:~:text=Uma formação em economia solidária,uma vida saudável e digna](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-89082018000400014#:~:text=Uma%20forma%C3%A7%C3%A3o%20em%20economia%20solid%C3%A1ria,uma%20vida%20saud%C3%A1vel%20e%20digna)
 15. Singer P. Economia solidária versus economia capitalista. *Soc e Estado* [Internet]. 2001;16(1–2). Available from: <https://www.scielo.br/j/se/a/Xy7BmyrV8tHfwKNVhmSXFyw/?lang=pt>
 16. Singer P. Relaciones entre sociedad y Estado en la economía solidaria. *Iconos – Rev Ciencias Soc.* 2009;(33):51–65.
 17. Fórum Brasileiro de Economia Solidária (FBES). Carta de princípios da Economia Solidária [Internet]. 2003 [cited 2024 Jan 10]. Available from: <https://fbes.org.br/2005/05/02/carta-de-principios-da-economia-solidaria/>
 18. Tripp D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. *Educ e Pesqui* [Internet]. 2005;31(3):443–66. Available from: <https://www.scielo.br/j/ep/a/3DkbXnqBQyq5bV4TCL9NSH/?format=pdf&lang=pt>
 19. Franco MAS. Pedagogia da pesquisa-ação. *Educ e Pesqui* [Internet]. 2005 Dec;31(3):483–502. Available from: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1517-97022005000300011&lng=pt&tlng=pt
 20. Perdigão AC. A ética do cuidado na intervenção comunitária e social: Os pressupostos filosóficos. *Análise Psicológica* [Internet]. 2003;4(XXI):485–97. Available from: <http://publicacoes.ispa.pt/index.php/ap/article/view/8/pdf>
 21. Mello EMR de, Nery S de O, Almeida DER, Costa JD. Economia solidária e segurança alimentar: pesquisa intervenção em hortas comunitárias. In: Manaus, editor. VI Conferência Internacional de Pesquisa sobre Economia Social e Solidária - CIRIEC “Economia Social e Solidária, Sustentabilidade e Inovação: enfrentando os velhos e os novos problemas sociais” [Internet]. UFAM; 2018. Available from: <https://even3.blob.core.windows.net/processos/641c78eea4e04d419014.pdf>
 22. Prefeitura de Belo Horizonte (PBH). Companhia Urbanizadora e de Habitação de Belo Horizonte [Internet]. [cited 2024 Feb 5]. Available from:

<https://prefeitura.pbh.gov.br/urbel>

23. Prefeitura de Belo Horizonte. Educação Alimentar e Nutricional [Internet]. 2019 [cited 2024 Jan 9]. Available from: <https://prefeitura.pbh.gov.br/smasac/seguranca-alimentar-e-nutricional/informacoes/educacao-alimentar-e-nutricional>
24. ED-UEMG. I Encontro Itinerante das Hortas Comunitárias de Belo Horizonte e Agroecologia [Internet]. 2019 [cited 2024 Feb 5]. Available from: <https://ed.uemg.br/i-encontro-itinerante-das-hortas-comunitarias-de-belo-horizonte-e-agroecologia/>
25. Secretaria de Assistência Social SA e C. Unidades Produtivas Coletivas e Comunitárias [Internet]. PBH. 2023 [cited 2023 Aug 15]. Available from: <https://prefeitura.pbh.gov.br/smasac/susan/fomento/sistemas-de-producao/coletivas-e-comunitarias>
26. Mendonça RMLO, Rodrigues CS. Como utilizar máscaras de tecido – Nova versão detalhando o descarte seguro [Internet]. 2020 [cited 2020 Oct 1]. Available from: <http://ed.uemg.br/como-utilizar-mascaras-de-tecido-nova-versao-detalhando-o-descarte-seguro/>

Experimentações com tecnologias de fabricação digital: produção de modelos e protótipos de elementos de conexão

Experimentations with digital manufacturing technologies: production of joint models and prototypes

Livia Brito da Cruz, pesquisadora, Universidade de São Paulo.

livia.brito@usp.br

Camilla Martins Freire, pesquisadora, Universidade de São Paulo.

camilla_martins@usp.br

Mariana Rodrigues Rizzi, pesquisadora, Universidade de São Paulo.

marodriguesrizzi@usp.br

Tomás Queiroz Ferreira Barata, professor doutor, Universidade de São Paulo.

barata@usp.br

Cyntia Santos Malaguti de Sousa, professora doutora, Universidade de São Paulo.

cyntiamalaguti@usp.br

Resumo

Considerando o processo de democratização da Fabricação Digital (FD) e a crescente cultura do *Do It Yourself (DIY)*, que proporciona aos pequenos produtores criar e comercializar suas próprias peças, este artigo tem como objetivo investigar a utilização de processos de fabricação digital com tecnologias aditivas aplicadas na produção de modelos e protótipos de elementos de conexão para mobiliários e outros artefatos. Os procedimentos metodológicos adotados na pesquisa exploram tecnologias de manufatura digital, softwares de modelagem paramétrica e processos convencionais de marcenaria para a produção experimental de elementos de conexão geométricos e orgânicos para a junção de chapas e barras roliças de madeira, aplicáveis a modelos e protótipos. Os resultados deste artigo são um conjunto de 11 conectores paramétricos, bem como uma análise de tempo de impressão, uso de material e da eficiência na produção dos mesmos.

Palavras-chave: Fabricação Digital; Prototipagem; Conexões.

Abstract

Considering the process of democratization of digital fabrication and the growing culture of Do It Yourself (DIY), which allows small producers to create and sell their own products, this article aims to investigate the use of digital fabrication processes with additive technologies applied in the production of joint models and prototypes. The methodological procedures adopted in the research explore digital manufacturing technologies, parametric modeling software and conventional carpentry processes for the experimental production of geometric and organic connection elements for joining sheets and round wooden bars, applicable to models and prototypes. The results of this article are a set of 11 parametric joints, as well as an analysis of printing time, material use and efficiency in their production.

Keywords: Digital Fabrication; Prototyping; Joints.

1. Introdução

A fabricação digital, embora não tenha origem definida, teve um grande desenvolvimento ao longo das últimas três décadas, com a modernização de equipamentos e softwares que trabalham com precisão e eficiência em escalas cada vez maiores. Estes softwares com tecnologia CAM (*Computer Aided Manufacturing*), antes desenvolvidos especificamente para controlar os processos das máquinas, passam a ser compatíveis com formatos utilizados em softwares de desenho digital [1]. Esses avanços permitiram que a modelagem deixasse de ser apenas uma representação planejada de algo, e passasse a ser um modelo digital tridimensional, imbuído de todos os parâmetros necessários para a sua posterior fabricação. Com isso, cria-se a possibilidade de desenvolver, de forma rápida e eficiente, modelos e protótipos com alto nível de precisão dimensional, e estimando de forma muito mais acurada a quantidade de matéria prima necessária, o tempo de produção e custo de cada peça.

Com o uso das máquinas por Controle Numérico (*Computer Numeric Control - CNC*) e Fabricação por Fusão de Filamento (*Fused Filament Fabrication - FFF*) ao lado da cultura *Do it Yourself* (DIY), a fabricação digital passa a fazer parte de um processo de democratização da fabricação e da distribuição de produtos, possibilitando aos pequenos produtores criar e comercializar seus próprios artefatos. E, embora o acesso a essa tecnologia ainda seja limitado, tendo ela um custo elevado e exigindo certo nível de capacitação para o seu uso, a presença dos Fab Labs tem sido de grande importância para esse processo.

Tendo em vista a ideia de sustentabilidade, na qual deve-se levar em conta aspectos da criação, da produção, da comercialização, do uso e do descarte dos bens de consumo, é possível constatar que essa tecnologia também pode ser aliada às questões ambientais [2]. Sendo mais adequada à produção sob demanda do que à produção industrial, ela permite um maior controle das etapas produtivas, com o uso de matéria prima biodegradável ou reutilizável, e ainda pouca geração de resíduos. Adotar técnicas como essas de redução e reutilização de materiais é o que demonstra maior potencial de diminuição dos impactos ambientais, partindo da mudança no design de produtos e de modificações nos meios de produção e consumo [3].

Ao pensar o processo produtivo em conjunto com a sustentabilidade, desponta-se, também, a ideia de economia circular. De acordo com a entidade Ellen Mac Arthur Foundation, a economia circular é baseada em três princípios orientados pelo design: eliminar resíduos e poluição, circular produtos e materiais (em seu maior valor) e regenerar a natureza [4]. Portanto, tentando manter-se em conformidade com esses princípios, foram adotadas, para o desenvolvimento da pesquisa, as tecnologias de fabricação digital, dadas as suas altas capacidades de simulação, de personalização e de otimização de processamento.

Esta pesquisa, sendo grande parte realizada dentro do que foi o primeiro Fab Lab do Brasil [5], localizado no edifício anexo à FAUUSP (Faculdade de Arquitetura Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo), o atual STMEEC (Seção Técnica de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas), demonstra um pouco do que pode ser feito com o uso de algumas das máquinas de fabricação digital presentes em um desses laboratórios, sendo elas as Impressoras 3D para peças pequenas (até 40cm x 40cm x 40cm). Tem como seus principais objetos de análise os elementos de junção de chapas e barras roliças, que, juntamente a modelagem paramétrica, podem ser usados para os mais diversos fins e escalas, como, por exemplo, objetos de decoração, mobiliário e estruturas arquitetônicas.

2. Procedimentos Metodológicos

O método de pesquisa utilizado para o presente artigo pode ser demarcado por duas grandes fases, a primeira, teórica, de leitura e revisão bibliográfica e, a segunda, majoritariamente prática, de projeto e produção de modelos de conectores.

2.1 Revisão bibliográfica

O presente estudo é síntese de uma ampla revisão bibliográfica pautada nos seguintes temas: a) desenvolvimento da fabricação digital ao longo das últimas décadas [6]; b) sustentabilidade e economia circular, sendo essas indissociáveis dos processos produtivos [7]; c) uso de software de modelagem ligados à fabricação digital [8]; d) raciocínio projetivo com auxílio de ferramentas de fabricação digitais [9]; e) estudo de conexões entre peças de madeira [10]. As investigações desses tópicos tomaram como base artigos científicos, teses, dissertações e capítulos de livros que possibilitaram o desenvolvimento de pensamento crítico e de repertório necessários para a constituição e um melhor aproveitamento das etapas projetivas.

2.2 Desenvolvimento de projeto e processos de prototipagem de conectores

Seguindo os procedimentos metodológicos de revisão de literatura, deu-se início a fase de projeto e experimentação de protótipos dos conectores. Foram estudados 4 (quatro) tipos de conexões diferentes, dois para conexão de chapas e dois para conexão de peças cilíndricas. Nessa fase foram gerados primeiramente os esboços, feitos manualmente, e, em seguida, os testes de modelagem, com o auxílio dos softwares *Rhinoceros 3D* (com o seu plugin: *Grasshopper*) e o *Fusion 360*, que permitiram avaliar sua aparência, funcionalidade e possibilidade de prototipagem. Para essa avaliação produziram-se as primeiras versões dos modelos digitais, sobre as quais foram feitas simulações de impressão 3D, com o software *Repetier-Host*. A partir dos resultados dessas simulações efetuaram-se alterações nos modelos digitais com o propósito de otimizar o tempo de produção e reduzir o uso de matéria prima. Com as versões atualizadas foram realizadas novas simulações, para, então, partir para a última etapa, a de prototipagem, que consistiu na produção de modelos físicos com impressões 3D em filamento PLA e escala 1:1.

Especificamente no processo de prototipagem, visando entender quais peças apresentaram uma melhor reprodutibilidade, adequação ao processo de impressão e custo-benefício, foram analisadas as seguintes variáveis: a) número de conexões; b) tamanho dos conectores; c) comprimento linear de filamento (com e sem pontes); d) tempo estimado de impressão; e) custo médio, em reais, de PLA por peça.

3. Resultados

Como produto final da pesquisa, concomitante às análises de tempo, do uso de material e da eficiência na produção com a fabricação digital, foi desenvolvido um conjunto de conectores paramétricos.

3.1. Prototipagem de conectores para chapas

Foram realizadas experimentações de dois tipos de conectores para chapas. O primeiro deles foi um conector de canto, que une três chapas adjacentes colocadas a um ângulo de 90° umas às outras. Sua concepção deu-se, inicialmente, com esboços, seguidos pela modelagem 3D realizada no *Fusion 360*, e, logo depois, optou-se por realizar a parametrização do conector, pensando em facilitar sua reprodução em diferentes tamanhos. A parametrização foi realizada no *Grasshopper*, plugin do software *Rhinoceros*, e, concomitantemente a esse processo, com o objetivo de associar

formas orgânicas ao conector, foi aplicada uma textura sobre o protótipo, baseada no diagrama de Voronoi. Por fim, foram realizadas algumas tentativas de impressão 3D da peça.

Na primeira tentativa, foi impressa uma peça de tamanho 8 x 2 cm (base x altura), entretanto, a espessura definida para a linha (1.5 mm) foi muito pequena para a saída de filamento da impressora utilizada, isso combinado a quantidade muito alta de furos (600) da textura impossibilitaram a impressão adequada da peça e deixaram-na fragilizada ao ponto de não ser possível retirar as próprias pontes (filamentos de apoio), que são geradas automaticamente. Um segundo modelo foi elaborado, ajustando a espessura da linha para 3 mm e diminuindo a quantidade de furos na textura de 600 para 130. A peça foi impressa com tamanho 10 x 2 cm (base x altura), entretanto foi possível visualizar a reincidência de um dos problemas citados. A textura do protótipo foi impressa com uma melhor definição, mas continuava frágil, impossibilitando a retirada dos filamentos de apoio (figura 1).

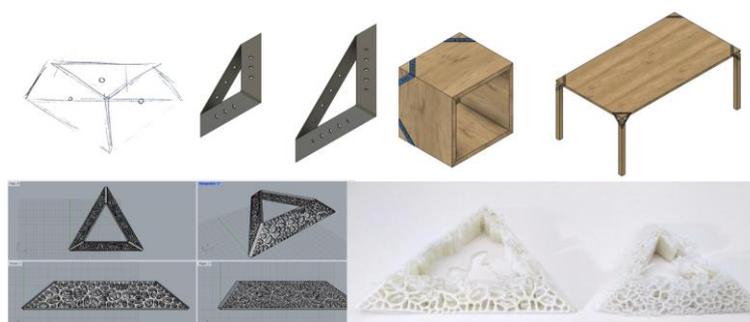


Figura 1: Fotos dos esboços e modelos digitais e físicos do conector de canto. Fonte: elaborado pelos autores.

Constatando-se que não compensava investir mais tempo em um modelo de conexão de tão baixa resistência, deu-se início, então, à modelagem virtual de um segundo tipo de conector de chapas, denominado pelas autoras de “conector laço”. A geração do modelo ocorreu partindo dos esboços e seguindo diretamente para a modelagem paramétrica com o *Grasshopper*. Na primeira impressão as medidas escolhidas para o protótipo foram de 5 x 2 cm, com 2 mm de espessura. A primeira peça, feita com filamento PLA, foi impressa horizontalmente, ocasionando a formação de pontes. As mesmas foram retiradas com o auxílio de um estilete e é possível ver na peça final as rebarbas dos filamentos de apoio em uma das faces. Para a segunda impressão sugeriu-se imprimir a peça verticalmente, a fim de evitar a formação de pontes e o desperdício de filamento. Observou-se nesse caso que, além de gerar quase nenhum resíduo de filamento, o protótipo obteve um melhor acabamento. Tendo sucedido nessa impressão, foram feitas outras em um tamanho maior (7,5 x 2 cm). Devido à instabilidade da impressora 3D, uma das peças apresentou falhas, mas todas as outras (4) tiveram impressões bem sucedidas. Além disso, pensando na união de quatro placas simultaneamente, outros dois modelos de conectores foram gerados, combinando duas peças do conector laço citado acima (figura 2).



Figura 2: Fotos dos esboços e modelos digitais e físicos dos conectores laço. Fonte: elaborado pelos autores.

3.2. Prototipagem de conectores para peças cilíndricas

Em paralelo aos conectores para chapas, foram criados modelos paramétricos de conexões de peças cilíndricas. Para dar início a essa etapa foi realizada uma série de rascunhos. Em seguida, uma das ferramentas utilizadas para fazer os primeiros modelos foi o *SketchUp*, que logo se mostrou limitado para esse tipo de trabalho, já que suas ferramentas se mostraram ineficientes para a criação de formas orgânicas. Além disso, cada alteração exigia a criação de um novo modelo, então os estudos iniciais eram extremamente trabalhosos para serem realizados por meio do software. Com isso, migrou-se a modelagem para o *Grasshopper*.

Pensando na ideia de conectar várias peças cilíndricas a um eixo central, foi feito um modelo paramétrico, a princípio para até seis peças de 25 mm de diâmetro, sendo três peças superiores e três inferiores, em ângulos regulares de 60° entre si, e inclinação de 30° com o eixo vertical. A parte superior é rotacionada em relação a inferior, permitindo o alinhamento das saídas. A peça tem como sua principal base na modelagem digital a ferramenta *multi pipe* do *Grasshopper*, que forma tubos em torno de linhas. Alterando a direção e a quantidade de linhas, portanto, pode-se alterar o resultado da união de tubos. Inicialmente, foi escolhida uma textura vazada que buscava conferir leveza à peça. O que ocorreu, porém, é que as linhas acabaram com uma espessura inadequada para a extrusão na máquina 3D, sendo incapazes de oferecer a estrutura necessária para a impressão.

Na segunda tentativa de imprimir o modelo, produziu-se uma amostra menor, para conexão de até três peças a 90° (eixos X, Y e Z). Esse modelo foi feito dividindo a superfície da peça em triângulos. A peça foi impressa com sucesso e com um bom acabamento, porém gerando muitas bases de apoio, revelando a importância do posicionamento adequado do modelo para a economia de material. Outro fato percebido foi a distorção das bordas, que com a nova textura produziu chanfros que reduziram em cerca de 2 mm o diâmetro interno após a impressão (figura 3).

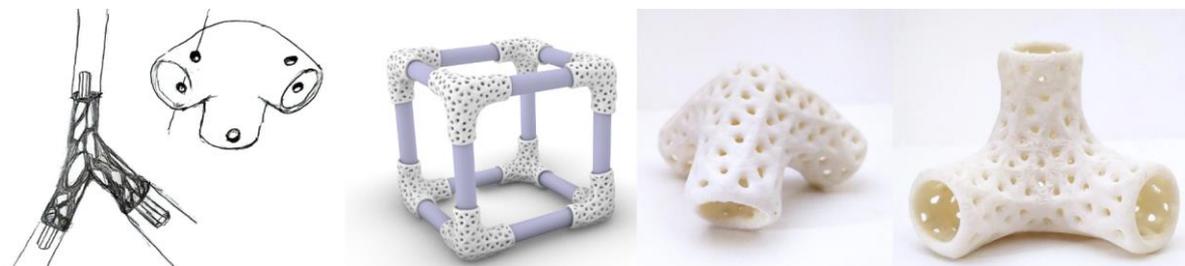


Figura 3: Fotos dos esboços e do modelo físico do conector de três saídas. Fonte: elaborado pelos autores.

Partindo do primeiro modelo impresso, realizou-se um segundo modelo, possibilitando o encaixe das 6 peças, agora utilizando a estrutura seguindo o diagrama de Voronoi para reforçar a aparência orgânica que buscávamos a princípio. Houve, porém, problemas com o tempo de impressão, que foi calculado como sendo acima de 9 horas, o que se deu em função da quantidade de pontes criadas para sustentar a impressão nas áreas vazadas, inviabilizando a impressão do modelo.

Foi realizada então outra adequação, que, além de retirar a textura, possibilitou o uso de peças roliças de diâmetros diferentes no mesmo conector. Também foi feita uma pequena redução na escala da peça com o objetivo de reduzir o tempo de impressão e a quantidade de filamento utilizada. O tempo de impressão estimado para o modelo foi de cerca de 6 horas. A posição do elemento reduziu a quantidade de pontes necessárias para sua estruturação, diminuindo, consequentemente, o desperdício de filamento para sua impressão. Devido a problemas com a impressora 3D ou com o filamento utilizado, tendo a máquina ocasional e repetidamente parado

no meio do processo de impressão, fez-se necessário reimprimir várias vezes o mesmo protótipo. O acabamento, no caso dessa peça final, também não foi o melhor (figura 4).

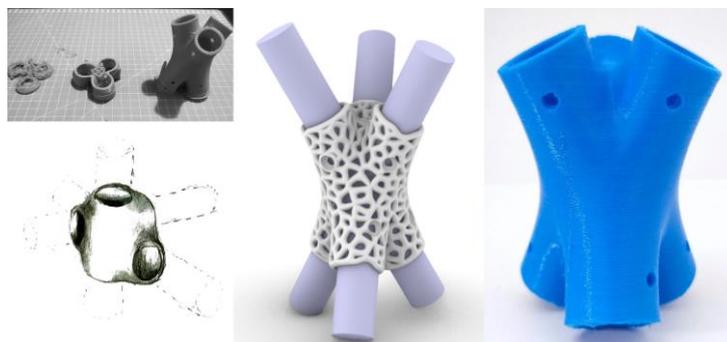


Figura 4: Fotos dos modelos digital e físicos do conector de seis saídas. Fonte: elaborado pelos autores.

Outra opção de conector para peças roliças foi projetada a partir da noção de design para desmontagem (*design for disassembly*) [11] que permitisse um alto nível de personalização do produto final, assim como a possibilidade de montar e desmontar o objeto produzido de maneira não destrutiva. O conector exploraria eixos de movimentação paralelos e rotacionais entre duas peças cilíndricas a partir da junção de ambas em diferentes ângulos. Essa noção de movimento permitiria um range diversificado de subversões espaciais pelo usuário final.

A primeira rodada de rascunhos (*roughs*) fundamentou uma versão simples da conexão modelada no *software Fusion 360* a partir da extrusão de formas bidimensionais, método adotado pelo programa de CAD (*Computer Aided Design*). Na primeira versão modelada, tentou-se desenvolver uma espécie de braçadeira que envolvesse o corpo de madeira torneada. Nesse caso, uma tira de material maleável envolveria um corpo projetado e criaria tensão entre o conector e a peça de madeira. Entretanto, a ideia não foi levada adiante, pois apresentava um baixo nível de detalhamento funcional (figura 5).

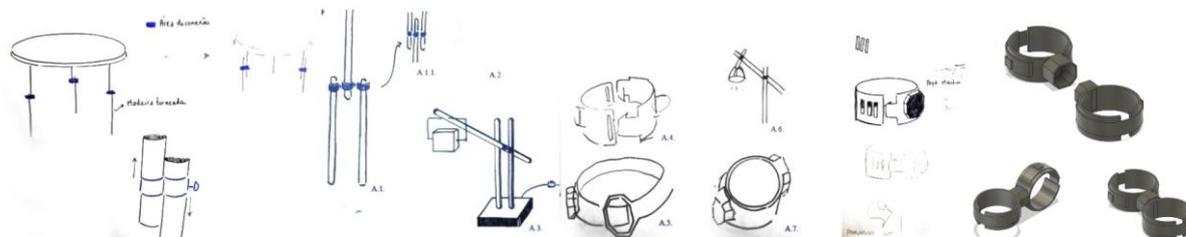


Figura 5: Fotos dos esboços e do modelo digital do conector “braçadeira”. Fonte: elaborado pelos autores.

Ademais, observou-se que a adoção de uma peça única com as saídas fêmea e macho em extremidades opostas possibilitaria um número maior de viabilidades de montagem com um tipo único de peça. Após modelada, a versão 2 foi submetida à impressão 3D. Com uma máquina de impressão da marca Sethi 3D e filamento ABS, um protótipo de 43 milímetros de diâmetro foi impresso em cerca de 52 minutos. Na impressora de modelo S3, usada para a impressão do protótipo, a mesa é estática, o que diminui as possíveis vibrações que comprometem a qualidade do produto final.

Os protótipos da versão 2 foram impressos em duplas para que houvesse interação passível de análise crítica da conexão entre as peças. Em uma das conexões foi aberta uma fenda com o objetivo de explorar a quantidade de tensão que a peça suportaria, uma vez que a mesma deveria “abrir” alguns milímetros para abraçar o cilindro de madeira. Constatou-se que o ABS cumpre essa função satisfatoriamente e o material é flexível o bastante para que ceda uma abertura e posteriormente volte a sua forma original.

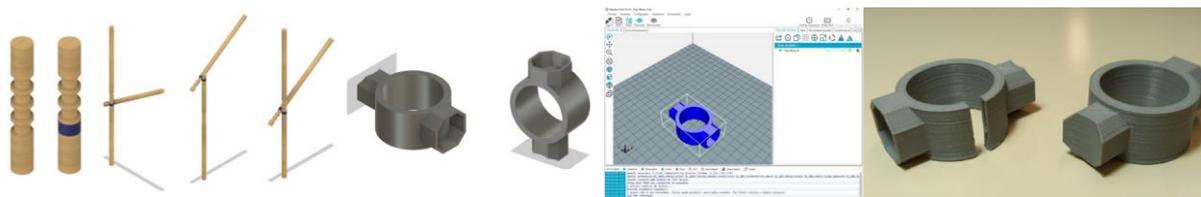


Figura 6: Fotos do esquema de conexão e do modelo digital e físico. Fonte: elaborado pelos autores.

4. Análises dos Resultados

A partir da pesquisa inicial foi constatada o quão vastas eram as possibilidades de trabalho na área de experimentações com tecnologias de fabricação digital, sendo necessária a delimitação do campo de estudo logo de início, a de criação de modelos com prototipagem. Dentro da categoria de modelagem de protótipos, foi elaborada uma pesquisa mais aprofundada na área de junções de peças e conexões. Foi necessário testar os limites das máquinas de impressão 3D e readequar os projetos digitais pelo menos duas vezes (para cada tipo de conector) em cada um dos casos. A maioria dos modelos foram ajustados diversas vezes até que pudessem finalmente serem impressos. A nível de exemplificação, o conector 9 (tabela 1) precisou passar por 3 readequações no arquivo até chegar nesse modelo.

Com o tempo limitado e as máquinas apresentando inconsistências em seu funcionamento, o trabalho acabou seguindo pelo caminho da simplificação, buscando o menor tempo de produção, redução no uso de materiais, menor custo, e, conseqüentemente, os modelos foram se tornando cada vez menos elaborados conforme a pesquisa avançava. Se por um lado a aparência final foi prejudicada por esse processo, por outro, a sua capacidade de reprodutibilidade foi aumentada, permitindo maior adequação aos mais diversos tipos de projetos, em diversas escalas.

Tabela 1: Simulação de impressão e custo por peça

Conectores	Número de Conexões	Tamanho dos conectores (cm)	Comprimento linear de filamento (m) (sem pontes)	Comprimento linear de filamento(m) (com pontes)	Tempo estimado de impressão	Custo PLA por peça (R\$0,75 / m)	Observações
1	3	10,2 x 8,9 x 1,9	4,25	7,2	1h02m	R\$ 5,40	Falha na impressão
2	4	7,5 x 7,5 x 2	2,17	3,57	0h29m	R\$ 2,68	Excesso de pontes
3	4	7,5 x 7,5 x 2	2,26	2,73	0h23m	R\$ 2,05	
4	2	2 x 2 x 7,5	1,13	1,13	0h32m	R\$ 0,85	
5	2	2 x 2 x 5	0,76	0,76	0h22m	R\$ 0,57	
6	6	5,8 x 5,5 x 7,3	6,04	7,17	1h58m	R\$ 5,38	Falha na impressão
7	6	7,9 x 7,4 x 10,7	11,88	12,13	2h21m	R\$ 9,10	Falha na impressão
8	3	8,6 x 9,3 x 5,5	10,59	13,73	1h56m	R\$ 10,30	Excesso de pontes
9	6	6,2 x 5,7 x 8,3	9,47	10,67	1h24m	R\$ 8,00	
10	8	8,8 x 8,8 x 8,8	19,12	24,38	3h01m	R\$ 18,29	Custo elevado
11	2	6,4 x 4,3 x 2,4	4,4	4,86	0h35m	R\$ 3,65	

Fonte: Autores.

Os dados contidos acima, acerca do comprimento de filamento e tempo estimado de impressão, foram obtidos a partir do software *Repetier-Host*, que permite a conversão dos arquivos de formato STL para o G-code, linguagem utilizada pelas máquinas de impressão. O custo da peça foi calculado a partir do preço de PLA observado no momento de realização da pesquisa. [12] A partir da tabela percebe-se que os conectores 4 e 5 foram os que geraram menos pontes. O modelo base para os conectores 6, 7, 8, 9, e 10 é o que apresenta maior capacidade de aumento e personalização no número de conexões. Se compararmos os modelos 7 e 9, é possível notar que são modelos semelhantes, o primeiro com textura, o segundo sem textura e medidas um pouco reduzidas. As alterações pontuais realizadas levaram a uma grande redução no tempo de impressão (de 11,6 min/m de filamento para 7,9 min/m), revelando a melhor reprodutibilidade do modelo simplificado.

5. Considerações finais

Para o campo das tecnologias em fabricação digital, essa pesquisa permitiu o maior aprofundamento nos estudos da modelagem paramétrica, alguma noção de como operar as máquinas de impressão 3D, o contato com materiais para prototipagem em fabricações aditivas e o aprimoramento do raciocínio projetivo.

Por meio das experimentações foi notado que a qualidade dos equipamentos e das tecnologias utilizadas impactam no processo e resultado das impressões. Além disso, a quantidade de pontes geradas em cada modelo foram um fator crítico na determinação do tempo de impressão e acabamento das peças, ademais o posicionamento dos protótipos na mesa de impressão afeta diretamente a formação de pontes e, portanto, também interfere no resultado. Algumas outras questões foram observadas e merecem atenção quanto a etapa projetiva, são elas: a espessura das linhas nos modelos digitais, essas devem estar de acordo com a capacidade da impressora e possuir, no mínimo, o mesmo valor que a espessura do bico da extrusora; e o espaçamento entre linhas ou o diâmetro dos furos no modelo, que devem estar no mesmo grau de precisão da impressora, espaçamentos ou diâmetros com valores menores que aqueles processados pela máquina são involuntariamente preenchidos por filamento.

No artigo foi possível abordar apenas algumas possibilidades de conexões de peças, dois tipos para junções entre chapas e dois para junções entre barra roliças, com algumas variações em cada um deles, mas entre tudo o que foi realizado até esse momento fica claro o potencial de conectores associados à fabricação digital para aplicação no ramo de objetos decorativos, mobiliário e estruturas arquitetônicas.

Referências

- [1] SCHEEREN, Rodrigo. **Fabricação digital na América do Sul**: laboratórios, estratégias, processos e artefatos para o design, a arquitetura e a construção. 2021. Tese (Doutorado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2021. p 34-35.
- [2] BARROS, Alexandre Monteiro. **Fabricação digital**: sistematização metodológica para o desenvolvimento de artefatos com ênfase em sustentabilidade ambiental. Dissertação (Pós-Graduação em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011. p 48.
- [3] SAMPAIO, C. P. de et al. **Design para a sustentabilidade**: dimensão ambiental. Curitiba: Insight, 2018. p. 124.
- [4] ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. **Glossário da economia circular**. [S. l.: s. n.], 2021. 5 p. Disponível em: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/pt/temas/economia-circular-introducao/glossario>. Acesso em: 28 mar. 2024.
- [5] SCHEEREN, Rodrigo. **Fabricação digital na América do Sul**: laboratórios, estratégias, processos e artefatos para o design, a arquitetura e a construção. 2021. Tese (Doutorado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2021. p 84.
- [6] SCHEEREN, Rodrigo. **Fabricação digital na América do Sul**: laboratórios, estratégias, processos e artefatos para o design, a arquitetura e a construção. 2021. Tese (Doutorado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2021.
- [7] BARROS, Alexandre Monteiro. **Fabricação digital**: sistematização metodológica para o desenvolvimento de artefatos com ênfase em sustentabilidade ambiental. Dissertação (Pós-Graduação em Design) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2011.
- [8] SCHEEREN, Rodrigo. **Fabricação digital na América do Sul**: laboratórios, estratégias, processos e artefatos para o design, a arquitetura e a construção. 2021. Tese (Doutorado em Teoria e História da Arquitetura e do Urbanismo) - Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2021. p. 47-68
- [9] SASS, Lawrence; MICHAUD, Dennys; CARDOSO, Daniel. **Materializing a Design with Plywood**. Digital Design and Fabrication Group, MIT. Cap. 13. Modelling. Cambridge, 2007. p. 629-636.
- [10] JACKSON, Albert; DAY, David. **Good Wood Joints**. [S. l.]: HarperCollins Publishers, 1995. 128 p. ISBN 0 00 412780 3.
- [11] RIOS, Fernanda Cruz; CHONG, Wai K.; GRAU, David. **Design for Disassembly and Deconstruction**: Challenges and Opportunities. Procedia Engineering, v. 118, p. 1296-1304, 2015. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877705815021402>. Acesso em: 20 maio 2024
- [12] 3D LAB. **Filamento PLA Speed Premium Branco**. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://3dlab.com.br/produto/filamento-pla-branco/>. Acesso em: 26 maio 2024.

Conforto térmico e lumínico nos invólucros envidraçados: estudo empírico com filme de polímeros termocrômicos integrados no vidro

Thermal and lighting comfort in glazed enclosures: empirical study with thermochromic polymer film integrated into the glass

Hilma Ferreira, Doutoranda em Design, Universidade Federal de Pernambuco

hilma.santos@ufpe.br

Jullyene Costa, Mestre em Design, Universidade Federal de Pernambuco

Jullyene.costa@ufpe.br

Tarciana Andrade, Doutora em Design, Universidade de Lisboa em regime de cotutela com a Universidade Federal de Pernambuco

andrade.tarci@gmail.com

Amilton Arruda, Professor do PPG Design, Universidade Federal de Pernambuco

amilton.arruda@ufpe.br

Resumo

Para contribuir para o controle das alterações climáticas, é fundamental considerar a relevância do envidraçamento de fachadas para a promoção da eficiência energética e do conforto térmico. O presente artigo analisa qualitativamente dois projetos, a partir da identificação das envoltórias como parâmetro inicial, seguida pela seleção das tipologias de vidro e, por fim, pela análise comparativa, tendo em vista a redução da exposição solar no interior do ambiente. O primeiro projeto foi o Centro Jack H. Miller — EUA, que obteve certificação LEED, enquanto o segundo, o Centro Universitário Unibra — BR, precisou de intervenção posterior à sua execução. Os estudos demonstram ser possível aprimorar o conforto térmico ao aplicar filmes Termocrômicos.

Palavras-chave: Vidro dinâmico; Película Termocrômica; Desempenho Termoenergético.

Abstract

To contribute to the control of climate change, it is essential to consider the relevance of facade glazing for promoting energy efficiency and thermal comfort. This article qualitatively analyzes two projects, starting with the identification of the envelopes as the initial parameter, followed by the selection of glass typologies, and finally, by the comparative analysis, considering the reduction of solar exposure inside the environment. The first project was the Jack H. Miller Center — USA, which obtained LEED certification, while the second, the Unibra University Center — BR, required intervention after its execution. The studies demonstrate that it is possible to improve thermal comfort by applying thermochromic films.

Keywords: Dynamic glass; Thermochromic film; Thermoenergetic performance.

1. Introdução

A partir do conceito de sustentabilidade, o vidro desempenha um papel fundamental na estrutura externa de uma edificação, sendo considerado um dos materiais mais flexíveis em termos de aplicação. Este material é essencial para a arquitetura contemporânea devido aos desenvolvimentos, quer estéticos, quer tecnológicos, estimulados pelo modernismo. De acordo com [1], a influência do vidro no conforto térmico da edificação está relacionada ao grau de transparência, à extensão das aberturas, à integração com elementos de sombreamento e aos revestimentos de baixa capacidade de emissão de energia por radiação da superfície, que auxiliam na redução da perda de calor no inverno e do ganho de calor no verão.

Para o desempenho térmico de qualquer edifício, é necessário analisar o aproveitamento da luz natural, pois seu uso não afeta apenas aspectos de eficiência energética e sustentabilidade, mas também o bem-estar dos usuários. As transparências no exterior do edifício são um fator importante no bloqueio do excesso de luz solar na envoltória da edificação, proporcionando assim iluminação e calor ao ambiente interior. Paralelamente a esses dispositivos estão as películas de proteção, materiais que impactam diretamente no controle de radiação solar no ambiente construído [2].

O atual estado de conhecimento demonstra que as investigações referentes à arquitetura estão condicionadas ao avanço tecnológico, uso de novos materiais e sistemas, diminuindo a necessidade de criar novos cenários. Uma das características que se destacam ao olhar para o edifício é o sistema de envidraçamento. Este sistema de vidro pode ser aplicado em toda a cobertura da envoltória, assumindo função de fechamento e ganhando condição de revestimento [3].

Com a modernização de novos produtos, a indústria vidreira vem possibilitando que os profissionais técnicos idealizem vidros que proporcionem melhoria e seguimento sustentável [4]. A tecnologia presente está disponibilizando produtos em vidro com aplicação de película especial, os quais vêm obtendo espaço no mercado, por serem compostos por elementos químicos que proporcionam a mudança de cor conforme a incidência e o aumento de temperatura. Tal propriedade colabora para o controle passivo dos ganhos de calor solar nos edifícios.

Portanto, o filtro Termocrômico, um elemento característico do vidro de invólucros em edificações, consegue fornecer proteção solar passiva, além de proporcionar a redução da dependência de sistemas de refrigeração mecânica, gerando reduções no consumo de energia elétrica e promovendo conforto térmico. Também ajuda a potencializar a luz natural no ambiente interno, reduzindo a necessidade de iluminação artificial [5].

Assim, o presente artigo analisa qualitativamente dois projetos com aplicação desse elemento de proteção solar e suas características, em conjunto com as tipologias dos vidros, a fim de obter conhecimentos específicos para melhorar o conforto térmico, visando à redução da exposição solar no interior do ambiente.

Dentro desse contexto, o documento estrutura-se da seguinte forma: no tópico 2, são contemplados conceitos do Termocromismo, suas características, composição por combinação de polímeros termoplásticos, corantes Termocrômicos e procedimento de fabricação a favor da sustentabilidade; no tópico 3, os procedimentos metodológicos como abordagem para obter dados concretos e análise comparativa focada em estudo de caso para a redução da exposição solar no interior dos ambientes; o tópico 4 apresenta uma descrição sobre os dois estudos de caso selecionados para a análise qualitativa; já o tópico 5 efetua análises das discussões

causadas pelos estudos de caso e suas particularidades; e por fim, no tópico 6, são apresentadas as conclusões finais como fechamento do artigo.

2. Contextualização Teórica

O Termocromismo é um fenômeno no qual a cor das substâncias muda conforme a variação da temperatura, quando são aquecidas e resfriadas. Essa propriedade pode trazer conforto e facilidade no dia a dia dos usuários. Geralmente, isso é possível devido às alterações na estrutura molecular da substância que afetam como a luz é absorvida ou refletida.

No entanto, existem diferentes mecanismos que podem causar o Termocromismo, como mudanças na estrutura cristalina, transições de fase ou atividades químicas específicas. Quando a temperatura é alterada, esses mecanismos podem levar a mudanças na cor da substância, tornando-a visivelmente diferente. Essas mudanças podem ser reversíveis, ou seja, o material possibilita voltar à sua cor original quando a temperatura retorna ao normal [6].

O desenvolvimento e a inovação de materiais Termocrômicos envolvem contribuições de cientistas, pesquisadores, especialistas e engenheiros de materiais ao longo do tempo. O fenômeno tem sido objeto de estudo e aplicação em diversas indústrias, resultando em avanços significativos na área. Recentemente, visando desenvolver um vidro mais sustentável em termos de energia e conforto térmico, estudos científicos estão apresentando propriedades ópticas e térmicas desejáveis, utilizando o método de Termocromismo e materiais sensoriais aplicados em janelas e fachadas.

Dentre as diversas modificações relevantes que propuseram o emprego do vidro na arquitetura contemporânea, houve diversas inovações e progressos tanto na construção civil quanto na indústria. De acordo com [4], estima-se que cerca de 70% da produção total de vidros seja usada no Brasil, sobretudo em edifícios altamente envidraçados. Nesse contexto, a relação comparativa da evolução na fabricação de vidro estima que cerca de 22% a 30% do consumo de energia elétrica seja destinado à luminosidade e 40% a 46% refira-se ao consumo de ar-condicionado [7].

A fim de integrar o envidraçamento às construções, considerando o conforto térmico e luminoso, contribuindo para um design arquitetônico moderno e sustentável, o presente artigo conduz um estudo empírico com um polímero termoplástico Termocrômico (Figura 1), em que possui uma transmitância variável e que responde às variações de temperatura, alterando sua cor para controlar a entrada de luz solar e calor, proporcionando um aspecto dinâmico e interativo à edificação.

Uma das principais características desse filtro é a capacidade de mudar sua transmissão térmica em resposta à temperatura ambiental. Isso significa que, quando a temperatura externa aumenta, a película Termocrômica se torna menos transparente, bloqueando uma quantidade maior de radiação solar e reduzindo a entrada de calor para o ambiente interno. Por outro lado, quando a temperatura externa diminui, o filtro se torna mais transparente, permitindo uma maior entrada de luz no ambiente interno [9]. Ainda segundo [9], essa tecnologia adaptada no vidro tem se expandido globalmente devido aos seus benefícios em termos de desempenho térmico e economia de energia.

Em se tratando de um modelo industrializado, a aplicação do vidro Termocrômico nas envoltórias deve sempre considerar alguns pontos que favorecem a edificação: o estilo arquitetônico predominante na região, o nível de insolação da fachada, a eficiência energética para o controle e redução do consumo de energia, a integração visual com o entorno, o impacto

ambiental na busca de alternativas sustentáveis e materiais de baixo impacto, considerando principalmente o contexto urbano. A Figura 1 evidencia um modelo da composição do filtro que permite ao ambiente uma transparência natural e transmissão de luz com adaptação e aplicação em vidro de qualquer cor.



Figura 1: Película termocrômica de dióxido de vanádio. Fonte: Elaborado pelos autores [8].

O filme é composto por nanopartículas de dióxido de vanádio (VO_2), e a cor muda de transparente para translúcida ao entrar em contato com a luz do sol. Quando os raios infravermelhos atingem o vidro, a película absorve o calor e escurece.

Dióxido de vanádio (VO_2) é um material promissor para janelas inteligentes economizadoras de energia devido à sua transição metal-isolante reversível perto da temperatura ambiente e acompanhando grandes mudanças em suas propriedades ópticas [9].

De acordo com [10], a composição do vidro Termocrômico — laminado ou insulado + filme PVB na camada intermediária — conforme ilustrado na Figura 2, proporciona uma barreira parcial ao caminho do calor, e a quantidade de iluminação nessa área depende da cor e da espessura do vidro utilizado.

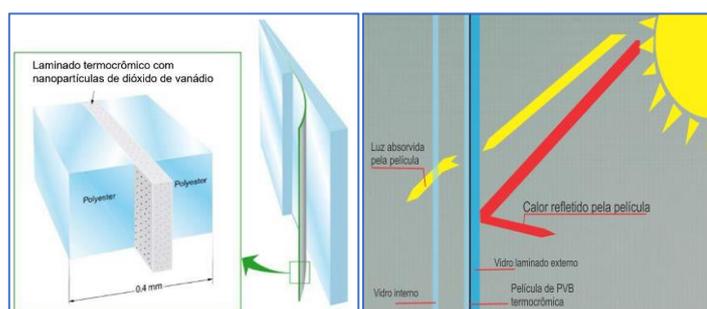


Figura 2: Composição do vidro laminado + filtro termocrômico. Fonte: Elaborado pelos autores [7].

Esses filtros são normalmente produzidos pela mistura de pigmentos sensíveis ao calor em materiais como polímeros ou tintas. Esses pigmentos mudam de cor com as mudanças de temperatura, constituídos por uma combinação de polímeros termoplásticos e corantes Termocrômicos (produtos químicos derivados do vanádio).

Considerando que os materiais Termocrômicos podem apresentar uma ampla variedade de cores personalizáveis com base em necessidades específicas, essa diversidade é devida à presença de diferentes corantes ou pigmentos sensíveis à temperatura no material. Conforme os autores [11], os pigmentos mais frequentemente empregados para proporcionar Termocromismo são os leucos colorantes, também referidos como uma técnica que causa uma mudança de um estado sem cor ou levemente colorido para um estado colorido após ser exposto a certos estímulos químicos ou físicos. Quando utilizado em polímeros termoplásticos adaptados ao vidro, podem criar cores diversas com aplicação ou remoção de calor.



Figura 3: Filtro termocrômico aplicado no vidro. Fonte: Elaborado pelos autores [2].

A fabricação do filtro Termocrômico envolve vários processos que começam com a preparação da tinta, aplicada em um substrato, sendo um filme plástico vaporizado. A execução pode ser feita por meio de técnicas de impressão, sendo o material submetido a um processo de secagem para remover a umidade e acelerar a cura da tinta. Em seguida, o filme passa por laminação, que envolve a sobreposição de várias camadas de filme Termocrômico com adesivos, finalizando com a aplicação de calor e pressão para unir as camadas e criar um filme resistente e durável (Figura 4).

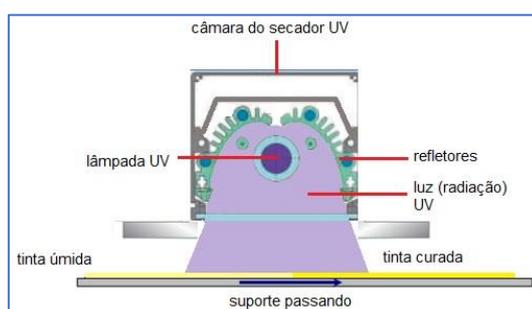


Figura 4: Composição e processo de fabricação. Fonte: Elaborado pelos autores [6].

Segundo os autores [12], as técnicas de secagem incluem o uso de placas quentes, forno, luz ultravioleta e infravermelha. A escolha depende das propriedades do revestimento utilizado e do processo de composição. Por outro lado, a preferência da tecnologia relacionada à espessura do filme está ligada à resolução do padrão de impressão e ao processo de cura quando exposto à luz UV. A Figura 5 evidencia o processo de secagem do filme e evaporação do solvente, mostrando o substrato passando por um ambiente com temperatura controlada. Essas

composições e procedimentos têm sido foco de pesquisa desde a década de 1980, devido à sua transição de isolador térmico para isolador de temperatura relativamente baixa.

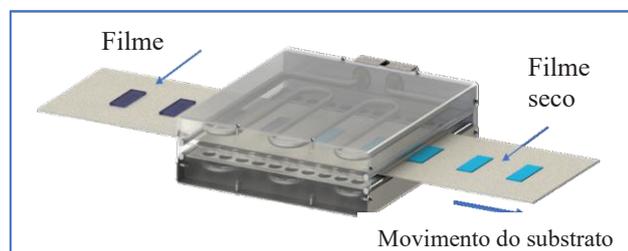


Figura 5: Sistema de secagem por forno. Fonte: Elaborado pelos autores [11].

Um questionamento relevante que surge neste estudo é em relação à aplicação desses materiais em edificações envidraçadas no contexto brasileiro. No entanto, assim como qualquer tecnologia inovadora, poucas empresas nacionais disponibilizam o produto no mercado devido ao alto custo. Esta tecnologia está presente no Brasil desde 2017, conforme comentado por Chohfi [9] em sua palestra, “a comercialização não é muito conhecida, nem tão utilizada, como outros modelos de vidros que oferecem a mesma proposta”. Acredita-se que a compreensão das propriedades técnicas, estudos sobre a aplicação e desempenho térmico da película Termocrômica no Brasil possam contribuir para a disseminação das potencialidades do material como dispositivo de controle térmico em edificações. Nesse sentido, o próximo tópico abordará os procedimentos metodológicos e casos de aplicação.

3. Materiais e Métodos

O presente estudo analisa qualitativamente dois projetos que aplicam filtros ao longo dos envidraçados das fachadas. Para tanto, identificam-se inicialmente as envoltórias como parâmetro inicial, seguidas pela seleção das tipologias de vidro e, por fim, pela análise comparativa, tendo em vista a redução da exposição solar no interior do ambiente.

Em relação aos critérios para a seleção dos estudos de caso, têm-se: a) por meio de revisão de literatura, identificou-se o projeto de referência internacional, o Centro Jack H. Miller de Artes Musicais, em Michigan, EUA, de 2015. Tal projeto obteve, em 2017, a certificação LEED e aplicou nos vidros filtros Termocrômicos (os quais se adaptam às mudanças de temperatura do ar e de iluminação solar); b) o segundo projeto, por sua vez, adotou como premissa a necessidade de contemplar o contexto climático de Recife-PE, e, concomitantemente, era do conhecimento dos investigadores, que, ao longo da jornada profissional, tomaram ciência da necessidade de adaptar os filtros designados para o projeto inicial do Centro Universitário Unibra (projeto também construído em 2015).

A necessidade de intervenção posterior teve a intenção de aprimorar o conforto dos usuários, sobretudo no que tange às questões de controle térmico, diminuição da incidência de luz solar, redução do calor e do brilho excessivo nas salas de aula. No que se refere à análise qualitativa dos casos de estudo, considerou-se a tipologia do filtro utilizado, bem como os dados de referência disponibilizados pelos fornecedores. Nesse sentido, foram elucidados os distintos níveis de proteção solar UV, transmissão de luz visível (VLT), coeficiente de ganho de calor solar (SHGC), reflexão e transmitância térmica, além do desempenho de proteção solar dos

vidros com a aplicação dos filtros, entre outras características voltadas para o comparativo dos dois estudos.

4. Estudos de Caso

Este tópico elucidará os dois estudos de caso supracitados, a saber: centro Jack H. Miller— EUA e Centro Universitário Unibra— Brasil. Ao longo do texto descritivo, serão abordados o detalhamento técnico dos filtros utilizados, bem como suas composições e especificações dos materiais em relação ao desempenho fornecido pelos fornecedores de acordo com cada projeto. Por fim, apresenta-se um quadro-resumo das características físicas das tipologias de vidro selecionadas para uma análise comparativa focada nos dois estudos.

4.1. Estudo de caso 1

O primeiro estudo de caso apresenta um recorte específico de uma edificação com uma das fachadas em vidro, localizada no Hope College, em Holland, Michigan, EUA. O Centro de Artes Musicais JackH. Miller, concluído em 2015, recebeu a certificação LEED Silver em 2017. A certificação foi atingida por meio da implementação de táticas e soluções práticas e mensuráveis que visam um alto desempenho no desenvolvimento sustentável em áreas como economia de água, eficiência energética, seleção de recursos e bem-estar ambiental interno.



Figura 6: Centro Jack H. Miller de Artes Musicais. Fonte: Elaborado pelos autores [11].

Obra, realizada pelo escritório de arquitetura HGA (EUA), teve como desafio a construção de um centro musical estudantil com uma estrutura aproximada de 5.956 m². No entanto, havia uma linha de trem em seu entorno que poderia afetar potencialmente a acústica. O projeto precisava incluir áreas reservadas para salas de música, como salas de aula, ensaios, recitais, concertos e escritórios. Para abrandar essa situação e resolver os problemas acústicos, a equipe selecionou materiais que bloqueassem o som e melhorassem a acústica.

Entre os revestimentos para isolamento externo, a escolha especificada foi o vidro dinâmico Termocrômico automatizado, com orientação voltada para o oeste. A escolha recaiu sobre o vidro dinâmico Suituitive de 8 mm (4 + 4) transparente, com uma camada intermediária de PVB dinâmico Termocrômico de 1,22 mm na cor cinza, que ajusta sua transparência conforme a temperatura do ar e a intensidade da luz solar. Conforme o autor do projeto [13], o material escolhido garantiu iluminação natural e contribuiu para a certificação LEED, oferecendo uma solução inovadora para atender os requisitos de desempenho da edificação ao longo do ano, cobrindo períodos de manhã, tarde e noite (figura 7).

O LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é utilizado em mais de 160 países e consiste em um sistema internacional de certificação para construções sustentáveis. Esse sistema tem em vista promover e atestar o comprometimento das edificações com os princípios da sustentabilidade na construção civil [15]. O LEED considera o consumo de energia de cada material para otimizar a transmissão térmica, favorecer a iluminação natural e, conseqüentemente, reduzir as emissões de dióxido de carbono, analisando e qualificando as fachadas de um edifício [16].



Figura 7: Centro Jack H. Miller de Artes Musicais. Fonte: Elaborado pelos autores [11].

O estudo buscou uma tecnologia que proporcionasse uma transmitância de luz visível de aproximadamente 69% e iluminância (lux) com bloqueio solar de 78% nos ambientes internos, entre o hall de entrada principal e as circulações de acesso ao mezanino.

Entretanto, para obter uma composição de vidro favorável à irradiância solar e à proteção e transmissão luminosa, instalou-se um sistema duplo que inclui vidros laminados e camadas intermediárias do filtro Suituitive, formando uma espessura de aproximadamente 8 mm (vidro) + 1,22 mm (filtro) (Figura 8).

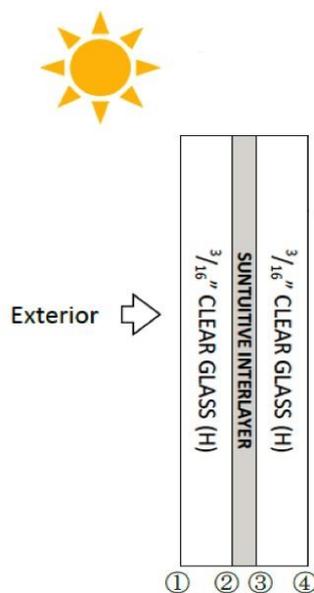


Figura 8: composições de vidro termocrômico. Fonte: Elaborado pelo autor [9].

As características e práticas adotadas no edifício contribuíram desde a localização até a utilização dos revestimentos. A inserção do filtro Termocrômico no vidro reforçou uma redução geral no uso de energia elétrica e no impacto ambiental. Especificamente, as vantagens que o sistema oferece beneficiam os fatores relacionados aos usuários no ambiente interno, melhorando o desempenho da edificação e promovendo a sustentabilidade.

4.2. Estudo de caso 2

Na costa quente e tropical do nordeste do Brasil, em Recife, uma das maiores áreas metropolitanas e um importante polo cultural, a arquitetura educacional vem adotando uma nova tendência no estilo de envoltórias. O Centro Universitário Unibra, registrado como Campus II, foi construído em 2015 e está localizado em torno de um edifício histórico, um antigo hospital psiquiátrico fundado em 1940 e desativado no início dos anos 2000.

Visando uma abordagem inovadora na educação e com o intuito de proporcionar bem-estar aos usuários, o invólucro do edifício conta com vidro de proteção solar Cebrace Cool Lite STB 120, laminado de 8 mm (4 + 4 mm), refletivo, prata, com filme PVB incolor (Polivinil Butiral) de 0,38 mm (Figura 9). Por ser um vidro fabricado com nanotecnologia de alto desempenho, ele reduziu a entrada de 69% do calor no ambiente, promovendo conforto térmico até nos dias mais quentes do Nordeste do país.



Figura 9: Centro Universitário Unibra, Campus II. Fonte: Elaborado pelo autor [14].

Na tentativa de oferecer mais conforto sonoro, segurança e bloqueio da radiação ultravioleta, o projeto teve em vista atender à regulamentação da norma técnica ABNT NBR 7199, que orientou a escolha da estrutura e cor do vidro. Entretanto, devido à localização do edifício em relação ao norte geográfico da região, após a montagem da fachada, surgiu a necessidade de implementar uma solução adicional. Foi decidido revestir internamente os vidros com uma película insulfilm adesiva plástica fumê de controle solar e redução de ruídos.

Essa película tinha como objetivo reduzir o índice de luminosidade, a incidência de calor e a transmissão de ruídos externos para o interior da edificação, proporcionando maior conforto acústico e proteção contra os raios UV nas salas de aula e demais setores. Este caso demonstra que, apesar de a fachada ter sido projetada para proporcionar maior conforto térmico e acústico

aos usuários, a película selecionada conferiu um resultado inadequado às necessidades específicas do ambiente em questão.

5. Análises das Discussões

Conforme os estudos de caso apresentados, notou-se que tais procedimentos promoveram aspectos sustentáveis. Esse fato pôde ser explicado no caso 1, por ser um recurso em ascensão, mas ainda não amplamente observado nas construções urbanas no Brasil. Apesar do considerável desconhecimento da tecnologia, o estudo 1 pôde proporcionar melhorias na eficiência energética e na acústica dos ambientes. Já no caso 2, o índice de luminosidade foi um ponto de destaque, levando à escolha de uma alternativa estratégica para reduzir o excesso de iluminação transmitida pelo vidro especificado. No entanto, isso impossibilitou atender plenamente às necessidades de conforto térmico e à redução da luminosidade no ambiente. A Tabela 1 apresenta um resumo das características físicas focadas nos dois estudos de caso, consoante a especificação dos fornecedores Pleotint LCC-USA e Cebrace-BR.

Tabela 1. Análise comparativa entre os estudos de caso. PVB = Polivinil Butiral. Os sinais “•”, “••” ou “•••” para critério definem hierarquia de interesse. O maior número de pontos significa que foi dada mais atenção ao critério destacado. Um “-” significa que o critério em questão não ocorreu

Características	Caso de Estudo 1	Caso de Estudo 2
Projeto	Centro Jack H. Miller de Artes Musicais	Centro Universitário Unibra (Campus II)
Local	Michigan - EUA	Recife-PE
Ano Conclusão	2015	2015
Certificação LEED do projeto	•••	-
Aplicação do filtro na fachada localizada a	Oeste	Leste
Sistema de esquadria com vidro	vidros laminados incolor	vidros laminados refletido prata
Tipologia filtro	PVB termocrômica 1,22 mm cinza	PVB incolor - Polivinil Butiral - 0,38mm
Fornecedor do filtro	Pleotint LCC-USA	Cebrace-BR
Disponibilidade no mercado brasileiro	Dificuldade de acesso no mercado brasileiro devido ao custo e conhecimento técnico	Acessível no Brasil
Quantidade de vidros	02 folhas de vidro e camada intermediária PVB termocrômica 1,22 mm cinza	02 folhas de vidro com filme PVB para proteção solar 0,38 mm prata refletivo
Espessura do vidro	4 mm + 4 mm = 8 mm	4 mm + 4mm = 8 mm
Característica do filtro	Promover proteção da exposição solar	Promover proteção solar
Transmitância Térmica	2,130 W (m ² K)	5,600 W (m ² K)
Fator solar	0,28	0,29
Transmissão de luz (VLT)	0,49 – 60%	0,20 – 45%

Ganho de calor solar (SHGC)	0,36 – 10%	0,42 – 30%
Reflexão externa	0,10	0,316 – 30%
Proteção UV	100%	99%
Necessidade de sinal elétrico para operar	-	-
Proteção Acústica	••	•••
Contribui para reduzir a necessidade de energia elétrica	••	••
Contribui para a sustentabilidade da edificação	•••	••
Qual o propósito da aplicação do filtro?	Controle do ganho/perda de calor e de luz na edificação	Controle acústico, iluminação e segurança. Não ofereceu as mesmas condições de eficiência em relação ao controle térmico
Houve necessidade de melhoria no projeto?	-	Sim
Qual melhoria?	-	Aplicação de revestimento interno ao vidro com película adesiva com o objetivo de reduzir o índice lumínico dos ambientes, que provocou a ampliação dos índices reflexivos dos vidros
Características da película implementada	-	Película insulfilm adesivo plástico fumê de controle solar e redução de ruídos

Fonte: Autores (2024).

Segundo a tabela apresentada, notou-se que ambos os projetos foram concluídos em simultâneo, mas utilizaram diferentes tipos de vidro: o projeto 1 usou vidro translúcido dinâmico com camada intermediária PVB termocrômica, enquanto o projeto 2 usou vidro monolítico refletivo prata com filtro incolor, de fornecedores diferentes. O filme Termocrômico usado no projeto do caso 1 oferece proteção solar de 100% contra a luz UV, enquanto o usado no caso 2 permite a entrada de 99% dos raios UV. Em relação à transmitância térmica, o projeto 1 fornece 2,130 W/(m²K), enquanto o projeto 2 transmite 5,600 W/(m²K), o que pode variar de acordo com a região. No caso 2, o nível de desempenho permitiu uma redução de entrada de 69% do calor no ambiente, enquanto no caso 1 foi promovido um conforto térmico de 78% no espaço interno, conforme dados dos fornecedores de cada vidro.

Em resumo, enquanto a película Termocrômica no estudo 1 controlou ativamente a entrada de luz e calor na edificação, também oferecendo baixo fator de ameaça, permitindo atender aos requisitos para LEED, no estudo 2, o filme PVB foi voltado principalmente para segurança e controle solar, com a aplicação posterior da película plástica para acústica e proteção solar adicional. Ambas têm aplicações e técnicas específicas e podem ser utilizadas em conjunto para atender às necessidades de conforto e segurança em diferentes ambientes. No entanto, acredita-se que as potencialidades do vidro Termocrômico poderiam ter sido implementadas no estudo 2 para aprimorar o conforto térmico e acústico no espaço construído.

6. Considerações Finais

As fases de construção deste estudo serviram como base para selecionar, descrever e comparar os dois estudos de caso que utilizaram a aplicação de películas em projetos de fachadas. Ao analisar a aplicação das duas técnicas, identificou-se que o estudo 1, com a aplicação da película Termocrômica, possibilita o controle do ganho/perda de calor e luz na edificação. Por outro lado, o estudo 2, que consistiu na aplicação do filme PVB, foi direcionado para a segurança, controle da acústica e iluminação, não oferecendo as mesmas condições de eficiência em relação ao controle térmico do primeiro caso de estudo.

Além disso, após a adição da película adesiva na parte interna dos ambientes, os vidros externamente ficaram mais reflexivos, o que provavelmente está causando choques de pássaros na edificação. Ressalta-se que ambas as películas têm aplicações e técnicas específicas e podem ser utilizadas em conjunto para atender às necessidades de conforto e segurança em diferentes ambientes, aproveitando suas propriedades técnicas. Estudos futuros poderão evidenciar as vantagens e desvantagens das distintas abordagens na edificação. Ademais, a análise do primeiro caso evidenciou que a aplicação dos filtros Termocrômicos pode contribuir para projetos que visem obter a certificação LEED, por colaborarem para a eficiência energética e sustentabilidade das edificações.

Por fim, ressalta-se que, apesar do atual estado de conhecimento indicar que a tecnologia dos vidros Termocrômicos não é amplamente acessível, sua aplicação pode contribuir significativamente para a eficiência energética em prol da sustentabilidade. Futuros estudos poderão avaliar em profundidade a análise dos filtros em contextos climáticos similares de aplicação, bem como realizar análises de tendências de aplicação dos filtros no Brasil.

Referências

- [1] QUEIROZ, N. Projeto da envoltória guiado por desempenho: método paramétrico interoperável com enfoque no desempenho térmico, visual e luminoso: Universidade Federal de Santa Catarina, 2023. 14 p
- [2] FERREIRA, H., MOREIRA, F., & ARRUDA, A. J. V. Graphic Composition on Glass: technique and conceptual model in bioinspired design: UFSC – Florianópolis, 2023. 2 p
- [3] 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. 8 p
- [4] WESTPHAL, Fernando Simon. Manual Técnico do Vidro Plano para Edificação. São Paulo: Abividro, 2016.
- [5] DIAS, L. S. Desempenho termoenergético e lumínico de fachadas envidraçadas com brise-soleil em edificações multipavimentos climatizadas: tipos de vidros e tipologias de brises. / Luma de Souza. 2021.
- [6] SALAMATI, M., KAMYABJOU, G., MOHAMADI, M., TAGHIZADE, K., KOWSARI, E. Preparation of TiO₂@W-VO₂ thermochromic thin film for the application of energy efficient smart windows and energy modeling studies of the produced glass, Construction and Building Materials, Volume 218, 2019.
- [7] COSTA, J. F. W.; AMORIM, C. N. D. Materiais transparentes e translúcidos inovadores em fachadas e seu desempenho em iluminação natural: panorama internacional e aplicabilidade

no contexto brasileiro. *Ambiente Construído*, Porto Alegre, v. 22, n. 4, p. 179-198, out./dez. 2022.

[8] X.P. ZHAO, S.A. MOFID, T. GAO, G. TAN, B.P. JELLE, X.B. YIN, R.G. YANG, Durability-enhanced vanadium dioxide thermochromic film for smart windows, *Materials Today Physics*, Volume 13, 2020.

[9] CUI. Y., KE. Y., LIU. C., CHEN. C., WANG. N., ZHANG. L., ZHOU. Y., WANG. S., GAO. Y., LONG. Y. Thermochromic VO₂ for Energy-Efficient Smart Windows, *Joule*, Volume 2, Issue 9, 2018.

[10] CHOIFI, R. E. Alcance Iluminação Natural, Eficiência Energética, Geração de Eletricidade e Certificação LEED com Duas Tecnologias Avançadas de Vidro: 1. Vidro Termocrômico e 2. Vidro Fotovoltaico. *Greenbuilding Brasil*, 2017.

[11] SEEBOTH, A.; LÖTZSCH, D.; RUHMANN.; R. First example of a non-toxic thermochromic polymer material – based on a novel mechanism. *J. Mater. Chem. C*, 2013, 1, 2811;

[12] CAGNANI, G. R., CAGNANI, L. D. Deposição de filmes finos por técnicas roll-to-roll. p. 345 -372. In: *Nanotecnologia Aplicada a Polímeros*. São Paulo: Blucher, 2022.

[13] OLGERS, G. Engenhosidade de design acústico para uma instalação acolhedora e de classe mundial, 2017. Disponível em: <https://hga.com/projects/hope-college-jack-h-miller-center-for-musical-arts/> Acesso em: 18 mar. 2024.

[14] HANAZAKI, P. "UNIBRA IBGM / Hanazaki Paisagismo" 08 Abr 2019. *ArchDaily Brasil*. Disponível em; <<https://www.archdaily.com.br/br/914465/unibra-ibgm-hanazaki-paisagismo/>> Acesso 31 Mar 2024.

[15] LOTTI, M. G. M. 2015. Processo de desenvolvimento e implantação de sistemas, medidas e práticas sustentáveis com vista a certificação ambiental de empreendimentos imobiliários: estudo de caso: Empreendimento Bairro Ilha Pura – Vila Dos Atletas 2016. Projeto de Graduação (Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio De Janeiro, 2015.

[16] U.S. Green Building Council. 2009. LEED Reference Guide for Green Building Design and Construction For the Design, Construction and Major Renovations of Commercial and Institutional Buildings Including 2009 Edition USGBC Membership.

Design Participativo na Educação em Design: contribuições de uma disciplina de projeto

Participatory Design in Design Education: contributions of a Project class

Viviane dos Guimarães Alvim Nunes, PhD em Design, PPGAU/FAUED, Universidade Federal de Uberlândia.

viviane.nunes@ufu.br

Rodrigo Argenton Freire, Doutor, FAUED, Universidade Federal de Uberlândia.

rodrigo.freire@ufu.br

Resumo

Atualmente, o Design tem explorado soluções projetuais cada vez mais complexas, demandando uma visão sistêmica que envolve aspectos além das propriedades físicas dos objetos e sua produção. Entretanto, a maioria dos percursos formativos na graduação em design ainda foca em soluções técnicas e/ou tecnológicas e, muitas vezes, fictícias, desconsiderando contextos ou demandas reais. O Design Participativo representa um caminho potencial de transformação desse percurso a partir do contato direto com a população. Este trabalho busca refletir sobre os aprendizados de uma disciplina de Projeto do curso de Design da Universidade Federal de Uberlândia, com abordagem participativa. Os resultados reforçam a importância de atividades projetuais que articulem teoria e prática para a conscientização dos estudantes a partir do convívio com experiências de vida diferentes, contribuindo para a geração de soluções futuras mais viáveis, contextualizadas e com maior impacto social.

Palavras-chave: Design Participativo; Ensino de Projeto de Design; Educação em Design

Abstract

Nowadays, Design has explored more complex situations which demands a systemic view involving aspects beyond physical characteristics of objects and their production. However, most of education paths in design still focus on technical or technological solutions and, many times, fictional, in disregard of contexts or real demands. The Participatory Design represents a potential way of transformation of this path from the direct contact with communities. This work discusses the learnings of a compulsory Project class of the Design course of the Federal University of Uberlandia, with a participatory approach. The results reinforce the importance of Project activities that articulate theory and practices to raise students' awareness through living with different life experiences, thus contribution to the generation of more viable and contextualized future solutions, with greater social impact.

Keywords: Participatory Design; Project class; Design Education

1. Introdução

Atualmente, o Design, como área de conhecimento, tem explorado soluções projetuais cada vez mais complexas, demandando uma visão sistêmica que envolve diversos aspectos além das propriedades físicas dos objetos e sua produção. As discussões incluem os sistemas de produtos e serviços e as inovações sociais para responder às necessidades de todos os atores direta ou indiretamente envolvidos na solução, sejam eles indivíduos/usuários, fabricantes, o ambiente e, coletivamente, a comunidade na qual se insere a solução, de modo coeso e equilibrado [1, 2].

Entretanto, a maioria dos percursos formativos na graduação em design ainda têm focado em soluções mais técnicas e/ou tecnológicas e, muitas vezes, fictícias, distantes de contextos ou demandas reais. Assim, apesar das habilidades mais estratégicas do design/designer serem reconhecidas por vários autores (por ex. identificação/solução de problemas; construção de cenários futuros; planejamento de ações), as habilidades mais tangíveis (por ex. comunicar por meio de protótipos e conceber e testar ideias) são mais evidentes. [3, 4, 5, 6, 7].

Em 1977, a conferência *Design for Need*, envolveu designers profissionais e estudantes para discutir a falta de oportunidades de usar seus talentos de forma mais útil socialmente. Desde então, ocorreram diversas conferências, fóruns, cursos, em diferentes níveis de discussão. Naquela época, e talvez antes, já havia uma consciência do crescimento do lixo e da poluição, da finitude dos recursos minerais, da destruição do meio ambiente. Também foram destacados problemas endêmicos (principalmente nos países mais pobres) e, em menor escala, problemas dos idosos ou deficientes (especialmente nos países em desenvolvimento) [8].

Como afirmou Bonsiepe [18, p. 14], os países dependentes careciam [e ainda carecem] de todo tipo de recursos: abrigo, alimentação, trabalho produtivo, saneamento urbano, ferramentas e máquinas adequadas, e outros recursos essenciais. Para o autor, o problema não seria dissuadir empresários de obter lucro ou de a comunidade escolher produtos “não projetados” e sim identificar quais objetos “projetados” são socialmente relevantes para as pessoas, garantindo o valor de uso ao consumidor e a satisfação de suas necessidades. À época, o autor reforçou a importância de programas de design para necessidades sociais, considerando as demandas tanto países em desenvolvimento quanto as de grupos específicos (ex. idosos, pobres e PCDs) que se sobrepõem, muitas vezes, aumentando os desafios de fornecer as soluções adequadas [9].

Para Margolin e Margolin [10], a falta de pesquisas sobre a contribuição do designer para o bem-estar humano e a melhoria da qualidade de vida também compromete os serviços de design social. Para eles, seria necessário um novo modelo social de prática de design, possibilitado pela ação de designers conscientes, pesquisadores de design, profissionais de ajuda e educadores de design.

Nesse cenário, o Design Participativo (DP) representa um caminho potencial de transformação do processo formativo do designer, pelo contato direto com os grupos envolvidos. Ao incluir indivíduos nos processos, o DP incentiva as competências individuais e favorece a participação efetiva na tomada de decisões, de forma coletiva e descentralizada [11]. A participação representa, portanto, uma transição na forma de projetar, ou seja, do projetar *para* pessoas passa-se a projetar *com* pessoas [12].

O desafio da participação está em combinar os princípios do Design Participativo com o Codesign, desenvolvendo as competências dos designers e de outros participantes, de respeitar as individualidades e melhorar as capacidades do grupo. Seu objetivo principal deve ser orientado à geração das soluções mais viáveis baseadas em necessidades reais, identificadas e priorizadas de forma colaborativa. Light [13, p. 91] reforça ainda que, além das habilidades de

facilitação necessárias, coprojetar o futuro (no nível pessoal, comunitário e social) explicita um novo conhecimento sobre nós e nossos potenciais em relação a outros métodos.

Ao longo dos anos, estratégias, metodologias, ferramentas e linguagem de design evoluíram para enfrentar o crescente espectro de desafios sociais, culturais e ambientais [14]. Tal como preconizado pela abordagem do design thinking, tais desafios exigem um esforço colaborativo onde o processo de design é difundido entre todos, com diferentes competências e participação ativa [15]. Segundo Nunes [16], dada sua forma de conceber, de comunicar e de explorar cenários multidimensionais ao longo de um projeto, o design thinking estratégico opera em um espaço dialógico, com múltiplos atores que geram novos conhecimentos através de um processo de aprendizagem pragmático. Esta condição reforça uma relação entre a abordagem do design thinking [estratégico], o processo de design participativo e o princípio de prioridade do design para inovação social [17] [18], como abordagens inter-relacionadas para orientar processos de design.

Um estudo recente sobre o estado atual e futuro do Design [19] sugere três categorias de ação para a área:

- *Design como ato de responsabilidade:* o design é responsável não apenas por conceber ideias novas, mas também por criar resultados seguros, inclusivos e equitativos.
- *Design como linguagem compartilhada para colaboração:* o design evoluiu para uma linguagem e processo compartilhados para colaboração interdisciplinar.
- *Design como movimento de mudança social:* o design transcendeu seu papel de criação de produtos e evoluiu para um movimento coletivo para antecipar e moldar futuros melhores.

Vale dizer que, projetar de forma colaborativa ('com' em vez de 'para' as pessoas) muda o papel do designer - de gerador de ideias para o de mediador de um conjunto de soluções, em parceria com os envolvidos. Porém, responder às necessidades sociais negligenciadas por meio do design requer uma imersão suficientemente profunda ou um acompanhamento contínuo do projeto [14, 20]. Por isso, a comunidade de design precisa aprender a atuar nesse cenário, com responsabilidade, ética e conhecimento adequado.

É nesse contexto de reflexão sobre o papel do design e do designer que se insere esse trabalho. A metodologia utilizada para a elaboração do artigo incluiu a revisão de literatura sobre os temas do Design Social, Design Participativo, Codesign e o estudo de caso. Sua estrutura está organizada em cinco seções, sendo: 1) introdução; 2) estudo de caso; 3) discussão dos resultados e 4) considerações finais, além das referências (não numerada).

2. Estudo de caso sobre a disciplina de Projeto VII: teoria e prática

Este trabalho apresenta os resultados e aprendizados da disciplina “Projeto VII-Design Participativo” do curso de Design da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design (FAUED) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). A disciplina (obrigatória), oferecida no penúltimo semestre do curso, busca a capacitação do discente para uma visão sistêmica do projeto e a aplicação dos fundamentos do pensamento projetual adquiridos ao longo do curso. Para isso, adota situações reais identificadas em conjunto com a sociedade ou instituições sem fins lucrativos. Em linha com o projeto pedagógico do curso, os resultados compreendem os três eixos interligados de produto, comunicação visual e interiores. A disciplina, oferecida entre Agosto e Novembro de 2023, foi dividida em três momentos principais denominados módulos de ensino-aprendizagem e contou com a participação de 26 estudantes organizados em cinco grupos (figura 1).

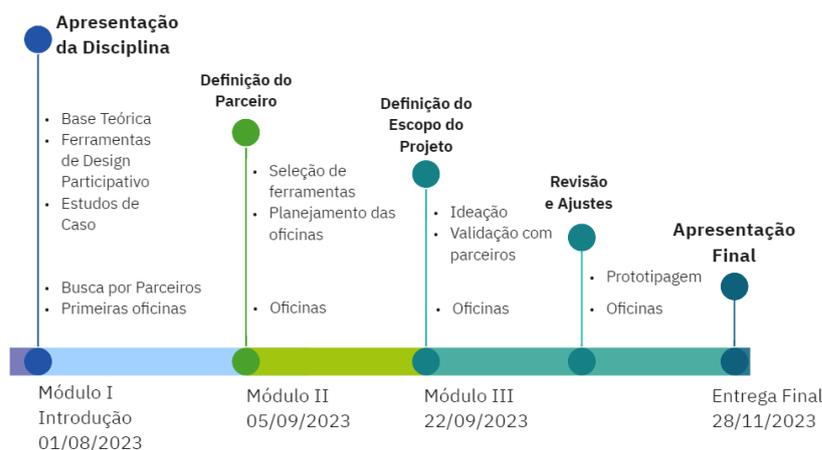


Figura 1: Desenvolvimento da Disciplina Projeto VII. Fonte: elaborada pelos autores.

O primeiro momento – Módulo 1, foi dedicado ao aprofundamento teórico sobre os métodos do design participativo, design centrado no humano e design para a inclusão social. Foram realizadas leituras prévias para subsidiar as discussões em classe e ampliar o repertório de ações e campos de atuação do design, em sintonia com os objetivos da disciplina. Considerando ainda que os/as estudantes deveriam planejar o processo de projeto, essa etapa auxiliou na elaboração do metaprojeto da atividade.

Diferentemente de outras experiências ocorridas com a disciplina em anos anteriores [21, 22], uma Organização Não-Governamental (ONG) atuante no município de Uberlândia/MG e em constante contato com a UFU apresentou-se aos docentes manifestando seu interesse como possível parceira no desenvolvimento dos projetos, de forma colaborativa. No entanto, para garantir a diversidade de estudos e/ou áreas de interesse de projeto, os grupos foram liberados a buscar e escolher outros parceiros. Ao final, apenas um grupo optou por estabelecer a parceria de projeto com a ONG apresentada pelos docentes; porém, todas as instituições escolhidas estão situadas no município.

Nesta etapa, os/as estudantes foram estimulados/as a desenvolver uma primeira atividade participativa com os possíveis parceiros a fim de conhecê-los melhor e criar empatia entre os participantes. As potenciais ferramentas de design participativo foram apresentadas em sala, discutidas e selecionadas por grupo e, posteriormente, aplicadas junto aos parceiros. Importante ressaltar que o planejamento, as ferramentas adotadas e o número de oficinas/atividades colaborativas realizadas, em todas as etapas do processo, variou conforme o entendimento dos grupos. Isso se deu em virtude da disponibilidade de tempo dos envolvidos, das dificuldades de comunicação, o que resultou também na revisão de estratégias pelos grupos para a condução dos trabalhos. As instituições selecionadas são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1: Instituições parceiras no desenvolvimento da Disciplina.

Grupo	Parceiro	Descrição
I	ABC do Glória	Voltada à educação multidisciplinar de crianças e jovens do Glória para torna-los indivíduos autônomos, solidários e conscientes do seu potencial na sociedade (Desde 2016)
II	Associação de Amparo à Criança, Adolescentes e Adultos com Câncer (ACRAAC)	Atua no atendimento social, material, psicológico e humano aos portadores de câncer e seus familiares, por meio de equipe multidisciplinar (Fundada há duas décadas)

III	Casa das Bem Aventuranças	Voltada à promoção da educação sobre Hanseníase e ao apoio de pessoas atingidas pela doença e seus familiares (Desde 2009)
IV	Cozinha Comunitária do Assentamento das Torres	Organização informal, criada por moradores do Assentamento das Torres, funciona com doações e conta com voluntários da comunidade para preparar e distribuir marmidas aos moradores do local.
V	Cozinha Solidária do Glória	Funciona com doação de alimentos e trabalho de voluntárias para preparar e distribuir as refeições para a comunidade do Glória. Surge em 2020 (na pandemia COVID-19), quando forneceu mais de 700 refeições/dia.

Fonte: Organizada pelos autores.

A segunda etapa - Módulo 2, foi caracterizada pela definição do grupo externo participante e do problema bem como do planejamento preliminar para as próximas atividades. Esse planejamento incluiu um cronograma geral para o desenvolvimento do projeto (considerando o tempo do semestre), os encontros e oficinas planejadas, ferramentas selecionadas e, quando possível, os resultados esperados. Ainda que o planejamento inicial tenha sofrido ajustes e alterações ao longo da disciplina, ele serviu para orientar todo o processo de projeto até a entrega do trabalho final. Nessa etapa, os/as estudantes também desenvolveram uma série de oficinas com o objetivo de identificar possíveis campos de atuação em conjunto com as organizações. Os grupos adotaram uma grande variedade de ferramentas do design participativo (tabela 2) e, em alguns momentos, precisaram rever suas estratégias de atuação.

Tabela 2: Ferramentas de design participativo adotadas pelos grupos.

<i>Grupo</i>	<i>Ferramentas</i>
I	Observação Participante, História Oral, Workshops, Entrevistas, Moodboard, Diagrama de Afinidades, Análise de Similares, Prototipação, Mockups
II	História Oral, Questionário Semiestruturado, Mapa Mental, Mapeamento de Jornada, Como Podemos? (How might we?), Diagrama de Afinidades, Análise de Similares, Prototipação
III	Jornada do Usuário, Entrevista com o Usuário, Análise de Similares, Mapa Mental, Moodboard, Linha do Tempo, Diagrama de Afinidades, Maquete Digital, Prototipação de Alta Fidelidade
IV	Entrevista Semiestruturada, História Oral, Linha do Tempo, Diagrama de Afinidades (Moodboard), Mapa Mental, Persona, Análise de Similares, Prototipação
V	Observação Participante, Entrevistas Abertas, Grupo Focal Adaptado, Pannel de Satisfação, Diagrama de Afinidades, Jornada do Usuário, Mapa Mental, Prototipação

Fonte: Organizada pelos autores.

A etapa três – Módulo 3, foi dedicada ao desenvolvimento de um projeto com abordagem participativa para atender às demandas identificadas na etapa anterior e conforme o planejamento preliminar. Os projetos tiveram focos diversificados, passando pelo design de interiores, de mobiliário e de design gráfico. Nesse momento, novas ferramentas voltadas ao projeto participativo foram selecionadas, discutidas em sala de aula, e aplicadas pelos grupos para o desenvolvimento dos projetos. A previsão inicial era de que essa etapa fosse dividida em duas sendo: a primeira, voltada à elaboração de um projeto preliminar; e a segunda, dedicada ao refinamento do projeto e à construção do protótipo. No entanto, as diferenças entre os grupos (e seus parceiros) resultou em um ritmo diferente no amadurecimento das propostas. Compreendendo a complexidade do processo, o nível de detalhamento solicitado foi ajustado para atender às diferentes situações.

Por fim, os/as estudantes apresentaram suas propostas para os parceiros e revisaram todo o processo de desenvolvimento do trabalho. O foco dos trabalhos dos grupos é apresentado após a figura 2 que ilustra parcialmente os resultados obtidos.



Figura 2: Trabalhos apresentados pelos Grupos 1 a 5 (Da esquerda para a direita). Fonte: Organizada pelos autores

Grupo 1: Optou por trabalhar com a ONG ABC do Glória, bem consolidada e estruturada, o que facilitou a articulação inicial entre os/as alunos/as e participantes da ONG (voluntários, crianças e adolescentes que frequentam a instituição). No decorrer do processo de design participativo, o grupo visualizou diferentes possibilidades de atuação, tendo escolhido desenvolver um projeto de design de interiores para a sede, incluindo a redefinição do layout e projeto do mobiliário a ser utilizado. Essa escolha se deu, principalmente, pela possibilidade de a ONG produzir o mobiliário no curto prazo (ainda em 2024).

Grupo 2: Embora também tenha atuado em conjunto com uma ONG estruturada, a Associação do Câncer, o Grupo 2 optou pelo desenvolvimento de uma abordagem diferente. Ao longo das oficinas participativas, o grupo identificou a necessidade de promover uma maior conexão entre a ONG e a comunidade externa. A partir da pergunta “Como podemos aproximar a comunidade?”, foi identificada que a área de comunicação da ONG poderia ser o foco do trabalho. Dessa forma, o grupo desenvolveu uma nova linguagem para a comunicação da instituição em suas redes sociais, para auxiliar na melhor divulgação de suas ações e produtos para venda. Além disso, o grupo prototipou uma página web para ampliar o alcance da ONG.

Grupo 3: A ONG Casa das Bem-Aventuranças, escolhida pelo Grupo 3, também apresenta certa estruturação. Assim como no Grupo 2, as oficinas desenvolvidas pelo grupo levaram à confirmação da necessidade de estabelecer uma melhor comunicação da ONG com a comunidade externa. De forma intuitiva, esse aspecto já havia sido identificado desde as primeiras conversas com os voluntários e participantes da ONG. Nesse caso, após a coleta e análise de todos os aspectos referentes ao funcionamento da instituição, o grupo desenvolveu uma página *web* que pudesse tanto comunicar melhor sobre as ações desenvolvidas pela instituição quanto ajuda-la na captação de recursos e prestação de contas do uso de recursos recebidos.

Grupo 4: A Cozinha Comunitária do Assentamento das Torres, parceiro selecionado pelo Grupo 4, encontra-se em situação mais precária, pois não é uma instituição formalizada como as demais ONGs. O grupo passou por uma série de oficinas para identificar um possível eixo de atuação que fosse plausível e, ao mesmo tempo, promovesse alguma melhoria para o trabalho das voluntárias atuantes na cozinha e, conseqüentemente, para a comunidade por ela atendida. Dessa forma, o grupo focou no desenvolvimento de uma estratégia para a criação de um empreendimento popular solidário a partir da parceira com o Centro de Incubação de Empreendimentos Solidários (CIEPS) da UFU. Trata-se da produção e venda de produtos alimentícios produzidos pela comunidade e produção de adubo orgânico a partir da

compostagem. Além disso, o grupo desenvolveu um Manual de Orientações visando auxiliar em aspectos técnicos como a Vigilância Sanitária, produção de adubo e outros.

Grupo 5: Assim como o grupo anterior, a Cozinha Solidária do Glória (CSG) também é pouco estruturada se comparada às demais ONGs parceiras dos grupos 1, 2 e 3. No entanto, o grupo identificou uma maior coesão na equipe de voluntários que, embora pequena, atua de forma regular na cozinha, em um espaço cedido para esse uso. Após várias análises e conversas com as voluntárias e, entendendo que a situação da CSG tende a ser mais permanente, o grupo optou pelo desenvolvimento de um mobiliário que pudesse auxiliar nas atividades da cozinha. A partir de dados coletados por meio de uma observação participante, o grupo projetou um pequeno armário que facilitasse o armazenamento dos alimentos de forma segura. O projeto foi idealizado seguindo critérios de custo e otimização do uso do material (para viabilizar a execução de outras peças), bem como facilidade de uso (flexibilidade de movimentação, com rodízios) e dimensão (adequada ao espaço disponível). Foi também desenvolvido um manual de comunicação visual para dar mais visibilidade à iniciativa.

3. Análises dos Resultados

Ao longo do processo projetual participativo proposto pela disciplina, alguns aspectos foram observados, dentre eles:

- **Importância do planejamento inicial do processo de projeto:** apesar da necessidade ajustes no cronograma para compatibilizar a disponibilidade de estudantes e participantes externos, a etapa de metaprojeto, orientada pelas leituras teóricas e revisão de métodos e ferramentas de design, foi essencial para o desenvolvimento das propostas. As leituras serviram para subsidiar as reflexões e o entendimento do foco da disciplina, de modo a guiar as atividades dos grupos. Da mesma maneira, a revisão dos métodos e ferramentas, especialmente os de abordagem participativa, possibilitou um planejamento mais assertivo, condizente com as práticas do processo participativo [14, 15, 20] de acordo com o perfil dos participantes externos.
- **Dificuldade de alguns grupos em identificar parcerias:** embora tenha sido apresentada uma possível instituição parceira, os estudantes tiveram a liberdade para buscar outras instituições interessadas em participar da proposta. Assim, a busca e formalização da parceria consumiu mais tempo e esforços iniciais que exigiram maior dedicação dos grupos nas etapas subsequentes. No entanto, entende-se que essa busca compreende também uma importante etapa na construção da autonomia dos estudantes e formação enquanto designers conscientes [10]. Vale ressaltar que o comprometimento dos grupos com a entrega final garantiu as entregas planejadas, com a qualidade e dentro do tempo previsto na disciplina;
- **Relevância da interdisciplinaridade para a identificação dos problemas e adequação ao contexto de cada parceiro:** a oportunidade de discussão de aspectos relacionados às áreas de design de interiores, de produto e serviço, e de design gráfico, amplia as possibilidades de atendimento das necessidades identificadas junto dos parceiros, oriundos de diferentes áreas (formais e informais) de atuação e de acordo com suas realidades. Esse aspecto contribui não somente para o amadurecimento dos estudantes quanto ao diálogo estabelecido durante os processos projetuais, mas também

uma compreensão sobre as prioridades a serem definidas [17, 18], garantindo a viabilidade de execução dos projetos finais, mesmo que no médio prazo.

- **Limitações de recursos financeiros, humanos e de tempo:** as atividades relatadas integram uma disciplina obrigatória do curso de graduação em Design e, por isso, possuem um tempo determinado de realização e entrega, que deve respeitar o semestre. Diferente dos projetos de extensão universitária, em geral, as disciplinas não possuem recursos financeiros para sua execução. Além disso, os participantes externos estão sobrecarregados com as atividades desempenhadas junto às instituições por serem, quase sempre, voluntários mobilizados para o atendimento das necessidades das comunidades nas quais se inserem. Tais aspectos, somados, podem representar limitações quanto aos resultados esperados e requerem atenção especial durante a fase de planejamento inicial (metaprojeto) da ação. No caso relatado, os grupos dedicaram a devida atenção ao planejamento e, embora com a necessidade de ajustes no cronograma, os resultados foram bastante satisfatórios e permitiram a entrega às instituições e grupos participantes materiais tangíveis para sua implementação imediata e no médio prazo.

Vale mencionar que a articulação de parcerias para o desenvolvimento dos projetos de design no contexto da disciplina é uma das etapas que requer maior empenho. Isso ocorre porque, mesmo com a indicação de potenciais parcerias, os estudantes podem buscar instituições com as quais se identificam mais, em termos de setor e/ou ramo de atuação, demandando mais tempo para sua formalização. Entende-se que as dificuldades relacionadas à esse aspecto poderão ser minimizadas futuramente, quando a disciplina funcionará como atividade curricular de extensão (ACE), assumindo um caráter mais permanente de ação junto à comunidade local.

Outro aspecto relevante diz respeito ao comprometimento dos estudantes com a disciplina. Desde sua oferta inicial em 2019, os resultados dos projetos têm sido cada vez mais abrangentes, ampliando a escala e o impacto das entregas para as instituições parceiras. Registra-se ainda o reconhecimento, por parte dos/as estudantes, da importância da abordagem proposta de desenvolvimento de projetos participativos, contribuindo para a sua formação, com base em demandas reais.

4. Considerações Finais

Este trabalho buscou refletir sobre as experiências projetuais em uma disciplina de Projeto do curso de Design da FAUED/UFU, com abordagem participativa, e os aprendizados possíveis a partir do convívio com experiências de vida diferentes, em contextos reais. A diversidade de soluções geradas durante o processo de projeto participativo reforça a necessidade de discussões coletivas que permitam a identificação de soluções viáveis e da priorização das soluções, com o envolvimento dos participantes externos. Dessa maneira, além da ampla troca de conhecimentos viabilizada pela colaboração, experiências dessa natureza favorecem aos designers em formação a compreensão dos limites e oportunidades relacionadas às soluções projetuais geradas, ampliando o impacto das contribuições para a qualidade de vida e trabalho das instituições participantes.

Por fim, vale ressaltar que a ampliação efetiva das práticas participativas e de codesign nos contextos de formação do designer requer o incremento de novas habilidades dos/as estudantes ao longo do curso, articulando teoria e prática. Demanda ainda o fortalecimento de parcerias com instituições de naturezas, setores e áreas de conhecimento diversos, possibilitando a

transversalidade da reflexão e da ação com vistas não somente à uma formação profissional mais humanista, ética mas também à geração de soluções com maior impacto social.

Referências

- [1] CESCHIN, F.; GAZIULUSOY, I. **Design for Sustainability. A Multi-level Framework from Products to Socio-technical Systems**. London and New York: Routledge Taylor & Francis Group. 2020
- [2] VEZZOLI, C.; KOHTALA, C.; SRINIVASA, A. et al. **Sistema produto + serviço sustentável: fundamentos**. traduzido por Aguinaldo dos Santos. - Curitiba, PR: Editora Insight, 2018. Disponível em: <https://editorainsight.com.br/produto/sistema-productoservico-sustentavel-fundamentos-pdf/>
- [3] BEST, K. **Design Management**. Managing design strategy, process and implementation. Switzerland: AVA Publishing SA. 2006
- [4] BROWN, T. **Change by Design**. How Design Thinking transforms organizations and inspires innovations. New York: HarperCollins Publishers. 2009
- [5] MERONI, A. Strategic Design: Where Are We Now? Reflection Around the Foundations of a Recent Discipline. **Strategic Design Research Journal**, 1(1), pp. 31–38. 2008
- [6] MOZOTA, B.B., KLOPSCH, C., COSTA, F. C. X. **Gestão do design: usando o design para construir valor e marca e inovação corporativa**. Tradução: Lene Belon Ribeiro; revisão técnica: Gustavo Severo de Borba. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- [7] ZURLO, F. **Un modello di lettura per il Design Strategico: La relazione tra design e strategia dell'impresa contemporanea**. Milano: Doctorate Thesis. Dipartimento INDACO/POLIMI. 1999.
- [8] HEIGHT, F. Foreword. In J. M. Bicknell, **Design for Need**. The Social Contribution of Design. London, UK: ICSID by PERGAMON PRESS. 1977.
- [9] BONSIPE, G. Precariousness and Ambiguity: industrial design in dependent countries. In J. Bicknell; L. McQuiston, **Design for Need**. The Social Contribution of Design. London, UK.: ICSID by PERGAMON PRESS. 1977.
- [10] MARGOLIN, V.; MARGOLIN, S. A. “Social Model” of Design: Issues of Practice and Research. **Design Issues**, 18(4), 24-30. 2002
- [11] SANOFF, H. Editorial. Special issue on participatory design. **Design Studies**, 28 (3). DOI:10.1016/j.destud.2007.02.001. 2007
- [12] STRAIOTO, R.; FIGUEIREDO, L. Design Participativo e Sustentabilidade: ferramentas de gestão participativa do design. 2011. 3º Simpósio Brasileiro de Design Sustentável. **Anais [...]**. Recife, Pernambuco. 2011. https://www.academia.edu/35220766/Design_Participativo_e_Sustentabilidade_ferramentas_de_gest%C3%A3o_participativa_do_design
- [13] LIGHT, A. Troubling Futures: can participatory design research provide a constitutive anthropology for the 21st century? **Interaction Design and Architecture(s) Journal - IxD&A**, 26, 81-94. 2015. http://www.mifav.uniroma2.it/inevent/events/idea2010/doc/26_5.pdf.
- [14] CHICK, A. Design for Social Innovation: Emerging Principles and Approaches. **Iridescent**, 2(1), 78-90. 2012

- [15] BJÖGVINSSON, E.; EHN, P.; HILLGREN, P.-A. Design Things and Design Thinking: Contemporary Participatory Design Challenges. **Design Issues**. Volume 28, Number 3 Summer, 101-116. 2012.
- [16] NUNES, V. G. A. **Strategic Design as a Boundary Object For [Transformative] Social Innovation: discussing its potential role within universities**. [Post-doctoral Research Report] (unpublished). Design Department. Polytechnic of Milan, Milan. 2023.
- [17] BURNS, C.; COTTAM, H.; LEADBEATER, C.; WINHALL, J. (February). RED Paper 02. **Transformation Design**. United Kingdom: Design Council. 2006.
- [18] SZEBEKO, D.; TAN, L. Co-designing for society. **Australasian Medical Journal** 9(9), 580- 590. 2010.
- [19] BOLLMANN, B.; MOREAU, L. et al. **The Expanding Scope of Design**. A Survey of Swiss and US Designers on the State of the Design Landscape. Produced by Other Tomorrows and Swissnex in Boston and New York. 2023
- [20] GRAÚDO, M.; TREZ, G. Creative Communities and Enabling Systems: Social Innovation in a low-income context. The case of a low-income community in southern Brazil. 2013. *In*: 5th International Congress of International Association of Societies of Design Research (IASDR), 2013. **Proceedings [...]**. Tokyo, Japan. 2013.
- [21] NUNES, Viviane G. A.; JORGE, Verônica A.; CARVALHO, Anamaria R. de L.; Práticas projetuais participativas no ensino de Design: estudo de caso da disciplina Projeto VII, *In*: 14º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, p. 4154-4170, 2022. **Anais [...]**. São Paulo: Blucher, 2022. ISSN 2318-6968, DOI 10.5151/ped2022-6477178
- [22] NUNES, V.G.; JORGE, V.A.; CARVALHO, A.R. Participation and real-life projects to improve Design education in Brazil. *In*: Derek Jones, Naz Borekci, Violeta Clemente, James Corazzo, Nicole Lotz, Liv Merete Nielsen, Lesley-Ann Noel (eds.), The 7th International Conference for Design Education Researchers, 29 November - 1 December 2023. **Proceedings [...]**. London, UK. <https://doi.org/10.21606/drsld.2023.116>

**CODESIGN DE PROJETOS DE INCÊNDIO EM EDIFÍCIOS: uma
contribuição aos métodos tradicionais de concepção**
***CODESIGN OF FIRE PROJECTS IN BUILDINGS:
a contribution to traditional conception methods***

Guilherme Fernando Soares de Araújo, Mestre, PPGAU/FAUED - Universidade Federal de Uberlândia.

guilherme.soares@ufu.br

Viviane dos Guimarães Alvim Nunes, Doutora, PPGAU/FAUED - Universidade Federal de Uberlândia

viviane.nunes@ufu.br

Resumo

As medidas tradicionais de proteção contra incêndio não abrangem todos os desafios contemporâneos relacionados ao risco, o que tem levado a uma crescente preocupação com a segurança. A revisão de literatura aqui proposta tem como foco analisar artigos que falam sobre projetos de incêndio. O objetivo foi o de investigar elementos cujo codesign pode contribuir para a melhoria dos projetos atuais, tornando-os mais sustentáveis a longo prazo. Os resultados apontam que o (co)projeto de incêndio em edifícios pode assumir um papel importante na criação de cenários que aumentem a preservação do patrimônio construído e, principalmente, a proteção dos usuários e suas vidas.

Palavras-chave: Projeto de incêndio; Codesign; Usuário.

Abstract

The traditional fire protection measures do not encompass all contemporary challenges related to risk, leading to growing concerns about safety. The proposed literature review focuses on analyzing articles discussing fire projects. The aim was to investigate elements whose co-design could contribute to the improvement of current projects and make them more sustainable. The results indicate that fire (co)design in buildings can play an important role in creating scenarios that enhance the preservation of built heritage and, most importantly, the protection of users and their lives.

Keywords: Fire design; Codesign; User.

1. Introdução

Os edifícios possuem um papel fundamental no desenvolvimento socioeconômico de um país, representando a maior parte das infraestruturas construídas [1]. São projetados para ter uma longa vida útil, proporcionando espaços residenciais e funcionais para um grande número de pessoas. No entanto, ao longo dos anos, podem enfrentar diversos riscos naturais, como terremotos, furacões e tsunamis, além de riscos causados pelo ser humano, como incêndios e explosões. Essas ameaças podem levar ao colapso parcial ou total do edifício, resultando na interrupção das atividades desenvolvidas. Isso compromete a segurança dos ocupantes e acarreta perdas financeiras significativas, tanto diretas quanto indiretas [1,2].

O risco de incêndio envolve a possibilidade de ocorrência de incêndios acidentais ou intencionais que representem ameaças à vida, à estrutura do edifício e à propriedade [3, 4]. Com o rápido avanço global, esse risco tem passado por mudanças significativas em sua natureza e impacto, tornando-se uma preocupação crescente nos últimos tempos. Entre 1993 e 2015, ocorreram aproximadamente 86,4 milhões de incidentes de incêndio no mundo, resultando em mais de um milhão de mortes relacionadas [5].

Os riscos de incêndio são constituídos por todos os fatores presentes em um edifício que podem causar ignição, aumentar a gravidade do incêndio, anular as medidas de segurança contra incêndio, bem como dificultar a fuga ou a circulação dos brigadistas que combatem ao fogo [6]. Com base em estatísticas disponíveis, sugere-se que o ato de cozinhar seja a principal causa de incêndio tanto em edifícios residenciais quanto não residenciais. Outras fontes de ignição em edifícios incluem chamas vivas, aquecedores e superfícies quentes, mau funcionamento elétrico, fogos de artifício, incêndios criminosos e vandalismo [7].

Após a ignição, o incêndio pode ser agravado por vários fatores, como grande quantidade de materiais combustíveis domésticos; armazenamento inadequado de ferramentas, lixo, equipamentos e materiais inflamáveis voláteis. Alguns destes materiais produzem fumaça tóxica durante a combustão [8].

Além disso, o uso de arquitetura aberta (partições de vidro, forro falso, entre outros), grandes janelas e um projeto de compartimentação contra incêndio deficiente podem causar um crescimento e propagação rápidos do fogo, fornecendo suprimento constante de oxigênio ao incêndio. Todos os fatores acima têm impacto direto no início do incêndio ou no aumento de sua gravidade [7].

A segurança contra incêndios abrange um conjunto de práticas destinadas a prevenir ou evitar sua ocorrência, bem como gerenciar seu crescimento e impacto, mantendo as perdas resultantes em níveis aceitáveis. No contexto dos edifícios, as medidas de segurança são baseadas em disposições recomendadas pelos códigos de prática de construção. Embora as especificações e estratégias para garantir a segurança possam variar entre os códigos normativos, a maioria delas adota uma abordagem prescritiva e fundamentada em princípios similares de segurança [1].

Essa abordagem prescritiva combina o uso de sistemas ativos e passivos [9]. Os sistemas ativos como, por exemplo, *sprinklers*, detectores de calor e fumaça, são projetados para detectar, controlar ou extinguir incêndios em estágios iniciais, priorizando a segurança das pessoas. Por outro lado, os sistemas passivos de proteção contra incêndios englobam componentes estruturais e não estruturais do edifício, cujo objetivo principal é garantir a estabilidade estrutural durante a exposição ao fogo e conter a propagação das chamas [9]. Esses sistemas passivos também visam fornecer tempo adequado para as operações de combate a

incêndios e resgate, ao mesmo tempo em que minimizam as perdas financeiras decorrentes do incêndio [7].

A abordagem tradicional para garantir a segurança contra incêndios apresenta várias limitações quando confrontada com os desafios contemporâneos relacionados aos riscos de incêndio e oferece orientações restritas quanto à prevenção desses riscos. Os sistemas ativos de proteção contra incêndios enfrentam limitações significativas, como desempenho e confiabilidade funcional insatisfatórios, além de altos custos de instalação e manutenção, especialmente em países em desenvolvimento com recursos financeiros limitados [7].

Por outro lado, a proteção passiva contra incêndios concentra-se, principalmente, em elementos estruturais individuais e componentes de construção, deixando de proporcionar uma segurança abrangente [8]. Além disso, a abordagem prescritiva não está adequadamente integrada ao processo real de projeto de construção e ao usuário [10]. Assim, as medidas existentes para a proteção contra incêndios em edifícios não abrangem todos os desafios contemporâneos relacionados aos riscos de incêndio, resultando em uma crescente preocupação com a segurança.

Todavia, o codesign é uma abordagem com um conjunto de princípios e práticas distintas e uma metodologia inovadora que requer a participação ativa e colaborativa de todos os interessados. Definido como uma prática onde as pessoas colaboram ou conectam seus conhecimentos, habilidades e recursos para realizar uma tarefa de design [7], tal abordagem pode contribuir para a sustentabilidade dos projetos, a partir do envolvimento dos usuários dos edifícios.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é investigar elementos de codesign que possam contribuir para os projetos de incêndio e sua adequação para lidar com os desafios atuais associados aos riscos de incêndio em edifícios. O artigo está organizado em quatro seções: 1. Introdução; 2. Procedimentos metodológicos; 3. Análise dos resultados e discussões; 4. Considerações finais, além das referências.

2. Procedimentos Metodológicos

A revisão bibliográfica é um método de pesquisa com papel fundamental no processo de investigação científica especialmente em estudos de natureza descritiva e reflexiva [11]. A revisão bibliográfica sistemática adotada no trabalho visa identificar e descrever o estado-da-arte acerca dos projetos tradicionais de combate a incêndio e suas limitações a partir da busca, seleção e leitura de artigos científicos, a fim de coletar informações relevantes e atualizadas sobre o assunto em questão [11, 12].

A escolha do método decorre da natureza do problema que requer uma análise aprofundada das pesquisas existentes sem a necessidade de coleta de dados primários. Nesse caso, a revisão bibliográfica desempenha papel crucial ao reunir evidências e perspectivas já existentes [13]. Baseado em Santos *et al.* [13] o trabalho seguiu três etapas – planejamento, busca e leitura dos artigos.

Primeira etapa - Planejamento: foram estabelecidos o escopo da pesquisa, seus objetivos, o problema a ser investigado e o método. A etapa incluiu a definição dos termos de busca (combinações de palavras-chave) e os critérios para inclusão e avaliação de conteúdo. A tabela 1 apresenta o modelo de protocolo de pesquisa adotado nessa fase.

Na segunda etapa – Buscas: Essa etapa consistiu na condução de pesquisas em periódicos submetidos a revisão por pares. Inicialmente, e seguindo o planejamento apresentado na Tabela

1, foram realizadas buscas na plataforma Scielo usando o termo “Projeto de incêndio *AND* Codesign *AND* Concepção *AND* Usuário”; porém, sem resultados. Diante disso, decidiu-se ajustar os critérios de busca, somando ou subtraindo palavras-chave, a fim de obter resultados mais satisfatórios.

Tabela 1: Modelo de protocolo de pesquisa adotado

Componente	Conteúdo
Palavras-chave	• Projeto de incêndio; Codesign; Concepção; Usuário.
Âmbito da pesquisa	• Foram utilizadas as plataformas <i>Scielo</i> ; <i>Google Scholar</i> ; Plataforma Capes; e <i>ScienceDirect</i> .
Critérios de pesquisa	Critério de pesquisa usados nas plataformas: • <i>Scielo</i> (Projeto de incêndio <i>and</i> Codesign <i>and</i> Concepção <i>and</i> Usuário) e (Projeto de incêndio <i>AND</i> concepção). • <i>Google Scholar</i> (Projeto de incêndio <i>and</i> Codesign <i>and</i> Concepção <i>and</i> Usuário). • Periódicos Capes (Projeto de incêndio <i>and</i> Codesign <i>and</i> Concepção <i>and</i> Usuário) e (Projeto de incêndio <i>AND</i> usuário). • <i>Science Direct</i> (Fire Project <i>and</i> Codesign <i>and</i> Conception <i>and</i> User).
Aspectos técnicos	• Os resultados foram filtrados nas próprias plataformas através dos critérios de inclusão e exclusão aqui citados. Os resultados foram analisados um a um, haja vista a pouca quantidade de retornos nas plataformas.
Critérios de inclusão/exclusão	• Foram selecionados artigos que tivessem correspondência com o tema analisado (palavras-chave ou título ou resumo). Selecionou-se o período entre 2003-2023 (20 anos). Todos deviam ser publicados em revistas científicas com revisão por pares.
Critérios de qualidade e validade metodológica	• Para se assegurar que todos os resultados fossem relevantes foi feita uma releitura constante/contínua do texto em busca de possíveis perdas no processo. Os critérios de inclusão e exclusão foram aplicados logo no início da busca para se evitar viés. Os resultados foram analisados por 2 investigadores e, posteriormente, complementados. Todos os passos da pesquisa foram anotados e guardados para a escrita do artigo final.

Fonte: Elaborado pelos autores conforme Santos et al. (2018).

O critério que apresentou melhores resultados para essa plataforma foi “Projeto de incêndio *AND* concepção”. Esse processo se repetiu nos periódicos da Capes. No início, adotou-se o critério de busca “Projeto de incêndio *AND* Codesign *AND* Concepção *AND* Usuário”; novamente não foram encontrados resultados. Em seguida, utilizou-se o critério de busca “Projeto de incêndio *AND* usuário”. É importante ressaltar que esses problemas não foram encontrados nas plataformas *Science Direct* e *Google Scholar*. A tabela 2 apresenta os resultados dessa etapa.

Tabela 2: Resultados das buscas por meio das palavras-chave combinadas

Base de dados	Publicações encontradas
Scielo	11
Google Scholar	85
Periódicos capes	11
Science Direct	9

Fonte: Elaborado pelos autores conforme Santos et al. (2018).

Para identificar os artigos mais relevantes, foram adotados três filtros de leitura. Cada filtro levou em consideração a pertinência em relação aos objetivos de busca e aos critérios de inclusão/exclusão estabelecidos no protocolo apresentados na tabela 1, sendo o primeiro filtro: leitura do título, palavras-chave e resumo.

Após a aplicação do filtro 1, foram analisados os resultados obtidos nas diferentes plataformas acadêmicas mencionadas. Na plataforma Scielo, dos 11 resultados obtidos, apenas nove foram relevantes para o trabalho. No Google Scholar, entre os 85 resultados encontrados, nenhum apresentou correspondência direta com as palavras-chave pesquisadas. Vale ressaltar que a maioria dos achados consistiu em teses, dissertações e monografias, não sendo inclusos nos critérios estabelecidos. Na plataforma Science Direct, dos nove artigos encontrados, apenas dois abordavam diretamente o tema proposto. Por fim, na base de dados Periódicos Capes, dos 11 resultados encontrados, apenas quatro estavam alinhados ao tema de pesquisa. A tabela 3 apresenta os resultados dessa análise.

Tabela 3: Resultados da seleção dos artigos conforme filtro 1

Base de dados	Publicações encontradas	Publicações selecionadas da seleção preliminar
Scielo	11	9
Google Scholar	85	0
Periódicos capes	11	4
<i>Science Direct</i>	9	2

Fonte: Autores.

Após a aplicação do primeiro filtro, prosseguiu-se para o filtro 2, que consistiu na leitura da introdução e conclusão de cada artigo selecionado. Novamente, foram revisados o título, as palavras-chave e o resumo. Verificou-se que todos os 15 artigos encontrados possuíam alguma relevância em relação ao tema proposto e, portanto, foram mantidos para análise posterior.

Avançando para o terceiro filtro, procedeu-se à leitura completa dos 15 artigos selecionados, visando uma análise aprofundada e reflexiva das discussões apresentadas. O objetivo dessa fase foi compreender e sintetizar as informações de forma crítica. Para isso, foi essencial articular argumentos provenientes de diferentes autores, dada a complexidade do processo analítico.

3. Análises dos Resultados e Discussões

Com base nas leituras dos artigos, pode-se concluir que a predominância das normas e instruções técnicas indica um contexto com elevado nível de prescritividade. Isso implica que, de forma geral, esses documentos exercem uma influência significativa nas decisões e na liberdade de projeto, levando a soluções padronizadas e com pouca flexibilidade e sem a participação dos usuários.

A ausência de norma da ABNT ou instrução técnica que possibilitem mais flexibilização, ou seja, baixa prescritividade e participação direta dos usuários, reafirma a constatação de que o ambiente de projeto de segurança contra incêndio no Brasil é tipicamente prescritivo e menos participativo. Em outras palavras, isso significa que as diretrizes e regulamentações vêm influenciando consideravelmente as abordagens adotadas nos projetos e limitando a flexibilidade dos profissionais envolvidos [9]. Dessa forma, o atual cenário normativo brasileiro sugere certa dificuldade em mudar a filosofia normativa prescritiva para uma abordagem baseada em desempenho e usabilidade.

Todavia, para Manzini [14], o codesign buscaria estabelecer parcerias e relações simétricas entre os envolvidos, o que implicaria em uma troca de conhecimento e de experiências, levando em consideração as diferentes perspectivas e habilidades para criar soluções mais relevantes e, contextualmente, apropriadas.

Baseado em princípios de abertura, inclusão e colaboração, os projetos colaborativos podem ser conduzidos por meio de um diálogo contínuo com os usuários e com a comunidade afetada, para que suas vozes sejam ouvidas e suas necessidades sejam consideradas. Essas características, porém, não foram identificadas durante a leitura dos artigos, visto que apresentaram uma abordagem projetual tradicional [1, 5, 7, 9]. Alguns autores ressaltam que, por meio da abordagem participativa e/ou colaborativa, as soluções geradas podem ser socialmente sustentáveis, economicamente viáveis e ambientalmente responsáveis [6, 7]. Segundo Fontana, Heemann, Gomes [15], a colaboração:

É um esforço recíproco entre pessoas de iguais ou diferentes áreas de conhecimento separadas fisicamente ou não, com o objetivo comum de encontrar soluções que satisfaçam a todos os interessados [...] A colaboração visa produzir um produto e/ou serviço consistente e completo através de uma grande variedade de fontes de informação com certo grau de coordenação das várias atividades implementadas. Esse processo depende da relação entre os atores envolvidos, da confiança entre eles e da dedicação de cada parte (Fontana, Heemann, Gomes, 2012, s/n).

Para Manzini [14,16], o codesign não se limita apenas à criação de produtos, mas também abrange serviços, sistemas e políticas, enfatizando a importância de uma visão ampla e interdisciplinar. Em sua visão, o codesign possibilitaria, assim, a convergência dos pontos de vista, trazendo coerência à complexidade da atividade, dado que, ao agregar as capacidades dos usuários [16], pode potencializa-las.

Portanto, uma abordagem colaborativa que busca integrar o conhecimento, as experiências e as perspectivas de todos os envolvidos mostra-se uma estratégia de competitividade, pois aumenta a capacidade de coordenação, a criatividade, a competência morfológica, a tradução dos fenômenos e a comunicação [14, 16]. Nesse cenário, o projeto colaborativo desempenharia um papel fundamental na criação de cenários futuros (Figura 1), permitindo uma visão holística e inclusiva e a diversidade de perspectivas, ao reunir os diferentes atores em um processo de (co)criação [14].

O termo cenário é usado em vários contextos, com diferentes significados. Aqui, é usado no sentido de um artefato comunicativo produzido para promover o diálogo social sobre o que fazer; em outras palavras, sustentar um processo mais eficaz de codesign. Portanto, estamos falando de um cenário orientador de design: uma visão de como as coisas poderiam ser se determinadas condições fossem preenchidas, ou o que poderia ser alcançado e como (MANZINI, 2008, p. 145).

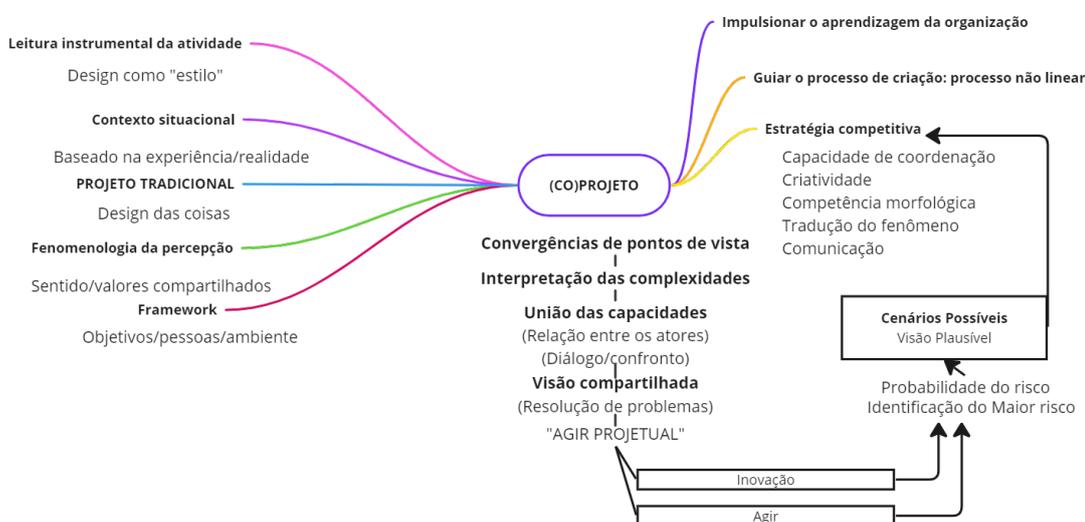


Figura 2: (Co) projeto e suas contribuições para a criação de cenários futuros. Fonte: Elaborado pelos autores baseado em Manzini (2008).

Ao romper com as abordagens tradicionais, ou seja, com as abordagens hierárquicas de normas [9], além de desafiar as suposições e mentalidades existentes, o codesign permitiria a exploração de novos caminhos e possibilidades [14, 15, 16], estimulando a experimentação e a aprendizagem contínua, criando espaço para a inovação e a adaptação a mudanças futuras [10]. Garantir que o projeto seja inclusivo, envolvendo todas as partes interessadas, especialmente aquelas que podem ser marginalizadas ou menos representadas. Isso promove a equidade e a justiça social, aspectos essenciais da sustentabilidade.

Em virtude do potencial envolvimento dos usuários de forma mais direta e significativa no processo de criação [14, 16], permitindo incorporar suas perspectivas e experiências desde o início do processo, o codesign possibilita a criação de soluções mais alinhadas com as necessidades reais. Entretanto, o que se observou nos artigos foi a aplicação estrita das normas, desconsiderando-se o usuário.

Pela ótica do codesign, o processo de projeto deve englobar uma compreensão profunda das necessidades das “pessoas para as quais se projeta”, mas tornando-as co-projetistas, ou seja, “pessoas com as quais se projeta”. Ele se concentra na aprendizagem e no desenvolvimento dos envolvidos para que as habilidades e as capacidades de inovação possam ser transferidas bem além do escopo do projeto e fornecer benefícios mais amplos para o local [3].

Nesse contexto, os projetos de prevenção e combate a incêndios desenvolvidos por meio de colaboração com usuários carecem de estratégias que precisam ser aprimoradas, envolvendo possivelmente questões relacionadas à gestão de projetos de inovação. Esses projetos frequentemente envolvem diversos atores, objetivos emergentes e subjetivos, e critérios de qualidade que podem não ser completamente compreendidos até após sua implementação. Ao mesmo tempo, os projetos de incêndio são ainda fortemente limitados por fatores como custos, cronograma e um regime de qualidade complexo, e incluem processos abrangentes de garantia de qualidade e regulamentações definidas por instituições governamentais e órgãos reguladores [1, 2, 3, 4].

Ao contrário de projetos puramente exploratórios, os projetos de incêndio precisam fornecer soluções concretas para serem bem-sucedidos como, por exemplo, melhorias em sistemas de detecção de incêndio ou protocolos de evacuação. Não é suficiente apenas contribuir para o conhecimento geral do campo [5, 7, 10]. Por outro lado, observa-se que os projetos de incêndio estão sendo cada vez mais concebidos como projetos de design que colocam as pessoas afetadas, como bombeiros e membros da comunidade, no centro do processo, com um crescente interesse em abordagens colaborativas de codesign.

Ao colocar os membros da comunidade no centro do processo de design, os projetos de combate a incêndios promovem o engajamento comunitário sustentável. Isso permite que a comunidade participe ativamente da identificação de necessidades, da tomada de decisões e da implementação de soluções, garantindo que as soluções sejam culturalmente apropriadas e socialmente aceitáveis.

4. Considerações Finais

Como visto, por meio da análise criteriosa das normas e regulamentos vigentes, o projeto de incêndio garante a conformidade com os padrões estabelecidos, promovendo a proteção tanto dos ocupantes do edifício quanto da estrutura em si. A aplicação de soluções personalizadas e singulares, adaptadas às características de cada edificação, permite minimizar os riscos, detectar precocemente os incêndios e facilitar a evacuação segura dos ocupantes, de forma integrada à atividade dos usuários.

A partir da revisão, infere-se que articular as metodologias de projeto tradicionais com uma abordagem de codesign, embora desafiador, pode resultar em soluções mais eficazes e inovadoras em situações de escape e abandono. Nesse cenário de possibilidades, algumas etapas do projeto que podem adotar processos de codesign são: diagnóstico do edifício e compreensão dos ambientes; identificação dos pontos de integração; elaboração de soluções tendo em mente a diversidade do público ocupante (usuários).

Para tanto, é importante considerar uma equipe diversificada e, quando possível, interdisciplinar; definir um processo claro de elaboração do projeto; facilitar a colaboração entre os envolvidos; utilizar as ferramentas de codesign adequadas ao processo e avaliar os resultados do projeto. Articular metodologias tradicionais com o codesign pode levar a soluções mais inovadoras e centradas no usuário, potencializando o conhecimento coletivo e as perspectivas diversas dos atores envolvidos.

Por fim, entende-se que o codesign de projetos de incêndio em edifícios pode desempenhar um papel importante na preservação do patrimônio construído mas, principalmente, na proteção de vidas. Ao integrar métodos tradicionais com abordagens inovadoras, garantindo a conformidade com as normas e promovendo a capacitação dos profissionais, pode-se criar ambientes seguros e confiáveis para todos os usuários. O contínuo aprimoramento dessas práticas é essencial para enfrentar os desafios relacionados à segurança contra incêndios e garantir um futuro mais seguro para as edificações e as pessoas.

Referências

- [1] BOLINA, F. L. et al. Análise dos métodos de verificação de vigas de concreto armado em situação de incêndio propostos pela NBR 15200. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 11, p. 1308-1325, 2018.
- [2] ZAGO, C. S.; JUNIOR, A. L. M.; MARIN, M. C. Considerações sobre o desempenho de estruturas de concreto pré-moldado em situação de incêndio. **Ambiente Construído**, v. 15, p. 49-61, 2015.
- [3] SPINARDI, G.; COOPER-KNOCK, S. J.; RUSH, D. Proximal design in South African informal settlements: users as designers and the construction of the built environment and its fire risks. **Tapuya: Latin American Science, Technology and Society**, v. 3, n. 1, p. 528-550, 2020.
- [4] KODUR, V. K. R.; NASER, M. Z. Importance factor for design of bridges against fire hazard. **Engineering Structures**, v. 54, p. 207-220, 2013.
- [5] BRUSHLINSKY, N.N.; AHRENS, M.; SOKOLOV, S.V.; WAGNER, P. World fire statistics. CTIF. **International Association of Fire and Rescue Services**, No. 22, 2017. Disponível: www.ctif.org/sites/default/files/ctif_report22_world_fire_statistics_2017.pdf (acesso 26 Junho 2023).
- [6] SILVA, V. P et al. Incêndio real em um apartamento de interesse social: um estudo de caso. Rem: **Revista Escola de Minas**, v. 60, p. 315-324, 2007.
- [7] KODUR, V.; KUMAR, P.; RAFI, M. M. Fire hazard in buildings: review, assessment and strategies for improving fire safety. **PSU research review**, v. 4, n. 1, p. 1-23, 2020.

- [8] LANDESMANN, A.; MOUÇO, D. L. Análise estrutural de um edifício de aço sob condições de incêndio. Rem: **Revista Escola de Minas**, v. 60, p. 285-294, 2007.
- [9] CLARET, A. M; MATTEDI, D. L. Estudo da prescritividade das normas técnicas brasileiras de segurança contra incêndio. Rem: **Revista Escola de Minas**, v. 64, p. 265-271, 2011.
- [10] MALUK, Cristian; WOODROW, Michael; TORERO, Jose Luis. The potential of integrating fire safety in modern building design. **Fire safety journal**, v. 88, p. 104-112, 2017.
- [11] SAUR-AMARAL, I. **Revisão sistemática da literatura**. BUBOK. Lisboa, 2010.
- [12] CONFORTO, Edivandro Carlos; AMARAL, Daniel SILVA, Sérgio Luis. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática**: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. 8º Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produto (CBGDP), 2011.
- [13] SANTOS, Aguinaldo dos et al. **Seleção do método de pesquisa**: guia para pós-graduando em design e áreas afins. Curitiba: Insight, p. 10-42, 2018.
- [14] MANZINI, E. **Design: quando todos fazem design**: uma introdução ao design para a inovação social /Ezio Manzini; tradução Luzia Araújo. - São Leopoldo, RS: Ed. UNISINOS, 2017. 254 p.
- [15] FONTANA, I. M.; HEEMANN, A.; GOMES, M. G. F. **Design colaborativo: fatores críticos para o sucesso do co-design**. In: Anais do 4º Congresso Sul Americano de Design de Interação. 2012.
- [16] MANZINI, E. **Design para a inovação social e sustentabilidade: Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Editora E-papers, 2008.

Design Afetivo e Sustentabilidade no Design de Produtos: uma revisão integrativa

Affective Design and Sustainability in Product Design: an integrative

Erik Felipe Caetano da Silva, mestrando, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
erikfelipex@gmail.com

Jocelise Jacques de Jacques, doutora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
jocelisej@gmail.com

Clariana Fischer Brendler, doutora, Universidade Federal do Rio Grande do Sul
clafischer@hotmail.com

Resumo

A busca por estratégias que promovam a sustentabilidade e a longevidade de produtos tem sido um foco central de interesse no campo do Design. Este estudo tem como o objetivo identificar na literatura, por meio da metodologia de revisão integrativa, a interseção entre os vínculos afetivos estabelecidos entre os usuários e os produtos, o design emocional, o prazer decorrente dessas interações e o ciclo de vida dos produtos, sob a perspectiva da sustentabilidade. Por meio desse enfoque metodológico, este artigo destaca a importância de uma abordagem holística que considere aspectos emocionais, sociais e ambientais na busca por soluções de design sustentáveis.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Extensão de vida de produto; Design afetivo; Prazer

Abstract

The search for strategies that promote the sustainability and longevity of products has been a central focus of interest in the field of Design. This study aims to identify in the literature, through the integrative review methodology, the intersection between the affective bonds established between users and products, emotional design, the pleasure resulting from these interactions and the life cycle of products, under the perspective of sustainability. Through this methodological approach, this article highlights the importance of a holistic approach that considers emotional, social and environmental aspects in the search for sustainable design.

Keywords: Sustainability; Product life extension; Affective design; Pleasure

1. Introdução

O consumo de produtos atualmente é baseado em ciclos de vida curtos que reduzem a qualidade da conexão com os usuários e levam a sérios impactos ambientais. A noção de obsolescência planejada, que promove deliberadamente a substituição de produtos independentemente de sua funcionalidade, é adotada por muitas empresas e induz os usuários a se interessarem apenas pelos produtos mais atuais (Lobos; Babbitt, 2013). Para Chapman (2009), a crise da sustentabilidade é uma questão comportamental, e não simplesmente de tecnologia, produção e volume. As condições comportamentais que impulsionam e influenciam os padrões de consumo de materiais são complexas, mas fundamentais para um envolvimento efetivo com uma agenda contemporânea de design sustentável. Conforme o conceito de sustentabilidade tenta abordar muitas dessas questões, a integração do design com o apego emocional oferece uma solução viável para o problema (Lobos; Babbitt, 2013).

Uma das maneiras que designers identificaram para favorecer o comportamento sustentável e estabelecer vínculos afetivos dos consumidores é através do Design Emocional. Essa estratégia possibilita fortes conexões entre usuários e produtos, que vão além de forma e função, e promove maior vida útil do produto devido à experiência agradável que os produtos podem oferecer (Desmet, Hekkert, 2009; Lobos; Babbitt, 2013; Torres, 2021). É inegável a necessidade de explorar e aperfeiçoar os estudos sobre as experiências emocionais com produtos, sendo necessária uma perspectiva clara sobre como as emoções positivas podem ser experienciadas nas interações das pessoas com os artefatos, considerando as questões hedônicas e emocionais (Desmet, 2003; Porsani et al., 2022). Nesse sentido, estudos têm investigado os fatores estéticos, simbólicos e emocionais e como estes podem influenciar positivamente ou negativamente na escolha de determinado produto pelos consumidores (Mariño et al., 2019; Porsani et al., 2022).

Ao estender a vida útil de um produto, muitos dos problemas ambientais enfrentados atualmente pela sociedade podem ser reduzidos (Lobos; Babbitt, 2013). No entanto, conforme Chapman (2006) aponta, na maioria das estratégias para prolongar a vida útil dos produtos, a durabilidade é descrita como o uso de materiais resilientes, tecnologias reparáveis e metodologias de engenharia avançadas que reduzem a chance de falhas físicas, tais como a exaustão de circuitos e fraturas de estresse. O uso dessa estratégia traz questionamentos: estão sendo realizados design de produtos duráveis ou meramente concebidos resíduos mais duradouros? O autor afirma que devem ser desenvolvidas estratégias para a concepção de artefatos emocionalmente duráveis, com a finalidade de envolver o usuário em camadas mais profundas de apego emocional.

Conforme aponta Cardoso (2010), é fundamental compreender que o ciclo de vida de um artefato se estende muito além do seu uso inicial e até mesmo do seu descarte, o que pode ajudar na conscientização sobre a importância de projetos sustentáveis. Refletir sobre o estilo de vida atual, promover a sustentabilidade considerando os princípios do desenvolvimento sustentável, compreender os vínculos afetivos na relação entre usuários e artefatos, e ainda, reconhecer a importância dos afetos e da memória positiva, são elementos essenciais para projetos orientados à sustentabilidade (Torres, 2021).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi identificar na literatura como os vínculos afetivos, emocionais e de prazer entre usuário e artefato contribuem para a extensão do tempo de vida do produto. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica integrativa a fim de verificar como as diferentes pesquisas recentes na área abordam o tema.

2. Procedimentos Metodológicos

Esta pesquisa consiste em um estudo qualitativo baseado em uma revisão de literatura integrativa. As revisões bibliográficas têm como objetivo organizar, sintetizar e esclarecer as principais obras existentes em uma determinada área, fornecendo citações completas que abrangem a literatura relevante. Essas revisões podem oferecer uma visão geral histórica sobre um tema ou assunto, considerando as publicações em um determinado campo (Vosgerau; Romanowski, 2014). Além de possibilitar a síntese do estado da arte do assunto, conforme Mendes, Silveira e Galvão (2008), o método permite apontar lacunas do conhecimento que necessitam ser preenchidas com novos estudos.

Quanto aos métodos utilizados, foram realizadas adaptações ao processo de revisão proposto por Mendes, Silveira e Galvão (2008). Sendo assim, a pesquisa foi dividida em 6 etapas, conforme pode ser observado a seguir: (i) Identificação do tema e seleção da questão de pesquisa para a elaboração da revisão integrativa; (ii) Estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão dos artigos; (iii) Definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/ categorização dos estudos; (iv) Avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa; (v) Interpretação dos resultados; (vi) Apresentação da revisão/síntese do conhecimento.

A revisão se inicia com a definição de uma questão norteadora, para esta revisão foi definida: “Como os vínculos afetivos podem contribuir para a extensão do tempo de vida de um produto?”.

Inicialmente a busca foi conduzida no Portal de Periódicos da CAPES, bem como nas plataformas Science Direct e Scopus. Foram utilizados os descritores em inglês: "affective design" OR “emotional design” AND "sustainability" AND "product” AND “design”. Apesar da exibição dos artigos ter sido diferente em cada uma das plataformas, em todas foram utilizados os mesmos descritores.

Para responder à pergunta foram estabelecidos critérios de inclusão para a seleção dos estudos: artigos empíricos publicados no período de 2018 a 2023, em língua portuguesa, espanhola ou inglesa, com acesso institucional dos autores ou acesso livre. Os critérios de exclusão contemplam estudos de revisão, visto que o foco são estudos primários, artigos indisponíveis na íntegra, repetidos, escritos em língua estrangeira (exceto inglês ou espanhol), ou não pertencentes ao período pré-estabelecido.

Após aplicados os critérios de inclusão e exclusão nas buscas apresentaram-se os seguintes resultados iniciais: (i) Periódicos da CAPES: 44 artigos; (ii) Science Direct: 68 artigos; (iii) Scopus: 17 artigos. Foram lidos os títulos e resumos para verificar a pertinência com o tema da pesquisa. Por fim, apresenta-se no quadro 1 a seguir o quantitativo de artigos selecionados para esta revisão:

Quadro 1: Artigos selecionados para a revisão.

Base de Dados	Artigos
Science Direct	3
Scopus	7
Periódicos Capes	5
TOTAL	15

Fonte: Autores.

Na seção seguinte serão apresentados os achados dos artigos selecionados.

3. Resultados e Discussão

Nesta seção é apresentada uma síntese dos artigos selecionados. Mais informações sobre os artigos podem ser consultadas na figura 1.

Artigos selecionados				
TÍTULO	PERIÓDICO / REVISTA	AUTORES	ANO	PALAVRAS-CHAVE
Smart design of energy-saving and water-saving facilities: a perspective of emotional factors	Journal of Facilities Management	CHIU, K-C.	2022	Sustainability; Structural equation modeling (SEM); Smart design; Affect; Behavior and cognition (ABC) model; Environment; social and governance (ESG); Water-saving facilities
Affective-Blue Design Methodology for Product Design Based on Integral Kansei Engineering	Mathematical Problems in Engineering	LIAN, W.; et al.	2022	-
Sostenibilidad y el Diseño emocional como aliados en el ciclo de vida del producto	Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación	JUAREZ, H. I. R.; BERMÚDEZ, J. A. L.	2022	Diseño emocional; Desarrollo sostenible; Sostenibilidad; Diseño industrial; Ciclo de vida; Ecodiseño; Experiencia de usuario
Hidden power of affective products and environments	Work	SEVA, R.	2022	Affective design; sustainability; Kansei engineering; ergonomics in design; product design
Kawaii! La ternura como herramienta para el diseño emocional y sustentable	Legado de Arquitectura y Diseño	VICTORIA-URIBE, R.; GARCÍA-ALBARRÁN, M.	2022	emotional design; kawaii; sustainability; cuteness
Design para sustentabilidade: contribuições do design reflexivo para a longevidade emocional de produtos de moda	DAPesquisa	ASSUNÇÃO, L.; JACQUES, J.	2021	Moda-Estilo; Design centrado no usuário; Sustentabilidade
Eliciting user preference for quantitative vs. emotional information display in eco-feedback designs	Research in Engineering Design	BAO, Q.; SHAUHAT, M. M.; YANG, M. C.	2021	Product design; User-centered design; Eco-design; Sustainable product use; Emotional design
Integrating aesthetic and emotional preferences in social robot design: An affective design approach with Kansei Engineering and Deep Convolutional Generative Adversarial Network	International Journal of Industrial Ergonomics	GAN, Y, et al.	2021	Aesthetic; Preferences; Social robot; Affective design; Kansei engineering DCGAN
An Ontological Approach of the Cognitive and Affective Product Experience	Frontiers in Neuroergonomics	TAVARES, D. R; et al.	2021	ontological approach; cognitive design; affective design; subjectivity; product experience; black box
Emotional design for smart product-service system: A case study on smart beds	Journal of Cleaner Production	YANG, X, et al.	2021	Smart PSS; Emotional design; Development method; Quantitative calculation; Eye movement tracking
Emotionally Sustainable Design Toolbox: A Card-Based Design Tool for Designing Products with an Extended Life Based on the User's Emotional Needs	Sustainability	WU, J.; et al.	2021	emotionally sustainable design; product design; emotional design; ESD toolbox
Principles of Affective Design in Consumers' Response to Sustainability Design Strategies	Sustainability	AGOST, M-J.; VERGARA, M.	2020	affective design; consumer response; sustainability; product attachment; willingness to keep
A Proposed Framework on the Affective Design of Eco-Product Labels	Sustainability	GUTIERREZ, A. M. J.; CHIU, A. S. F.; SEVA, R.	2020	affect; eco-labels; pre-purchase
The Role of Affective Design in Sustainability	Advances in Intelligent Systems and Computing	JUAREZ, G.	2020	Human factors; Sustainability; Sustainable design; Affective design; Hedonomics; Hedonistic sustainability; Ergonomics
Managing sustainability in the fashion business: Challenges in product development for clothing longevity in the UK	Journal of Business Research Journal	GOWERK, H, et al.	2018	Sustainability; Fashion; Longevity; Product development

Figura 1: Artigos selecionados. Fonte: elaborado pelos autores.

Os artigos foram agrupados em três categorias conforme suas temáticas: i) Métodos, modelos e ferramentas ii) Tecnologias e dispositivos inteligentes e iii) Moda e estética e são discutidos a seguir.

4.1. Métodos, modelos e ferramentas

Há uma evidente necessidade de integração dos modelos de Design Afetivo com o Design Sustentável. Buscando responder “qual o papel do design afetivo na sustentabilidade”, Juarez (2020) traz no seu texto o conceito de Sustentabilidade Hedonística, que enfatiza o papel do afeto como fator crucial nos processos de tomada de decisão dos usuários e sugere uma

integração com modelos de desenvolvimento sustentável. É apresentado no estudo de caso um Incinerador de resíduos, que mudou a percepção geral dos usuários na gestão de resíduos, e que pôde trazer uma experiência positiva para a comunidade. O argumento apresentado reforça que ao incorporar métodos do Design Afetivo ao Design Sustentável, é possível desassociar o conceito de sustentabilidade como um sacrifício a ser feito, e torná-lo em algo positivo (Juarez, 2020).

O Design Afetivo se baseia na premissa de que produtos e serviços podem provocar fortes respostas afetivas e podem ser aproveitadas para fins específicos, como aumentar o consumo. No entanto, seu uso ainda é muito limitado na promoção de objetivos mais altruístas (Seva, 2022). A autora apresenta em seu artigo uma discussão sobre os fundamentos teóricos e as aplicações do Design Afetivo e destaca que a experiência emocional pode ser suficientemente poderosa para incitar uma mudança de comportamento. Essa abordagem pode ser utilizada para tratar de questões contemporâneas de consumo, reciclagem e saúde temas alinhados com alguns dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) publicados pela Organização das Nações Unidas (ONU) (Seva, 2022).

Tão crucial quanto a compreensão das implicações dos estados emocionais do usuário durante a interação com o produto, é a identificação de suas origens, particularmente aquelas influenciadas pelo design do produto. Assim, o design de um produto tem a capacidade de elicitare respostas emocionais de forma explícita, manifestando afetos; ou de maneira implícita, por meio de sua estética (Juarez; Bermúdez, 2022). Quando um objeto tem significado pessoal e individual para alguém, sua sustentabilidade ao longo do tempo é estendida, uma vez que o vínculo emocional pode prolongar seu ciclo de vida (Juarez; Bermúdez, 2022).

A sustentabilidade na extensão do ciclo de vida do produto é um tema continuamente explorado por pesquisadores. Nesse sentido, Wu et al. (2021) identificaram que os frameworks e estratégias atuais de Design Emocional Durável (DED) são difíceis de aplicar em um contexto mais amplo na prática do design. Assim, foi desenvolvida uma ferramenta de Design Emocionalmente Sustentável (DES) por meio de revisão da literatura sobre sustentabilidade emocional e consultas com especialistas. A intenção é aplicar essa ferramenta nos processos reais de desenvolvimento de produtos com design thinking, promovendo uma expansão da literatura existente. A proposta utiliza uma estrutura de três níveis de design emocional e apresenta a ferramenta DES na forma de cartões de design, contribuindo assim para orientar a prática de design com base em princípios de sustentabilidade emocional. Além disso, a ferramenta pode ser usada não só para orientar a concepção de produtos emocionalmente sustentáveis, mas também para verificar se produtos existentes têm as características de sustentabilidade emocional (Wu et al., 2021).

A proposição de um framework também foi realizada no estudo de Gutierrez, Chiu e Sheva (2020). O estudo teve como objetivo examinar como os consumidores que diferem em atitudes ambientais respondem a rótulos ecológicos. Quando os usuários compram produtos ecológicos, sentem que estão contribuindo com práticas sustentáveis, este aspecto está diretamente ligado ao nível reflexivo do Design Emocional (Norman, 2004). Ao comunicar aos consumidores os aspectos emocionais positivos de produtos ecologicamente corretos, pode haver um aumento na presença desses produtos no mercado, resultando em melhorias no ambiente global e no bem-estar geral. Este estudo oferece insights promissores para o marketing ambiental, demonstrando que o posicionamento bem-sucedido de produtos verdes como produtos que promovem o cuidado pessoal pode trazer benefícios emocionais aos consumidores (Gutierrez; Chiu; Seva, 2020).

Ainda no contexto de desenvolvimento de metodologias, Lian et al. (2022), abordam a problemática sobre projetos de produtos sustentáveis, que trazem consciência para os usuários sobre a importância da sustentabilidade. No entanto, os produtos sustentáveis ou verdes são geralmente caros, apesar das suas vantagens, o que acaba por retardar ou reprimir a aspiração de compra dos consumidores. Esta contradição pode ser resolvida através do Design Azul, que é uma abordagem de design que busca fornecer produtos baseada em uma economia sustentável, mas barata, capaz de oferecer mais com menos (Lian et al., 2022). Este estudo implementa de forma inovadora as ideias de sustentabilidade e da Economia Azul, bem como a Engenharia Kansei em um processo para se criar uma nova metodologia de Design Afetivo-Azul para a o desenvolvimento dos produtos, ou seja, considera simultaneamente as necessidades das pessoas em termos de afeto, aspectos da sustentabilidade e economia (Lian et al., 2022).

No estudo de Agost e Vergara (2020), foram examinadas as reações dos consumidores em relação às estratégias de design sustentável, levando em consideração os princípios do design afetivo. As autoras destacam que o uso do afeto como um impulsionador do comportamento em direção à sustentabilidade ainda é um tema pouco explorado na literatura. O objetivo principal foi estabelecer uma compreensão sólida da relação entre estratégias de design voltadas para a sustentabilidade, as emoções dos consumidores e suas atitudes em relação ao meio ambiente, dentro de um modelo detalhado no contexto afetivo. Como principais resultados destaca-se que as percepções de durabilidade estão mais fortemente ligadas à intenção de manter o produto, enquanto as impressões estéticas têm maior relação com a afeição. As percepções práticas e emocionais apresentam associações com ambas as respostas comportamentais. Ficou evidente que as estratégias de design e as preocupações pessoais exercem influência sobre a resposta do consumidor (Agost; Vergara, 2020).

O fortalecimento de conexões subjetivas, em particular as afetivas, desempenha um papel fundamental na escolha do consumidor entre produtos concorrentes, influenciando tanto a funcionalidade quanto o prazer oferecido pelos produtos (Tavares et al., 2021). Os autores buscaram por meio de um estudo propor uma abordagem abrangente e interdisciplinar para compreender a experiência do consumidor com produtos, usando uma estrutura explicativa e um modelo conceitual. Os resultados iniciais do teste indicam que essa abordagem contribui positivamente para melhorar a compreensão, avaliação e tradução da experiência do produto (Tavares et al., 2021). Como resultado ficou evidente a necessidade de abordar de maneira conjunta os aspectos emocionais e cognitivos ao avaliar o design e a experiência com um produto. Sendo notável que as emoções desempenham um papel crucial na percepção subjetiva da qualidade do produto, enquanto o pensamento racional é essencial para compreender as intenções do consumidor e sua decisão final de compra. Os processos simbólicos e reflexivos, tanto emocionais quanto cognitivos, têm o potencial de influenciar significativamente a avaliação de um produto e, portanto, devem ser levados em consideração (Tavares et al., 2021).

4.2. Tecnologias e dispositivos inteligentes

No eixo tecnologias e dispositivos inteligentes (*smart devices*), estão os artigos que abordam o contexto de experiência do usuário, design emocional, ou mesmo proposição de métodos e abordagens em um contexto com algum tipo de dispositivo tecnológico, por exemplo, displays que forneçam eco-feedback (Bao; Shaukat; Yang, 2022), ou ainda um Projeto de instalações inteligentes (*Smart Design*) que economizam energia e água (Chiu, 2022).

O Eco-feedback é uma estratégia de design que recorda aos usuários o consumo de recursos enquanto utilizam um produto, com o propósito de estimular comportamentos pró-ambientais

ao conscientizá-los sobre o impacto ambiental de seu consumo. A maneira pela qual esses designs apresentam dados sobre o uso de recursos pode influenciar de forma significativa as percepções dos usuários. Nesse contexto, o estudo de Bao, Shaukat e Yang (2022) investiga dois aspectos da apresentação de informações sobre o consumo de recursos, o feedback quantitativo e a capacidade de evocar emoções. A apresentação de dados quantitativos sobre o uso de recursos foi mais eficaz para os entrevistados que tinham uma estimativa precisa do consumo de recursos, enquanto o apelo emocional do design foi igualmente eficaz para aqueles com maior ou menor conhecimento sobre o consumo de recursos. Esses achados experimentais oferecem valiosas informações sobre como aprimorar o design de produtos de eco-feedback para obter maior aceitação dos usuários (Bao; Shaukat; Yang, 2022).

Os produtos inteligentes (*smart*) normalmente têm um forte apelo tecnológico, mas raramente consideram fatores relacionados ao design emocional, mantendo assim os usuários distantes e sem vínculo. O design emocional ou centrado no ser humano pode aumentar a aderência e maximizar o uso do produto. Para incluir fatores emocionais no design de produtos inteligentes, Yang et al. (2021) construíram um método de desenvolvimento de cima para baixo (top-down) para sistemas de produtos-serviços (PSS) inteligentes, ou PSS Smart. Para avaliar este método, foi realizado um experimento de rastreamento ocular no projeto de camas inteligentes, conduzido para verificar os requisitos emocionais. O método proposto neste artigo é um método top-down, quantitativo e objetivo que mitiga a falta de fatores emocionais considerados no design de produtos inteligentes. Assim, o método proposto pode ser utilizado como um método de desenvolvimento sistemático para os PSS Smart (Yang et al., 2021).

O artigo de Gan et al. (2021) aponta que identificar a relação entre a aparência do produto e as preferências do cliente, bem como extrair informações de design no contexto de interação é fundamental nas abordagens de design relacionadas ao afeto. No entanto, devido à complexidade da percepção estética e emocional, a obtenção dessas informações de design a partir do contexto de interação é complexa e desafiadora. Assim os autores propõem uma abordagem de design afetivo, usando o método de Engenharia Kansei (KE) e o que chamam de Rede Adversária Generativa Convolutiva Profunda (RAGCP) (tradução nossa). Para tanto realizam um estudo de caso com um robô social para verificar a eficácia dessa abordagem. Os resultados mostram que os robôs sociais recém-projetados recebem avaliações estéticas positivas, indicando que essa abordagem pode auxiliar empresas de design industrial na compreensão das necessidades psicológicas dos clientes e no desenvolvimento eficiente de novos produtos (Gan et al., 2021).

O objetivo do estudo de Chiu (2022) foi investigar as atitudes dos funcionários em relação ao uso de instalações para economia de energia e água em Taiwan, construindo um questionário com base no modelo ACC (Afeto, Comportamento, Cognição) para pesquisar essas atitudes. O estudo utiliza ainda Modelagem de Equações Estruturais (MEE) para examinar a relação entre afeto, comportamento e cognição ao usar essas instalações. A pesquisa aponta para a necessidade de considerar o design emocional na implementação de instalações de economia de energia e água e destaca o potencial de instalações inteligentes para atrair emocionalmente os usuários, incentivando o uso dessas tecnologias (Chiu, 2022). Apesar dessas conclusões, o estudo reconhece algumas limitações, incluindo a natureza psicológica do modelo ACC e a necessidade de envolver profissionais técnicos no desenvolvimento de instalações relacionadas. Além disso, ressalta a importância da conveniência na adoção de tecnologias de eficiência energética e hídrica, destacando o valor da abordagem emocional no design de instalações sustentáveis (Chiu, 2022).

4.3. Moda e Aspectos Estéticos e Simbólicos

Nessa seção estão reunidos artigos que abordam o design emocional no contexto da moda (Goworek et al., 2020; Assunção; Jacques, 2021) e também sobre o aspecto estético da fofura como ferramenta para o desenho emocional e sustentável (Victoria-Uribe; García-Albarrán, 2022).

Segundo Goworek et al. (2020) todos os estágios do ciclo de vida do vestuário, desde a produção até o descarte, geram impactos no meio ambiente. No entanto, a avaliação do ciclo de vida revelou que prolongar a vida útil das roupas por meio de design, manutenção e reutilização é um método eficaz para mitigar esses impactos. Neste estudo conduzido pelos autores, uma abordagem qualitativa foi adotada, fundamentada em entrevistas com stakeholders da indústria de vestuário, visando investigar a promoção da sustentabilidade por meio do aumento da longevidade das roupas. Uma análise temática revelou que o aprimoramento de conhecimentos e competências é fundamental para enfrentar os desafios relacionados à extensão da vida útil das roupas. Sugere-se que superar esses desafios requer não apenas melhorias em processos e infraestrutura, mas também decisões de gestão que removam barreiras à longevidade e capacitem equipes de desenvolvimento de produtos. Ampliar a oferta de produtos sustentáveis é uma abordagem significativa para atender às necessidades dos clientes, enquanto as organizações podem reconsiderar a orientação funcional-emocional da indústria do vestuário, reconhecendo sua combinação única de funcionalidade e conexão emocional (Goworek et al., 2020).

Nesse sentido, Assunção e Jacques (2021) exploram como o nível reflexivo do Design Emocional (Norman, 2004) pode contribuir para o aumento da longevidade dos produtos de moda, buscando um cenário mais sustentável por intermédio do despertar de emoções agradáveis e a criação de vínculos afetivos entre os usuários e suas roupas. A pesquisa explorou estratégias de design reflexivo no contexto do Design Emocional, com o objetivo de criar produtos de moda que evocassem emoções estáveis e duradouras (Assunção; Jacques, 2021). Dentre elas pode-se citar: i) Lembrança de memória afetiva: as pessoas normalmente cuidam e guardam as roupas com as quais tem memória afetiva; ii) Reflexos das experiências de uso: sugere-se aceitar e trabalhar com a ideia de que os produtos mudam conforme são utilizados; iii) Significado simbólico-social: considerar os significados que são expostos por meio dos produtos de moda para outras pessoas, em um ambiente coletivo; iv) Compartilhamento de valores morais: as pessoas tendem a criar afeto com produtos através dos quais possam compartilhar valores éticos e morais; v) Percepção de raridade/exclusividade: peças difíceis de conseguir em razão de disponibilidade, tendem a ser mais desejadas e, conseqüentemente, melhores cuidadas. Assim, os designers desempenham um papel importante nessa transição para uma moda mais sustentável, embora não possam garantir vínculos emocionais com produtos, mas, por meio de competências e métodos específicos, podem projetar produtos que despertem ou evitem certas emoções (Assunção; Jacques, 2021).

As pessoas frequentemente se sentem atraídas pela fofura, uma vez que ela evoca sentimentos de proteção, diversão, relaxamento, juventude e/ou nostalgia. Isso estabelece uma conexão emocional e abre possibilidades para a criação de objetos, sejam eles em duas ou três dimensões, que podem transmitir mensagens ou servir a diversas finalidades. O trabalho de Victoria-Uribe e García-Albarrán (2022) explora como o conceito de fofura ou kawaii pode ser utilizado como uma ferramenta estruturada no processo de concepção de produtos, com o intuito de torná-los mais aceitáveis pelo público, e, eventualmente, aplicá-lo a produtos sustentáveis. A estética kawaii é um termo utilizado na cultura japonesa para se referir a tudo que é adorável, bonito e com traços infantis. O kawaii permeia uma ampla gama de objetos de design, abrangendo desde eletrodomésticos até mesmo sinalização, passando por vestuário e

espaços arquitetônicos. O autor reforça que compreender os aspectos psicológicos da fofura no design, juntamente com os princípios do kawaii, pode ser benéfico para a criação de objetos através do design emocional (Victoria-Uribe; García-Albarrán, 2022).

5. Considerações Finais

O presente estudo apresentou uma análise dos vínculos afetivos e sustentabilidade no contexto do design emocional de produtos, empregando uma metodologia de revisão integrativa. Ao explorar a literatura disponível, foram identificadas três categorias distintas que emergiram como áreas de pesquisas: o desenvolvimento de métodos, modelos e ferramentas; dispositivos tecnológicos smart; e moda e aspectos estéticos e simbólicos. Essas categorias fornecem contribuições valiosas sobre o atual estado do conhecimento e apresentam direções promissoras para pesquisas futuras.

Na categoria "Métodos, modelos e ferramentas", foi encontrado um corpo de pesquisa focado na criação e refinamento de abordagens e instrumentos que auxiliam os designers na integração de elementos emocionais e sustentáveis em seus projetos. Esses métodos, como o uso de ferramentas específicas e a adoção de frameworks conceituais, representam um avanço importante na busca por soluções que harmonizem o prazer do usuário e a redução do impacto ambiental. No entanto, nota-se que o desenvolvimento contínuo desses métodos é crucial para a evolução do campo.

Em "Tecnologias e dispositivos inteligentes" emerge como uma categoria que explora como a tecnologia pode ser empregada para criar produtos que ofereçam experiências significativas e que estejam alinhados com princípios de sustentabilidade. A integração de dispositivos smart em produtos do cotidiano apresenta uma promessa abordagem para monitorar o uso e o ciclo de vida dos produtos, oferecendo dados importantes para os fabricantes, consumidores e mesmo decisões de políticas públicas.

A categoria "Moda e Aspectos Estéticos e Simbólicos" destaca a relevância do design emocional no setor da moda e na comunicação de mensagens estéticas e simbólicas. Neste campo, produtos de moda são capazes de transmitir valores emocionais e sustentáveis por meio de seu design, materiais e estilo. As pesquisas identificadas nessa categoria ressaltam o potencial da moda para inspirar vínculos duradouros entre os consumidores e seus itens de vestuário, ao mesmo tempo que promove práticas mais responsáveis na indústria.

Essas categorias refletem uma compreensão crescente de que a construção de vínculos afetivos entre os consumidores e os produtos é essencial para a promoção da sustentabilidade. À medida que a sociedade busca soluções que satisfaçam as necessidades presentes sem comprometer as futuras gerações, a integração entre design emocional, vínculos afetivos e sustentabilidade torna-se cada vez mais relevante. O presente estudo, por meio da revisão integrativa, proporcionou uma visão abrangente dessas áreas e oferece uma base para a continuidade da pesquisa e a aplicação prática na concepção de produtos e políticas voltadas para um futuro mais sustentável.

Referências

- [1] LOBOS, Alex; BABBITT, Callie. Integrating Emotional Attachment and Sustainability in Electronic Product Design. *Challenges*, [s. l.], v. 4, n. 1, p. 19–33, 2013.
- [2] DESMET, P; HEKKERT, P. Special issue editorial: Design & emotion. *International Journal of Design*, v. 3, n. 2, 2009.
- [3] CHAPMAN, J. Design for (Emotional) Durability. *Design Issues*, 25(4), 29–35, 2009.
- [4] TORRES, M. L. Project guidelines with a focus on affections and positive memory oriented towards sustainability. *DAT Journal*, [S. l.], v. 6, n. 1, p. 245–265, 2021. DOI: 10.29147/dat.v6i1.339. Disponível em: <https://datjournal.anhembi.br/dat/article/view/339>. Acesso em: 27 abr. 2023.
- [5] DESMET, P. A Multilayered Model of Product Emotions. In: *The Design Journal*, 2003.
- [6] PORSANI, R. N. et al. Reflexões sobre design para emoção: percepções no campo da estética do artefato. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, v. 1, p. 161-171, 2022.
- [7] MARIÑO, Suzi et al. Hedonomia e Design Emocional: A importância da aparência (requisito estético; funções simbólica e estética) na seleção de um produto pelos usuários, p. 5180-5193. In: *Anais do 13º Congresso Pesquisa e Desenvolvimento em Design (2018)*. São Paulo: Blucher, 2019.
- [8] CHAPMAN, Jonathan. Sustaining Relationships Between People and Things. In: *Design & emotion Conference, 5th, 2006, Gothenburg. Proceedings of 5th Design & emotion Conference*. Gothenburg: Design & Emotion Society, 2006.
- [9] CARDOSO, Cristina Luz et al. Extensão de vida do produto: ciclos de prazer e vínculos afetivos. In: *XXX Encontro Nacional de Engenharia de Produção, São Carlos, 2010*.
- [10] VOSGERAU, Dilmeira Sant 'Anna Ramos; ROMANOWSKI, Joana Paulin. Estudos de revisão: implicações conceituais e metodológicas. *Revista de Diálogo Educacional*, Curitiba, PR, v. 14, n. 41, p165-189, jan./abr. 2014. ISSN 1518-3483.
- [11] MENDES, Karina dal Sasso; SILVEIRA, Renata Cristina de Campos Pereira; GALVÃO, Cristina Maria. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. *Texto Contexto Enferm*, Florianópolis, v. 4, n. 17, p.758-764, out. 2008.
- [12] JUAREZ, Guillermo. *The Role of Affective Design in Sustainability*. [S. l.]: Springer International Publishing, ISSN 21945365.v. 968, 2020. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1007/978-3-030-20470-9_11.
- [13] SEVA, Rosemary R. Hidden power of affective products and environments. *Work*, [s. l.], v. 73, n. s1, p. S5–S14, 2022.
- [14] JUAREZ, H. I. R; BERMÚDEZ, J. A. L. Sostenibilidad y el Diseño emocional como aliados en el ciclo de vida del producto. *Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, n. 159, 26 mai 2022.
- [15] WU, Jianfeng et al. Emotionally sustainable design toolbox: A card-based design tool for designing products with an extended life based on the user's emotional needs. *Sustainability (Switzerland)*, [s. l.], v. 13, n. 18, 2021.

- [16] GUTIERREZ, Alma Maria Jennifer; CHIU, Anthony Shun Fung; SEVA, Rosemary. A proposed framework on the affective design of eco-product labels. *Sustainability (Switzerland)*, [s. l.], v. 12, n. 8, 2020.
- [17] NORMAN, D.A. *Emotional Design*. New York: Basic Books, 2004.
- [18] LIAN, Wenwu et al. Affective-Blue Design Methodology for Product Design Based on Integral Kansei Engineering. *Mathematical Problems in Engineering*, [s. l.], v. 2022, 2022.
- [19] AGOST, Maria Jesus; VERGARA, Margarita. Principles of affective design in consumers' response to sustainability design strategies. *Sustainability (Switzerland)*, [s. l.], v. 12, n. 24, p. 1–21, 2020.
- [20] TAVARES, David Ribeiro et al. An Ontological Approach of the Cognitive and Affective Product Experience. *Frontiers in Neuroergonomics*, [s. l.], v. 2, n. February, p. 1–14, 2021.
- [21] BAO, Qifang; SHAUKAT, Mian Mobeen; YANG, Maria C. Eliciting user preference for quantitative vs. emotional information display in eco-feedback designs. *Research in Engineering Design*, [s. l.], v. 33, n. 1, p. 53–68, 2022.
- [22] CHIU, Kuei Chen. Smart design of energy-saving and water-saving facilities: a perspective of emotional factors. *Journal of Facilities Management*, [s. l.], 2022.
- [23] YANG, Xian et al. Emotional design for smart product-service system: A case study on smart beds. *Journal of Cleaner Production*, [s. l.], v. 298, p. 126823, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126823>.
- [24] GAN, Yan et al. Integrating aesthetic and emotional preferences in social robot design: An affective design approach with Kansei Engineering and Deep Convolutional Generative Adversarial Network. *International Journal of Industrial Ergonomics*, [s. l.], v. 83, n. August 2020, p. 103128, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2021.103128>.
- [25] GOWOREK, Helen et al. Managing sustainability in the fashion business: Challenges in product development for clothing longevity in the UK. *Journal of Business Research*, [s. l.], v. 117, n. August 2018, p. 629–641, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.07.021>.
- [26] ASSUNÇÃO, Letícia Formoso; JACQUES, Jocelise Jacques de. Design para sustentabilidade. *DAPesquisa*, [s. l.], v. 16, p. 01–19, 2021.
- [27] VICTORIA-URIBE, Ricardo; GARCÍA-ALBARRÁN, Marco Antonio. Kawaii! La ternura como herramienta para el diseño emocional y sustentable. *Legado de Arquitectura y Diseño*, [s. l.], v. 17, n. 31, p. 77–84, 2022. Disponível em: <https://legadodearquitecturaydiseno.uaemex.mx/article/view/14888>.

Desenvolvimento de material proveniente de reuso de sacolas plásticas descartáveis

Development of material from the reuse of disposable plastic bags

Giselle Santos Almeida, graduanda, Universidade Federal de Goiás.

snt.gisaa@gmail.com

Resumo

O plástico passou em poucos anos de um produto que representava a modernidade para um dos maiores problemas ambientais do mundo segundo a ONU em 2018 [1]. Por meio dessa problemática, o artigo visa trazer o desenvolvimento de uma superfície manufaturada a partir do reaproveitamento de sacolas plásticas descartáveis. A metodologia utilizada foi baseada nas etapas apresentadas no livro 'Design Thinking' de Gavin Ambrose e Paul Harris (2011) [2]. Após o estudo, se chega à conclusão que o material pode ser trabalhado de forma eficaz quando feito pela técnica utilizada e contribui com o meio ambiente por meio de sua matéria prima, podendo assim partir para novos estudos de aplicações.

Palavras-chave: Sacolas de plástico descartável; Sustentabilidade; Reutilização

Abstract

In just a few years, plastic has gone from a product that represented modernity to one of the world's biggest environmental problems, according to the UN in 2018. With this problem in mind, the article aims to develop a surface manufactured from the reuse of disposable plastic bags. The methodology used was based on the stages presented in the book 'Design Thinking' by Gavin Ambrose and Paul Harris (2011). After the study, it was concluded that the material can be worked effectively when made using the technique used and contributes to the environment through its raw material, thus being able to move on to new application studies.

Keywords: Disposable plastic bags; Sustainability; Reuse

1. Introdução

A cultura da utilização de descartáveis ocasiona uma produção gigantesca de artigos provenientes de derivados de petróleo (como copos, talheres, pratos, sacolas plásticas de supermercado e demais exemplos). Tais artigos possuem grande caráter prejudicial para o meio ambiente, principalmente por conta da alta presença de produtos fabricados com plástico no nosso cotidiano e do longo tempo de decomposição destes - que varia de acordo com sua composição. Dessa maneira, é difícil estimar quanto tempo em média as sacolas plásticas e demais itens descartáveis demoram para desaparecer no ecossistema, mas, segundo estudos publicados em 2011 pela Revista do Meio Ambiente [3], estima-se que o plástico de maneira geral demora cerca de 100 a 400 anos para se decompor.

Tendo em consideração os dados supracitados e aliando isso ao fato de que o plástico começou a ser produzido industrialmente e a ser utilizado em larga escala entre os anos de 1930 e 1950, é possível concluir que o primeiro plástico produzido ainda existe. Salienta-se, dessa maneira, o potencial nocivo do material e a importância de criar políticas de reaproveitamento e reciclagem, sobretudo das sacola - já que, de acordo com os dados da Associação Brasileira de Supermercados (ABRAS) publicados em 2019 [4], em torno de 1,5 milhão de sacolas plásticas descartáveis são distribuídas por hora no país e cerca de 500 bilhões a 1 trilhão no mundo anualmente. Tais índices representam somente uma pequena porção do potencial danoso do plástico para o meio ambiente, para a sociedade contemporânea e para as futuras gerações.

Dessa forma, em detrimento ao alto número de sacolas plásticas no meio ambiente e do alto tempo de decomposição que o material exige, faz-se necessário repensar o uso destes artefatos e, por isso, objetiva-se criar um design de superfície baseado na reutilização das sacolas plásticas e realizar estudos de técnicas específicas aplicadas ao material.

A metodologia de investigação utilizada é de caráter quali-quantitativo, buscando informações e dados sobre o tema adentrado e organizando a metodologia com base no livro *Design Thinking* (2011) [2], utilizando de algumas das etapas apresentadas para a criação de um produto, tais como: definição, pesquisa, geração de ideias, testagem de protótipos e seleção.

Portanto, o corpo do presente artigo também está estruturado de maneira a seguir as etapas trabalhadas no livro, tendo assim a parte onde se é apresentado as etapas e o processo de produção dentro da parte destinada à revisão. Por fim, será analisada a metodologia aplicada de forma a evidenciar os pontos a serem considerados com relação ao trabalho e serão apresentadas as aplicações e/ou resultados, análises dos resultados e discussões que forem pertinentes ao projeto.

1. Revisão - Desenvolvimento do projeto

1.1. Definição

Partindo da problemática apresentada a respeito da utilização, consumo e tempo de

decomposição das sacolas plásticas, buscou-se um *briefing* que reúna as expectativas com relação ao projeto e vá em direção aos objetivos, gerando, assim, a definição de algumas questões:

A primeira delas é em relação ao "para quem" o produto se destina. Para isso, é necessário visualizar que o público que busca produtos sustentáveis aumenta a cada dia, pois pesquisas apontam que as buscas por esses tipos de produtos cresceram 71% nos cinco anos anteriores à realização da pesquisa, feita em 2021 pela *Economist Intelligence Unit* (EIU) [5]. Deste modo, o público-alvo constitui-se por empresas que querem optar pelo uso de material sustentável, com foco em pequenos negócios que podem substituir a matéria prima utilizada pela do estudo, para que assim consigam suprir uma demanda crescente do mercado.

É importante entender que, para suprir essa demanda de produtos sustentáveis, é necessário que a variedade de matérias-primas oferecidas aumente de modo a atender a demanda dos produtores. Assim sendo, o produto desenvolvido para atender o *briefing* no presente projeto encontra-se na elaboração de um *design* de superfície baseado na reutilização de sacolas plásticas descartáveis de supermercados, lojas e demais origens.

Outra questão trabalhada dentro do *briefing* e que dialoga com a problemática abordada e com as necessidades de mercado é pensar no "onde", "porque" e "como" será aplicado o projeto. A ideia principal é trabalhar em regiões distantes dos grandes centros econômicos do Brasil ("onde"), possibilitando para essa parte da população a escolha de materiais sustentáveis e ofertando poder de escolha às empresas dessas regiões de seguir um viés sustentável ("porque"). Para que todo esse processo seja justificado, o material base será produzido de maneira que respeite o "*design* circular" ("como").

1.2. Pesquisa

O ponto de partida para trabalhar com o *briefing* é a busca de informações através de pesquisas. Segundo Ambrose (2010, p.35), "[...] esse é o estágio em que a equipe de *design* investiga o tema delimitado pelo *briefing* a fim de acumular informações relevantes que serão usadas para alimentar as decisões de *design*".

Dessa maneira, realizaram-se pesquisas a respeito da problemática envolvida, do mercado de materiais e produtos sustentáveis, de técnicas trabalhadas e de marcas que trabalham com o material selecionado.

Quanto à problemática, é perceptível que na sociedade contemporânea diversas ferramentas para diminuir a nossa "pegada ambiental" são conhecidas (como a reciclagem de materiais, a diminuição do consumo de recursos naturais e do consumo de bens industrializados, o movimento vegetariano e vegano, etc), mas ainda está longe de um patamar de sustentabilidade ideal de maneira que garanta para as futuras gerações o mesmo espaço ambiental que atualmente é disponibilizado proporcionalmente.

Como explicado no livro "*Design para inovação social e sustentabilidade - Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais*" [6] de Ezio Manzini, publicado em 2008, uma sociedade sustentável precisa cumprir o princípio da responsabilidade em relação ao futuro, ou seja, é preciso garantir para as futuras gerações o mesmo espaço ambiental que atualmente é disponibilizado proporcionalmente.

Já com relação ao estudo a respeito do mercado de materiais sustentáveis, torna-se importante destacar o conceito de produto sustentável:

Todo artigo que, artesanal, manufaturado ou industrializado, de uso pessoal, alimentar, residencial, comercial, agrícola e industrial, seja não-poluinte, não-tóxico, notadamente benéfico ao meio ambiente e à saúde, contribuindo para o desenvolvimento de um modelo econômico e social sustentável (ARAÚJO, 2009, p. 35) [7].

Sobre o consumo de tal tipo de produto, de acordo com estudo realizado pelo Mercado Livre em 2022 [8], no Brasil houve um aumento de 32% nas compras de produtos com impacto positivo, ou seja, que colaboram com o meio ambiente, em relação ao número de vendas do ano anterior e também aumento de oferta desse tipo de produtos em 45% no mesmo período.

Esses dados evidenciam que o mercado de materiais sustentáveis está cada vez mais visado e que se alinhar a essa nova realidade deve ser uma tendência aos produtores, virando também uma questão de sobrevivência no mercado, devido às leis brasileiras que regulamentam as produções para serem mais sustentáveis.

Assim, a criação de um material que segue a linha do *design* circular se torna de viável aceitação, sendo possível verificar no caso de duas das marcas elencadas como referenciais na produção de artigos confeccionados com materiais sustentáveis: “Bruk” [9] e “Vai Que” [10]. Empresas essas que despontaram no cenário nacional abraçando a causa sustentável e utilizam de materiais atípicos para a confecção de suas peças, com produtos variando de bolsas a roupas.

1.3. Geração de ideias, testagem de protótipos e seleção

As testagens foram realizadas à medida que as ideias mais promissoras surgiam, fazendo com que as etapas de geração de ideias e testagem de protótipos ocorressem paralelamente, findando na seleção das peças que atingiram os melhores resultados.

Inicialmente foi elaborada a estratégia de criar uma superfície utilizando a técnica do crochê, que necessita de agulha específica contendo um gancho em uma de suas pontas para entrelaçar um fio contínuo (geralmente de lã ou tecido), fazendo malhas ou rendas. O fio contínuo utilizado foi exatamente a sacola plástica, entrelaçando-a nela mesma com diferentes espessuras de fios e de agulhas utilizadas, de maneira que atendesse ao *briefing* do projeto, conforme apresentado na Figura 1.



Figura 1: Aplicação do crochê com fio de sacolas plásticas. Fonte: elaborado pelo autor

Para a segunda estratégia utilizou-se a técnica de trançar, que consiste em unir diferentes fios, entrelaçando-os de maneira a seguir um padrão, podendo aplicar em cabelos, fios e na criação de cordas. Em tal estratégia, visando resolver o problema abordado, foi realizada a produção de cordas, dessas derivaram tramas para o desenvolvimento de uma superfície.

Realizou-se um trançado inicial com a utilização de três fios de sacolas plásticas. As tranças resultantes serviram de fios para a criação de um trançado maior com seis fios-tranças, formando, assim, uma corda, como mostrado na figura abaixo.

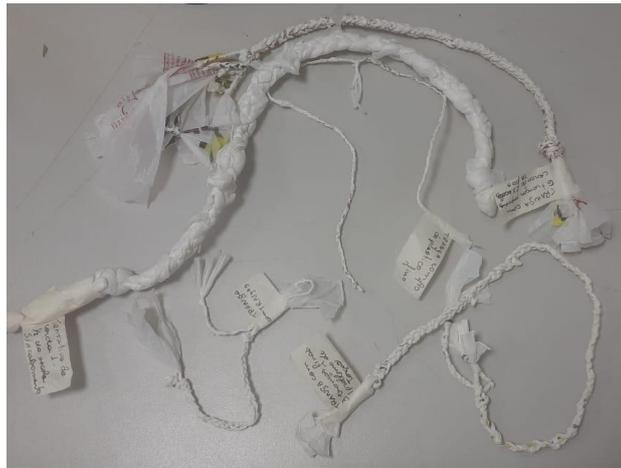


Figura 2: Aplicação do trançado e produção de corda. Fonte: elaborado pelo autor

Na terceira ideia, foi desenvolvido um protótipo de uma superfície através da união das sacolas com o calor. Nessa técnica, as sacolas plásticas foram higienizadas e utilizadas abertas e sem as alças, colocando elas sobrepostas e aquecendo (sendo necessário o uso de proteção para que o plástico não grude na fonte de calor), de maneira que ocorra uma junção entre as sacolas, criando camadas; sendo que, a cada sacola unida, uma camada a mais a superfície possui.

Ao decorrer dos testes, foram utilizadas cerca de oito a onze camadas, onde, nas extremidades, camadas são adicionadas para fornecer maior uniformidade estética. O material resultante funciona como módulos com medidas distintas, possui textura rugosa e sua resistência varia de acordo com a quantidade de camadas utilizadas, como pode ser observado na Figura 3.



Figura 3: Resultado da técnica de união das sacolas por aquecimento. Fonte: elaborado pelo autor

Com os protótipos das três ideias principais desenvolvidas, seguiu-se para a etapa de seleção do material como orientado. Nessa etapa, buscou-se analisar de forma imparcial a técnica que melhor atingiu os resultados do *briefing*, levando em consideração fatores como a demanda de tempo, o orçamento e a viabilidade do projeto.

Assim sendo, o material selecionado foi o gerado pela terceira estratégia (o que utilizou da técnica de união das sacolas por aquecimento), uma vez que as outras técnicas não estavam atingindo o resultado esperado dentro da estética e da resistência que inicialmente foi objetivada e que o material escolhido apresentou maior facilidade na produção e otimização do tempo.

Os módulos resultantes atendem às demandas do *briefing* e possuem boa logística de produção (que pode ser implementada no design circular e auxilia dentro da problemática). Além disso, o próprio fato do material trabalhado ser em módulos, possibilita a padronização de sua produção e aplicação, acarretando em menos desperdícios e ampliando a gama de estampas e formas (sem que sejam necessárias alterações no processo de fabricação ou nas ferramentas).

2. Procedimentos Metodológicos

A metodologia utilizada para a produção dos materiais e para a estruturação do artigo foi retirada do livro *Design Thinking (2011)*, dos autores Gavin Ambrose e Paul Harris. Nesse livro eles separam o processo da criação de um design em etapas, sendo elas: definir, pesquisar, gerar ideias, testar protótipos, selecionar, implementar e aprender.

Essas etapas foram fundamentais para poder analisar se o processo de produção dos materiais iriam ser eficazes para o projeto ou não. Assim que o *briefing* foi definido e as pesquisas ocorreram, as ideias foram criando forma e sendo analisadas a partir de como elas iriam atender o projeto, isso fez com que fossem testadas outras opções e, assim, pudesse escolher a melhor opção.

As etapas de implementação e aprendizagem ocorreram simultaneamente e posteriormente às já mencionadas. A implementação ocorreu produzindo diversos módulos e analisando as possibilidades que ofereciam, e, assim, a cada novo material produzido aprendia-se com o processo.

3. Aplicações e Resultados

Com o material já selecionado, chega a fase de resultados e implementação do material. Para isso, foram confeccionados alguns módulos utilizando diversas sacolas plásticas, como apresentado na Figura 4 e na Figura 5.



Figura 4: Exemplo de módulo. Fonte: elaborado pelo autor.



Figura 5: Pedacos de diferentes módulos desenvolvidos. Fonte: elaborado pelo autor.

Como resultado, obteve-se um material impermeável, com possibilidade de diversas estampas e espessuras, que possui resistência à tração satisfatória, que funciona em módulos e que atende às predefinições do *briefing* sendo sustentável.

Os módulos possuem medidas diferentes entre si devido ao fator do encolhimento do plástico ao ser aquecido, diferentes espessuras em partes da mesma peça e sua textura é parcialmente controlada pela quantidade de calor e pelas técnicas utilizadas.

Como possibilidade de implementação do material em produtos, destacam-se acessórios de moda, tais como: bolsas, carteiras e necessaires. Tal conclusão surge da análise de peças produzidas utilizando o material, apresentadas na Figura 6 e Figura 7.



Figura 6: Aplicação do módulo na produção de bolsas. Fonte: elaborado pelo autor.



Figura 7: Aplicação do módulo na produção de carteiras. Fonte: elaborado pelo autor.

4. Análises dos Resultados e Discussões

Analisando o material, é possível dizer que ele apresenta resultado satisfatório em suas características, apresenta qualidades perante os testes realizados e que atende as demandas do *briefing*, mas ainda possui questões a serem trabalhadas.

Algumas características encontradas no material podem ser aperfeiçoadas e trabalhadas para que ele possa ser melhor desenvolvido em um futuro estudo ou aplicação, como: o controle das dimensões do material, para que fique uniforme em toda sua extensão; o controle de temperatura para a união das camadas (principalmente nas camadas de acabamento); o acabamento dos módulos; e a estabilidade dimensional para o melhor aproveitamento de matéria prima e um melhor resultado estético.

Contudo, o material desenvolvido também demonstra potencial para possíveis aplicações futuras em produtos, como acessórios e objetos, que atualmente utilizam tecido ou o próprio plástico em primeiro uso, como bolsas, carteiras e capas para notebooks.

5. Conclusão ou Considerações Finais

Conclui-se, dessa maneira, que é possível desenvolver a partir de sacolas plásticas um material com características e propriedades satisfatórias e que se apresenta com grande potencial para estudos futuros de aperfeiçoamento e implementação em produtos no mercado.

Dessa forma, a importância do presente estudo para a sociedade contemporânea (que enfrenta desafios com o plástico no planeta) é notória, pois apresenta uma possibilidade de destinação sustentável para as sacolas plásticas, fornecendo possibilidade de melhoria do atual quadro ambiental.

Referências

- [1] BERTOLT, Naja. Relatório da ONU sobre poluição plástica alerta sobre falsas soluções e confirma necessidade de ação global urgente. Onu, [S. l.], p. 1-1, 21 out. 2021. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/noticias-e-reportagens/comunicado-de-imprensa/relatorio-da-onu-sobre-poluicao-plastica-alerta-sobre>. Acesso em: 19 jan. 2024.
- [2] AMBROSE, Gavin; HARRIS, Paul. Design Thinking: ação ou prática de pensar o design. Brasil: Bookman, 2011. 200 p. v. 1. ISBN 9782940411177.
- [3] ALVES, A. A. N.; RIBEIRO, M. F.; RICCI, V. S. O uso de sacolas plásticas pelos clientes de supermercados e seu impacto sobre a natureza. Revista Ciências do Ambiente On-Line, v. 7, n. 1, 2011.
- [4] ABRAS. Os ensaios em sacolas plásticas. AD Normas, São Paulo / Brasil, p. 1-1, 21 nov. 2019. Disponível em: <https://www.abras.com.br/clipping/sustentabilidade/69662/os-ensaios-em-sacolas-plasticas>. Acesso em: 6 nov. 2023.
- [5] BUSCA por produtos sustentáveis cresce 71%. ABIHPEC, Brasil, p. 1, 30 jul. 2021. Disponível em: <https://abihpec.org.br/busca-por-produtos-sustentaveis-cresce-71/#:~:text=A%20busca%20por%20produtos%20sustent%C3%A1veis,%2C%20farmac%C3%AAutico%2C%20moda%20e%20alimentos>. Acesso em: 6 fev. 2024.
- [6] MANZINI, Ezio. Design para a inovação social e sustentabilidade: Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Rio de Janeiro - Brasil: E-papers, 2008. 104 p. v. 1. ISBN 978-85-7650-170-1
- [7] ARAÚJO, M. Produtos ecológicos para uma sociedade sustentável. IDHEA – Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica. 2009. Disponível em: www.idhea.com.br. Acesso em 21 jan.. 2024
- [8] MERCADO LIVREBR (Brasil). Tendências de consumo online com impacto positivo. Mercado Livre, Brasil, p. 1-24, 1 jun. 2022. Disponível em: <https://sustentabilidadmercadolivre.com/pt/iniciativas/tendencias-de-consumo-online-com-impacto-positivo>. Acesso em: 21 jan. 2024..
- [9] BRUK (Wear). Sobre nós. Minas Gerais - Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.brukwear.com.br/empresa>. Acesso em: 21 jan. 2024.
- [10] VAI Que. Rio de Janeiro - Brasil, 2024. Disponível em: <https://vaiqueloja.com.br>. Acesso em: 20 jan. 2024.

Os frameworks que organizam o biodesign e a atitude em relação a outras espécies

The frameworks that organize biodesign and the attitude towards other species

Elisa Strobel do Nascimento, doutora, Universidade Federal do Paraná.

elisastrobel@ufpr.br

Adriano Heemann, doutor, Universidade Federal do Paraná.

adriano.heemann@ufpr.br

Resumo

Biodesign se refere, entre outras coisas, ao design com outros organismos e sistemas vivos. Este trabalho tem como objectivo refletir e discutir as relações dos seres humanos com outras espécies no biodesign - com base na análise dos frameworks existentes que o organizam. As questões que norteiam a discussão são: (I) Quais são os frameworks que organizam o biodesign? e (II) O que dizem esses frameworks sobre as relações dos humanos com outras espécies no biodesign? Resultando de análise sistemática e narrativa da literatura, sete frameworks foram analisados. A análise aponta para diferentes atitudes em relação a outras espécies. Argumentamos que o biodesign pode não ser uma colaboração.

Palavras-chave: Biodesign; Design com seres viventes não-humanos; Frameworks

Abstract

Biodesign refers to, among other things, the design with other living organisms and systems. This paper aims at reflecting upon and discussing the relationships of humans with other species in biodesign - drawing on the analysis of existing frameworks that organize it. The questions that drive the discussion are: (I) What are the frameworks that organize biodesign? and (II) what do these frameworks say about the relationships of humans with other species in biodesign? Resulting from systematic and narrative literature reviews, seven frameworks are analyzed. The analysis reveals different attitudes towards other species. We argue that biodesign might not be a collaboration..

Keywords: *Biodesign; Design with non-human living beings; Frameworks*

1. Introduction

There are several terms and concepts used to describe the design practice that involves non-human living organisms, like design with “living materials” [1], “biodesign” [2], “biofabrication” [3], and “multispecies design” [4]. The Master’s Program in Biodesign at the University of Arts London (MA Biodesign UAL) includes: “biophilic design, bio-integrated design, biomimetic design, and bio-informed design” [5]. Vettier uses the term “objet vivant”, or living object (2019). Tamminen and Vermeulen called them “bio-objects” [6]. The Design Museum’s annual Symposium coined the expression “Design with the Living” [7]. As terms widely vary, Camere and Karana [3] eventually reported a “lack of a clear vocabulary” and a “confusion with other approaches that merge biology and design” [3, p. 102]. The MA Biodesign UAL explains that there is no such thing as a universal definition for biodesign [5]. Indeed, it is important to note that there are other uses to the term “biodesign” – it is often applied to refer to biomimetic and biomimicry principled designs [8] and biomedical and biotechnological innovations [9]. Even the Biodesign Challenge seems to have a broader understanding of biodesign: defining a “biodesigner” as “an innovator at the intersection of art, design and biology” [10]. The MA Biodesign UAL’s specific understanding of biodesign is “[...] as a means to incorporate the inherent life-conducive principles of biological living systems into design processes – to transition into a more holistic, sustainable future” [5, p.7]. Daniel Grushkin (2021), the founder and executive director of the Biodesign Challenge, considers definitions are “less important than the groups of people who gather around and advance a particular set of ideas”. To him, leaving definitions vague unleashed the community’s creativity through the editions of the Biodesign Challenge. He writes in “What is biodesign?”: “Today I would say it’s a big tent where everyone who self-identifies as a biodesigner can hang out” [11]. On the other hand, other authors are more strict in relation to the meaning of the word, like Dade-Robertson, he defines it: “[...] design and design research which use living systems as part of their production and operation” [12, series introduction note].

Although it is possible to notice that there is no consensus around biodesign conceptualization, there are different authors that developed frameworks to organize it. This essay aims at reflecting upon and discussing the relationships of humans with other species in biodesign - drawing on the analysis of seven existing frameworks that organize it. To pursue this discussion, we go through the following itinerary: (I) What are the frameworks that organize biodesign? and (II) What do these frameworks say about the relationships of humans with other species in biodesign? We further discuss these results on the lens of a popular world in this literature: collaboration, concluding with recommendations for further discussions.

2. Methodological strategy

The methodological strategy was composed of a systematic and a narrative literature review performed from 2020 to 2023. The detailed procedures are described in the thesis “Design with the Living: Learning to work Together” [13, pp. 102-103; pp. 112-127]. Here we revisited this material seeking for frameworks that organize biodesign.

To analyze the frameworks we assembled them on a table, sorting out the categories used to build the frameworks.

3. Frameworks that organize biodesign

Nesta Answering the first question (I) What are the frameworks that organize biodesign? - seven frameworks are discussed here: (1) Myers’s from 2018 (originally published in 2012)

[2]; (2) Collet's from 2013 [14]; (3) Collet's from 2017 [15]; (4) Collet's from 2020 [16]; (5) Camere and Karana's from 2017 [3]; (6) Dade-Robertson's domains of information from Living Construction from 2021 [12]; and (7) Dade-Robertson's fabrication strategies also from 2021 [17]. They are briefly described in the following paragraphs.

(1) "Biodesign: Nature, Science, Creativity" from Myers is a seminal reference in biodesign [2] – it contains curated works organized by the chapter's structure. This chapter's structure may be considered a framework, categories would be: Architectural Hybrid; Ecological Object Engineering; Experimental Functions; and Dynamic Beauty.

(2) Another seminal organization of the possible biodesign categories is the 2013 exhibition "Alive: New Design Frontiers", which took place in Paris in 2013 [14]. The exhibition's curator, Collet, organized them into: Plagiarists; The new artisans; Bio-hackers; New Alchemists; and Agents Provocateurs.

(3) The same author later released a framework to organize biodesign: Nature as a model; Nature as a co-worker; and Nature as a "hackable" system [15].

(4) Finally, she released in 2020 a new organization [16]: Bio-informed (nature as a model); Bio-integrated (nature as a partner); Biofabricated (which would be the intersection in-between Bio-integrated and Bio-engineered); Bio-engineered (nature as a re-programmable system); and Bio-based (nature as a resource).

(5) Camere and Karana [3; 1] also propose a framework to organize approaches to designing with nature. Collet [14] was their starting point, but the authors mapped other initiatives from exhibitions and further references. They point out that it is very usual for cases to fit in the description of more than one of the approaches and thus stay in the intersections between these categories, which are: Augmented Biology; Digital Biofabrication; Biodesign Fiction; and Growing Design.

(6) Finally, Dade-Robertson's [12] "diagram of domains of information in biological fabrication", could also be a structure to organize biodesign: Bottom-up design or Top-down design – to which information might be embedded: In Vivo; In Vitro; and/or in Silico.

(7) In "Can we grow a city?" Dade-Robertson [17] and the Hub for Biotechnology in the Built Environment team outline four fabrication strategies, which could be considered as an organizing framework as well: Materials made of living cells; Materials made by living cells; Materials which are induced by living cells and Materials that are made active by the inclusion of cells.

Table 1 presents a summary of them all, providing a brief description of each category.

Table 1: Overview of Design with the Living (biodesign) organizing frameworks

Myers (2018, first published in 2012)	Collet(2013)	Collet(2017)	Collet (2020)	Camere and Karana (2017)	Hub for Biotechnology in the Built Environment (Dade-Robertson, 2021b)	Dade-Robertson (2021a)
Architectural Hybrid Living structures and new ecological integrations; architectural scale;	Plagiarists Biomimicry principles	Nature as a model Biomimicry principles and a “natural” nature (contemplation – nature is above)	Bio-informed (nature as a model) Biomimicry principles	Augmented Biology Synthetic biology is employed to redesign nature seeking to solve challenges	Materials made of living cells	Bottom-up design “bottom up design is seen in attempts to construct novel artificial life from scratch” (DADE-ROBERTSON, 2021a, p.60)
Ecological Object Engineering Replacing industrial and mechanical processes; human scale; usability	The new artisans Nature as a co-worker	Nature as a co-worker Designer as cultivator using husbandry principles and a “natural” nature (working with – nature is side by side)	Bio-integrated (nature as a partner) Bio-assembly principles, for example, mycelium leather	Digital Biofabrication Use of advanced computational tools to ‘hack’ biological systems to open up possibilities	Materials made by living cells	Top-down design “Modifies existing organisms”
Experimental Functions Speculative objects, teaching tools, and provocations, intersection with disciplines; possible but improbable	Bio-hackers Reprogram a "synthetic" nature	Nature as a “hackable” system Designer as biologist using bioengineering principles and a “synthetic” nature (intervening – nature is under)	Bio-engineered (nature as a re-programmable system) Synthetic Biology protocols, for instance, Microsilk by Boltthreads	Biodesign Fiction Debate the implications of biotechnological futures	Materials which are induced by living cells	In Vivo Design information in the cell - to better develop the desired material qualities while the material is being formed by the organism: in vivo, or in the living

Table continues next page

Table 1: Overview of Design with the Living (biodesign) organizing frameworks

Myers (2018, first published in 2012)	Collet(2013)	Collet(2017)	Collet (2020)	Camere and Karana (2017)	Hub for Biotechnology in the Built Environment (Dade-Robertson, 2021b)	Dade-Robertson (2021a)
Dynamic Beauty Artwork; not necessarily a function; discussing aesthetics and meaning	New Alchemists Create new hybrid organisms	-	Biofabricated (which would be the intersection in-between Bio-integrated and Bio-engineered)	Growing Design Cooperation with nature to achieve specific designs; no synthetic biology, more like a craft	Materials that are made active by the inclusion of living cells	<i>In Vitro</i> Design information in the environment “refers to a broader notion of the human control of the chemical and physical environment” (DADE-ROBERTSON, 2021a, p.62)
-	Agents Provocateurs Conceptualize and imagine nature	-	Bio-based (nature as a resource) Bio-circular principles, an example would be grape leather	-	-	<i>In Silico</i> Design information held within a computer, altering in vitro parameters
Scale, technology “readiness”, function to humans	What designers do?	Relationship and ethical stand	Relationship, ethical stand and making techniques	Making techniques and technology “readiness”	What do organisms do to materials?	What is the hierarchical level of intervention? Where is the information?

Source: Organized by the authors (2021) based on Myers [2], Collet [14; 15; 16], Camere and Karana [1;3], and Dade-Robertson and the Hub for Biotechnology in the Built Environment [12; 17]

Following the question (II) What do these frameworks say about the relationships of humans with other species in biodesign? - we analyze each one of the frameworks:

(1) Myer's [2] seems to organize the biodesign initiatives according to scale (architectural structure or human objects); based on the technology "readiness" (if materialized or still on a speculative stage); and about the function for the humans (functional or strictly aesthetic). The relationships in this framework seem to take the human as the measure – not taking into consideration what the other living organisms do or are.

(2) Collet's 2013 [14] exhibition organizes biodesign based on what designers do, and the designers' roles, mainly in relation to the other living organism: to imitate them, to co-work with them, to "hack" them", to create new hybrids with them, or to imagine them. The focus still lies on the human and its agency toward the organism.

(3) Collet [15] advocates each design approach to nature will have its own ethical implications. In her 2017 framework, the organization of biodesign seems to follow the attitude of the designer towards nature, it is based on relationship and ethical stand. "Nature as a Model" would recognize the mastery "of solutions that have evolved over 3.8 billion years and their ecological advantage" [15, p.5]. "Co-working with Nature" would have embedded values of "cooperation and partnership". In contrast, "Nature as a hackable system" would imply "values of control and dominance inherent to the twentieth-century idea of Nature as an exploitable limitless commodity" [18]. In this framework, the agency still pivots on the designer, but it implies an action from the other living organisms (under the term "nature") in one of the categories: "co-working".

(4) Finally, Collet proposes a new organization that considers the above, adding notions of fabrication techniques and creating new categories [16].

(5) Again, Camere and Karana's [3] framework also takes into consideration human action, the different ways of making (handcraft, or digital fabrication), and the technology readiness (if only speculative or if a development for a near future).

(6) Dade-Robertson's framework [12] also focuses on the human, by organizing levels of intervention (top-down and bottom-up) and where the information is to manipulate the living organism (in vivo, in vitro, or/and in silico).

(7) Finally, The Hub for Biotechnology in the Built Environment [17], on the other hand, organize biodesign according to what the organism does to matter: if it makes it, if it induces it, or if it is made active by them. This perspective obliterates the human, referencing it indirectly by the term "material".

As equações podem ser formuladas por meio de diferentes editores de equações, seja do office ou por meio de outros aplicativos de edição de fórmulas, como *mathtype*. A citação no texto pode abranger apenas uma fórmula, referenciando como Equação 1. E para se referir a mais de uma equação em sequência, deve-se citar Equações 2-3.

4. Discussion – a collaboration?

One of the learnings through this research process, is that many authors use the term collaboration [14; 19; 20; 21]; or co-performance [22; 1]; or co-working [14; 15; 23]; or co-creation [3; 19]; or cooperation [20]; and even co-designing [24; 25; 18] to describe the relationships developed with the other living organism in a biodesign development. The

organization of the frameworks does not show this relationship, except for Collet's 2017 and 2020 frameworks [15; 16].

Additionally, those concepts usually imply that there is a common goal between the parts involved [26]. Considering this, a more difficult question would be: "What does the other organism want?" - to which Dade-Robertson asks his students: "We ask whether mycelium wants to be a brick" [12, p.99]. On that matter, Vettier [6] cites Tristan Garcia: that a living organism spends energy to defend the difference between being and not being, and as Weber pointed out, in contradiction: "if you build a pavilion out of fungi, you would essentially kill a lot of fungi" [27]. In that light, the relationship in the design process might not be a collaboration after all, the intention still lies in an anthropocentric perspective of science, it still thinks in means to operationalize collaboration with living organisms in terms of a useful resource - and within an inevitable relationship of power. In our analysis, this relates to the fact that most of the ways biodesign frameworks organize biodesign initiatives have the human as the measure (as in the human scale or usefulness for the human) or the human as the protagonist in relation to the other living organism (the way in which the human does something, like techniques and materials).

On a bright side, one might speculate, as is the case in this study - that the hope is to lead to a respectful conscience and way of treating living organisms, and a more ecocentric attitude towards design [28]. Indeed, not all biodesign initiatives kill the organism at the end, which is the case of Fullgrown: after the chair is cut from the tree, the tree will continue to grow and be shaped into another chair [29]. Furthermore, appealing in favor of the biodesign practice, Camere and Karana [3] argue that in biodesign, designers forge the conditions for organisms to grow, which would not exist otherwise. This would be consistent to what Tristan Garcia [6] referred to, as for the organism defending the difference of being and not being.

The issue would be on how to name or categorize the human and non-human relationships in biodesign? Keune [24; 25] uses the term mediation. In a similar sense, Carol Collet writes that there has to be a negotiation of the design intention [15]. Also, Myers suggests: "Can designers learn to empathize with other forms of life and surrender a small amount of control of their work to them?" [2, p.9]. Hence, considering an inevitable relationship of power, the concept of "negotiation" seems to better describe the relationship that happens in biodesign. In the literature, Camere and Karana [1] also used the term negotiation (along with the term co-performance) (p. 579):

[...] designers perceive their practice as co-performed with an organism that has an agency of its own. When working with living systems, designers negotiate the final form of an artefact with a highly responsive material, an alive one, which limits the intentionality of designers and makes the outcome unpredictable.

Last but not least, in these negotiations, we may never know the other organism's real desires, since "[...] we are only just beginning to understand the language of our collaborators" [12, p.9]. This discussion is by no means closed.

5. Conclusion

Terminology and conceptualization in biodesign still seem to present some theoretical challenges. This essay aimed at reflecting upon and discussing the relationships of humans with other species in biodesign drawing on existing frameworks that organize it.

Seven frameworks were discussed here: (1) Myers’s chapter organization from 2018 (originally published in 2012); (2) Carol Collet’s exhibition curation from 2013; (3) Collet’s framework from 2017; (4) Collet’s framework from 2020; (5) Camere and Karana’s framework from 2017; (6) Dade-Robertson’s domains of information from Living Construction from 2021; and (7) the Hub for Biotechnology for the Built Environment’s fabrication strategies also from 2021. Those were retrieved through systematic and narrative literature reviews previously conducted by the authors. We found that most frameworks emphasize the human in the design project relationships: Myer’s framework emphasizes technology “readiness”, function to humans, and scale (in relation to humans); Collet’s 2013 framework focuses on the role of the designer; Collet’s 2017 framework highlights the relationship and the ethical stand from the perspective of the human toward nature – an exception in this structure is the category “nature as a co-worker”, where an action is attributed to the other living organism (co-working), represented by the term “nature”; Collet’s 2020 framework evolves the previous one; Camere and Karana take into consideration the different ways the human can make with the living organism and the technology “readiness”; Dade-Robertson bases an organization of hierarchical level of interference in the other living organism and where the information to be manipulated is; finally, the Hub for Biotechnology for the Built Environment’s framework obliterates human action and focuses solely on the organism’s agency (named as living cells).

Although a considerable part of the literature names the design process involving other non-human living organisms a collaboration, a co-performance, a co-work, a co-creation, a cooperation, or a co-design – we think that a more appropriate term to name this relationship is a “negotiation” as seen in Collet [15] and Camere and Karana [1], because not all participants share the same goals and the interaction happens within a relationship of power. The analysis of the frameworks corroborates this perception.

The discussion continues as biodesign develops and future studies may propose a framework that could better translate the relationships that happen in design involving other non-human living organisms. References like Dona Haraway, Vinciane Despret and Tim Ingold seem to be relevant to better understand and advance the discussion – as well as Behavioral Ecology studies.

This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Finance Code 001. The author also acknowledges the support of the Cluster of Excellence »Matters of Activity. Image Space Material« funded by the Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG, German Research Foundation) under Germany's Excellence Strategy – EXC 2025 – 390648296. We also thank Professor Doctor Aguinaldo dos Santos for his valuable contributions.

Referências

- [1] CAMERE, S.; KARANA, E. Fabricating materials from living organisms: An emerging design practice. *Journal of Cleaner Production*, v. 186, p. 570–584, 2018.
- [2] MYERS, W. *Biodesign. Nature, science, creativity*. High Holborn: Thames & Hudson, 2018.
- [3] CAMERE, S.; KARANA, E. Growing materials for product design. *Alive. Active. Adaptive: International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials, EKSIG 2017, Delft*. Anais... Delft, 2017. p.101–115.
- [4] METCALFE, D. J. *Multispecies Design*. Tese de Doutorado. University of Arts London and Falmouth University. Londres, 2015.

- [5] UNIVERSITY OF ARTS LONDON (UAL). Master of Arts in Biodesign. Disponível em: <<https://www.arts.ac.uk/subjects/textiles-and-materials/postgraduate/ma-biodesign-csm#course-summary>> Acesso em 12 jul. 2022.
- [6] VETTER, L. Biodesign, comment penser la production avec le vivant? Philosophical Readings, v. 11, n. 1, p. 26–32, 2019.
- [7] DESIGN MUSEUM. Design with the Living 2020. Disponível em: <https://designmuseum.org/whats-on/talks-courses-and-workshops/design-with-the-living-2020>. Acesso em 4 mai. 2021.
- [8] POLITES, M. The Rise of Biodesign: Contemporary Research - Methodologies for Nature-inspired Design in China. Shanghai: Tongji University Press Co., Ltd, 2019.
- [9] YOCK, P. G. (ed.); ZENIOS, S. (ed); MAKOWER, J.(ed.). Biodesign: The Process of Innovating Medical Technologies. Cambridge: Cambridge University Press, 2a. ed. 2015.
- [10] BIODESIGN CHALLENGE - BDC. Biodesign Challenge Summit 2021 — Day 1. 2021b. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=cr8lYJmvLp0&t=6392s>>. Acesso em 13 set. 2021.
- [11] GRUSHKIN, D. What is Biodesign? Issues in Science and Technology. June 1021. Disponível em: < <https://issues.org/biodesign-challenge-synthetic-biology-grushkin/>>. Acesso em 13 set. 2021.
- [12] DADE-ROBERTSON, M. Living Construction. New York: Routledge. 2021a.
- [13] STROBEL DO NASCIMENTO, E. Design with the Living: Learning to Work Together. 2023. Thesis (Ph.D.) – Post Graduation in Design Program, Design Department, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2023.
- [14] COLLET, C. Alive, new design frontiers catalogue. Paris: Fondation EDF, 2013.
- [15] COLLET, C. 'Grow-made' textiles. In: Alive. Active. Adaptive: International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials, EKSIG 2017, Anais... . pp. 24-37.
- [16] COLLET, C. Biodesign. 2020. Disponível em: < <https://ext.maat.pt/bulletin/biodesign>>. Acesso em 04 abr. 2024.
- [17] DADE-ROBERTSON, M. (Ed.). CITYX VENICE - Martyn Dade-Robertson: Can We Grow A City? 2021b. Disponível em: < <https://www.youtube.com/watch?v=eGa4Mm6aLkY>> Acesso em 09 set. 2021
- [18] COLLET, C. Designing our future bio-materiality. AI and Society, n. 0123456789. Springer London, 2020.
- [19] BERNABEI, R., POWER, J. Living Designs. Lecture Notes in Computer Science (including subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics) 9793, pp. 40-47, 2016.
- [20] KIRDÖK, O., ALTUN, T.D., DOKGÖZ, D., TOKUÇ, A. Biodesign as an innovative tool to decrease construction induced carbon emissions in the environment. International Journal of Global Warming 19(1-2), pp. 127-144. 2019.
- [21] GOUGH, P.; PSCHETZ, L.; AHMADPOUR, N.; et al. The nature of biodesigned systems: Directions for HCI. DIS 2020 Companion - Companion Publication of the 2020 ACM Designing Interactive Systems Conference, Anais... . p. 389–392, 2020.

- [22] PARISI, S.; ROGNOLI, V. Tinkering with Mycelium. A case study. *Alive. Active. Adaptive: International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials, EKSIG 2017*. Anais... . p.66–78, 2017.
- [23] COHEN, N.; SICHER, E.; YAVUZ, S. U. Designing with microbial cellulose to feed new biological cycles. *International Journal of Food Design*, v. 4, n. 2, p. 155–171, 2019.
- [24] KEUNE, S. Co–designing with plants. Degrading as an overlooked potential for interior aesthetics based on textile structures. *Design Journal*, v. 20, n. sup1, p. S4742–S4744, 2017a.
- [25] KEUNE, S. Transforming textile expressions by using plants to integrate growth, wilderness and decay into textile structures for interior. *Alive. Active. Adaptive: International Conference on Experiential Knowledge and Emerging Materials, EKSIG 2017*, Anais..., p. 90–100, 2017b.
- [26] HEEMANN, A.; LIMA, P. J. V. ; CORREA, J. S. . Fundamentos para o Alcance da Colaboração em Design. *Estudos em Design (online)*, v. 18.2, p. 1338-1349, 2010.
- [27] WEBER. R. About teaching and learning biodesign. Berlin, 23 jan. 2023. Ph.D. project interview.
- [28] MELKOZERNOV, A. N.; SORENSEN, V. What drives bio-art in the twenty-first century? Sources of innovations and cultural implications in bio-art/biodesign and biotechnology. *AI and Society*, Springer London, 2020.
- [29] FULLGROWN. About us. Available at: < <https://fullgrown.co.uk/about-us-full-grown/>>, Accessed on May 17, 2021.

O ativismo infanto-juvenil como ferramenta de educação ambiental – Estudo de Caso de um projeto brasileiro

Youth Activism as a Tool for Environmental Education – A Case Study of a Brazilian Project

Karina Venâncio Bonitese, Mestre em Construção Civil, Professora do Departamento de Ciência e Tecnologia Ambiental / Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG).

karinabonitese@cefetmg.br

Júlia Bonitese Duarte, estudante do 6º ano do ensino fundamental / Colégio Santo Agostinho BH.

pequenosprotetoresdoplaneta@gmail.com

Resumo

A crise climática global afeta crianças e jovens como resultado das escolhas de seus antepassados e a educação ambiental torna-se um elemento importante para a criação de novos hábitos e a garantia de um futuro sustentável. Este trabalho objetiva mostrar a importância do ativismo ambiental infantil como ferramenta de educação ambiental, através das ações de uma ativista brasileira de 11 anos e seu projeto de educação ambiental. Observou-se que o desenvolvimento de atitude e comportamento ambientais estão diretamente vinculados à relação do indivíduo com a natureza, sua idade, as informações adquiridas e as relações sociais. Identificou-se que este vínculo ocorre tanto para o ativista quanto para as crianças e jovens que o acompanham. Embora o ativismo e o projeto apresentados sejam até o momento espontâneos, as avaliações realizadas permitiram indicar metodologias para uma educação ambiental mais assertiva.

Palavras-chave: Desenvolvimento sustentável; Educação ambiental; Ativismo

Abstract

The global climate crisis affects children and youth as a result of their ancestors' choices, and environmental education becomes a crucial element in fostering new habits and ensuring a sustainable future. This paper aims to demonstrate the significance of children's environmental activism as a tool for environmental education, through the actions of an 11-year-old Brazilian activist and her environmental education project. It was observed that the development of environmental attitudes and behaviors is directly linked to an individual's relationship with nature, their age, the information they acquire, and their social connections. It was identified that this connection occurs not only for the activist but also for the children and youth who follow them. Although the activism and project presented are currently spontaneous, the evaluations conducted have allowed for the identification of methodologies for more effective environmental education.

Keywords: Sustainable development; Environmental education; Activism

1. Introdução

A Crise Climática tem sido o foco das agendas políticas em todo o mundo, visando apresentar soluções pautadas no Desenvolvimento Sustentável e capazes de reverter os efeitos das ações antrópicas sobre o meio ambiente, a economia e a sociedade. Tradicionalmente, estas ações afetam majoritariamente jovens e crianças que, expostas ao risco, tornam-se vítimas inocentes das escolhas de seus antepassados [1]. Entretanto, a submissão aos efeitos climáticos e o acesso crescente à informação permitem a mudança de um cenário que vitimiza o público infanto-juvenil para um que sublima seu papel enquanto agentes de mudança. Desse modo, ao mesmo tempo em que são extremamente vulneráveis às ameaças do clima e das ações antrópicas, apresentam enorme resiliência e adaptabilidade, configurando-se como futuros atores políticos e sociais [1].

A Conferência de Estocolmo, realizada em 1972 pela Organização das Nações Unidas (ONU), não apenas estabeleceu um marco no reconhecimento global das questões ambientais, como também desencadeou uma mudança fundamental na mentalidade coletiva em relação à proteção do planeta, despertando a necessidade de ações concretas de enfrentamento dos desafios ambientais emergentes. Até então, o ativismo que se valia de mobilizações de pequenos grupos de ambientalistas formados por indivíduos técnicos por profissão ou políticos de formação humanística interessados na redemocratização, e que lutavam pelas questões ambientais e políticas [2], evoluiu para um ativismo ambiental mais abrangente e que transcende fronteiras e gerações. Organizações como o *Greenpeace* têm desempenhado um papel significativo na conscientização pública e na defesa de práticas sustentáveis. Além disso, jovens líderes como Greta Thunberg têm emergido como vozes inspiradoras, liderando movimentos como a Greve das Escolas pelo Clima, despertando a consciência das gerações mais jovens e desafiando os líderes mundiais a tomarem medidas mais pragmáticas. O movimento *Plant-for-the-Planet*, iniciado por Felix Finkbeiner quando tinha apenas 9 anos, exemplifica o poder da juventude na busca de soluções concretas para a crise climática, demonstrando que a ação coletiva pode gerar impacto tangível na restauração dos ecossistemas e na proteção da biodiversidade. Essas iniciativas, alimentadas pela energia dos jovens ativistas, demonstram o potencial propagador da consciência ambiental a partir de ações de engajamento.

O engajamento em causas ambientais pode ser influenciado pela disponibilidade de informações e pelo processo de aprendizado ao longo do tempo, sendo uma consequência direta da conscientização e da educação ambiental acumulada ao longo da vida dos indivíduos [3]. Neste processo, atitude e comportamento ambientais começam a se desenvolver por volta dos 7 anos de idade, crescendo até os 10 anos e estabilizando-se até os 14 anos, quando tendem a reduzir e se consolidar aos 18 anos [4]. Tal resultado é explicado pela maior relação das crianças menores com os ambientes externos a partir de suas brincadeiras, em contraponto ao isolamento praticado a partir da adolescência. Adicionalmente, a educação ambiental baseada na natureza, que associa aquisição de conhecimento aliada à promoção da experiência direta com o meio, potencializa o aprendizado e a responsabilização [5]. Outro fator relevante na atitude e comportamento ambientais do indivíduo é o processo de diálogo e exemplo pelos vários agentes de socialização, tais como família, escola, pares e meios de comunicação. Os pais, dentre estes, são considerados os agentes de socialização mais importantes por possuírem o maior impacto no resultado de socialização de seus filhos [6], que adquirem valores, normas e comportamentos congruentes.

Por outro lado, é observado que o comportamento ambiental de crianças e jovens é frequentemente amplificado pela influência de seus pares, um fenômeno que pode ser

elucidado pelo conceito de "efeito manada". Este fenômeno, avaliado sob a ótica da educação ambiental na infância e na juventude, descreve a propensão à imitação das ações ou comportamentos de seus colegas ou figuras de autoridade, levando-os a seguir padrões de conduta ambiental, sejam eles positivos ou negativos [7].

Diante do contexto desafiador da crise climática, do crescente reconhecimento da importância da conscientização ambiental desde a infância e do papel significativo das crianças e jovens como agentes de mudança, postula-se que o ativismo infanto-juvenil pode ser uma ferramenta eficaz de educação ambiental. A hipótese sugere que o envolvimento ativo das crianças e jovens em iniciativas de ativismo ambiental não apenas promove a conscientização sobre questões ambientais, mas também fortalece seu senso de responsabilidade e conexão com o meio ambiente, contribuindo para a construção de uma cultura de sustentabilidade, mobilização de comunidades e influência na elaboração de políticas públicas.

Apesar do crescente interesse em iniciativas de educação ambiental, o Brasil ainda apresenta uma atuação incipiente no ativismo infanto-juvenil, resultando em uma lacuna significativa na compreensão deste movimento como uma ferramenta eficaz de conscientização. Tal cenário evidencia a necessidade de avaliar as ações existentes e promover novas iniciativas, de modo a fomentar o processo de conscientização ambiental entre a população mais jovem do país.

Para tanto, o objetivo geral deste trabalho foi examinar o ativismo infanto-juvenil como uma ferramenta de educação ambiental, a partir das atividades desenvolvidas por uma ativista brasileira de 11 anos e seus efeitos na conscientização e no engajamento de crianças e jovens, utilizando o método da observação participante.

2 Procedimentos metodológicos

Este estudo adotou uma abordagem qualitativa, empregando o método de observação participante. As pesquisadoras atuaram como participantes ativas, possibilitando uma imersão completa nos processos e ações investigados, ao mesmo tempo que realizaram uma análise reflexiva para assegurar a integridade e validade dos achados. Esta abordagem facilitou a compreensão das motivações e influências da ativista, além de proporcionar uma documentação detalhada e uma análise minuciosa das atividades realizadas. Adicionalmente, a metodologia permitiu uma avaliação abrangente do impacto dessas atividades na comunidade envolvida.

Entretanto, ressalta-se a análise reflexiva das autoras, reconhecendo como suas próprias perspectivas e experiências poderiam afetar a interpretação dos dados e garantindo a integridade e validade dos achados desta pesquisa.

Para o desenvolvimento deste estudo, inicialmente foi realizada a contextualização da infância da ativista e suas influências para o engajamento ambiental. Em seguida, as ações vinculadas ao seu ativismo foram descritas e documentadas, destacando a influência resultante na comunidade e em outras crianças. Posteriormente, foram identificados os desafios e facilitadores enfrentados pelo ativismo da jovem, culminando na formulação de recomendações para integrar o ativismo infanto-juvenil em programas de educação ambiental.

3 Aplicações e resultados

3.1 Infância e influências

Pesquisas científicas comprovam que o contato com a natureza na infância contribui para o desenvolvimento intelectual, emocional, social, espiritual e físico [8]. O brincar do lado de fora permite, ainda, que as crianças criem vínculo com a natureza e aprendam o valor do cuidado com o meio ambiente, com o outro e consigo mesmas.

A primeira infância da ativista Júlia Bonitse, nascida em 2012 na cidade de Belo Horizonte foi marcada por estreito contato com a natureza. O incentivo familiar ao uso de espaços naturais ofereceram inúmeras oportunidades de exploração, aprendizado e desenvolvimento de conexão com o meio ambiente, tanto disponibilizados por praças e parques urbanos, quanto por atividades de férias ou fora do seu território cotidiano. O estímulo a brincadeiras ao ar livre permitiram experiências sensoriais, estímulo da criatividade e promoção do senso de admiração e respeito pelo meio natural [8]. A Figura 1 ilustra atividades ao ar livre utilizando-se dos recursos naturais.



Figura 1: Atividades de brincadeira junto à natureza. Fonte: elaborado pelos autores.

Durante o período de isolamento social imposto pela Pandemia de Covid-19 em 2020, as restrições de acesso aos espaços públicos e atividades ao ar livre se tornaram evidentes. No entanto, a família tomou a decisão de temporariamente se instalar em um sítio, onde notaram um fortalecimento do vínculo com a natureza e uma ampliação da sensação de pertencimento da criança ao ambiente natural. Esta experiência proporcionou à criança uma percepção mais integrada de si mesma como parte intrínseca da natureza, corroborando com a teoria de Louv [8]. Em abril de 2021, com o retorno ao ambiente urbano e o início das atividades escolares remotas, a criança, então com 8 anos de idade, teve seu primeiro contato com temas relacionados às mudanças climáticas, somado a leituras de referências importantes, tal como Greta Thunberg, Malala, Daniel Munduruku e diversos livros sobre meio ambiente. Todo este processo, somado ao diálogo familiar, despertou em Júlia a necessidade de se posicionar frente à conscientização ambiental de sua geração na luta pela preservação do planeta.

Com o aumento das experiências ao ar livre e do conhecimento adquirido, observou-se uma transformação nos comportamentos e atitudes ambientais da criança em seu cotidiano. Houve uma preocupação crescente com o consumo de água, energia e plásticos; a implementação do consumo consciente; a adoção de iniciativas de redução, reutilização e reciclagem; e o desejo de reduzir o uso de transportes movidos por combustíveis fósseis, dentre outras medidas. Além disso, a criança promoveu ações de conscientização entre familiares e amigos, o que culminou na concepção de um projeto de conscientização

ambiental direcionado a crianças e jovens, visando proporcionar acesso a informações e fomentar o engajamento nas causas de proteção do planeta.

Como resultado, a avaliação da infância da ativista, observada entre seus 8 e 11 anos, confirmou a importância do processo de aprendizado na conscientização ambiental [3], levando à potencialização das atitudes e comportamentos ambientais ao longo da vida [4]. Este percurso evidenciou também a importância da relação entre aquisição de conhecimento e experiência prática com o ambiente como fomentador do engajamento na proteção ambiental, destacando a influência de seus pares em sua postura ambiental.

2.2 Práticas do ativismo

A concepção de um projeto de educação ambiental voltado para crianças e jovens surgiu da necessidade de promover a conscientização ambiental e estimular esse interesse entre seus pares por meio do conhecimento. A preocupação em transmitir informações de forma acessível e em uma linguagem compreensível levou à definição de ações específicas para o projeto. Assim, o projeto "Pequenos Protetores do Planeta" se desenvolve a partir de três frentes fundamentais: virtual, presencial e política.

A) Ações virtuais: objetivam a instrução e a comunicação com um público mais amplo e diversificado, permanendo por jovens e adultos, até instituições, organizações e o poder público. Entretanto, enfrenta desafios em engajar diretamente crianças, mais notadamente com idade até 12 anos, devido à sua natureza de utilização mais restrita.

Estas ações do projeto são conduzidas principalmente através das plataformas de redes sociais Instagram e YouTube. No Instagram, por meio do perfil @projeto.ppp, são realizadas postagens educativas que incluem informações relevantes sobre temas climáticos e ambientais, recomendações de livros, transmissões ao vivo, sugestões de atividades, campanhas, além da divulgação das atividades presenciais da ativista. No YouTube, é conduzido o programa de entrevistas "Papo Natural", onde são convidados especialistas na temática do meio ambiente, juntamente com crianças e jovens de diferentes faixas etárias. Este programa serve como um espaço de aprendizado e, especialmente, de empoderamento infanto-juvenil, proporcionando-lhes a oportunidade de expressar suas preocupações em relação ao futuro, esclarecer dúvidas e estabelecer conexões com seus pares de diversas origens sociais e culturais. A Figura 2 ilustra uma entrevista realizada com a indígena e socióloga Avelin Kambiwá.



Figura 2: Programa de entrevistas com a participação de crianças convidadas. Fonte: elaborado pelos autores.

B) Ações presenciais: visam a interação direta com a comunidade, abrangendo diferentes faixas etárias, com o objetivo de promover relações sociais eficazes e implementar ações práticas de proteção ambiental. Os desafios associados a essas ações incluem a

disponibilidade de tempo da ativista, que precisa conciliar suas atividades escolares prioritárias, e a disponibilidade financeira, uma vez que muitas dessas iniciativas são realizadas de forma voluntária. Tais ações incluem plantios comunitários, palestras e oficinas de bolinhas de sementes realizadas em escolas, empresas e instituições, além de manifestações. A Figura 3 apresenta algumas imagens de plantios, oficinas e palestras realizados.



Figura 3: a) Plantios comunitários; b) Oficinas de bolinhas de sementes e c) Palestra. Fonte: elaborado pelos autores.

Os plantios e oficinas são planejados como medidas concretas para conservar e restaurar o meio ambiente, em colaboração com outras crianças e jovens, contribuindo para o cumprimento dos objetivos estabelecidos no Plano de Restauração de Ecossistemas da ONU [9] e na correspondente Agenda 2030 [10]. Os plantios foram realizados em conjunto com a comunidade, promovendo inclusão social, interação direta com a natureza, familiarização com técnicas de plantio e conscientização sobre a manutenção e proteção da vegetação urbana. Até o momento, os plantios concretizados foram viabilizados por meio de parcerias com organizações e entes públicos, como a Prefeitura de Belo Horizonte, a então Deputada Federal Duda Salabert, o Projeto Resgatar Pé na Bola (Ibirité/MG) e a Plant-for-The-Planet (Minas Gerais, São Paulo e Rio de Janeiro). Embora até o momento não tenha sido realizada uma coleta de dados formal dos participantes envolvidos nos plantios, observações informais e conversas durante o processo revelaram que a maioria dos jovens, entre 10 e 17 anos, nunca havia realizado tal atividade. Muitos desconheciam o procedimento de abertura do berço (cova cavada para inserção da muda), as espécies nativas brasileiras e os cuidados necessários após o plantio, bem como os métodos para a manutenção da árvore.

As oficinas são estruturadas para a produção de bolinhas de sementes, com o intuito de atender alunos de diferentes faixas etárias em ambientes escolares. O objetivo é introduzir os conceitos de reflorestamento e reciclagem, empregando papel reciclado como matéria-prima, e explorar temas como os benefícios do reflorestamento, as etapas do desenvolvimento das plantas, suas aplicações e o processo de produção das bolinhas. Uma segunda fase da oficina, caracterizada como uma evolução da anterior, envolve o lançamento manual das bolinhas de semente em áreas urbanas degradadas. Tal oficina objetiva apresentar o contexto natural nos centros urbanos, trazendo a experiência dos alunos para discussão e explorar soluções possíveis para a restauração ambiental das cidades. Assim, as oficina se configuram como uma iniciativa social e ambiental importantes, uma vez que dota as crianças e jovens do

conhecimento necessário para a regeneração de sua cidade e lhes oferece educação ambiental teórica e prática. Até o momento estas oficinas foram executadas em escolas públicas e privadas da cidade de Belo Horizonte, incluindo alunos do 4º e 5º anos do ensino fundamental, e na 1ª Virada Climática de BH, evento da Prefeitura de Belo Horizonte, para um público com idades aproximadas entre 5 e 15 anos.

A partir de observações informais, constatou-se que a maioria das crianças e jovens não possuía conhecimento prévio sobre temas como reflorestamento, áreas degradadas, o processo de desenvolvimento das plantas e a importância das árvores no sequestro de dióxido de carbono. Ademais, muitos enfrentaram dificuldades sensoriais iniciais ao manusear a pasta de papel e as sementes de chia e alpiste utilizadas nas atividades. No entanto, sequentemente, relataram sentir prazer ao manipular as bolinhas, tornando o processo mais lúdico e envolvente.

As palestras têm por finalidade a exposição de assuntos específicos e promover o conhecimento em um público direcionado. Elas proporcionam uma combinação de exposição e interação, facilitando a reflexão dos participantes sobre suas próprias realidades em relação ao contexto ambiental atual. Similarmente às ações anteriores, os dados até o momento foram coletados informalmente, por meio de escuta às crianças e jovens, bem como dos organizadores dos eventos. Essas informações sugerem que a receptividade do público infanto-juvenil a um interlocutor de mesma faixa etária é maior do que a receptividade a um adulto. Palestras realizadas pela ativista em eventos que incluíram outras atividades expositivas demonstraram maior interação e cooperação do público, indicando um maior potencial de aprendizado quando os agentes são considerados pares, conforme sugerido pelo “efeito manada” [7].

Outra forma de ativismo praticada por Júlia é a participação em manifestações. Seu objetivo principal é alertar crianças e jovens sobre causas de interesse direto, engajando-os e mobilizando-os em torno de objetivos comuns. Suas principais atuações em manifestações foram em defesa da Mata do Jardim América e contra a realização do evento Stock Car na área do Mineirão, ambos na cidade de Belo Horizonte. Esta última ação resultou na concessão à ativista do Prêmio Hugo Werneck na categoria Melhor Exemplo de Iniciativa Individual, demonstrando seu reconhecimento como ativista e agente de mudança efetiva.

C) Ações políticas: o exercício da cidadania tem sido realizado com o objetivo de garantir a elaboração de políticas e leis que assegurem à criança e ao adolescente o acesso a espaços públicos verdes e de qualidade, além de lutar pela implementação de uma Câmara Mirim, visando aumentar a participação das crianças nas decisões políticas de suas cidades. Conforme estabelecido pelo Artigo 4º do Marco Legal da Primeira Infância, "as políticas públicas voltadas para a primeira infância serão concebidas e executadas de forma a garantir a participação da criança na formulação das medidas que a afetam", levando em consideração "suas características de idade e estágio de desenvolvimento" [11]. A partir dessa participação, observou-se um efeito positivo junto à Câmara Municipal de Belo Horizonte, onde foram promovidas algumas audiências públicas com a presença de crianças e jovens, possibilitando seu engajamento político.

No contexto das ações do projeto de educação ambiental liderado pela ativista, observou-se que as ações exercidas seguem os fatores de influência da atitude e comportamento ambientais, tais como relação com a idade, grau de informação, relação com a natureza e influência social, aplicadas em atividades diversificadas.

Comparativamente, observou-se que as ações virtuais mostraram-se mais amplas por acolher um público de diferentes faixas etárias e proporcionar diferentes experiências, embora não tenham possibilitado um contato direto com o meio ambiente. Por outro lado, as atividades presenciais exigiram uma abordagem mais específica de acordo com a idade, visando atender às necessidades particulares de cada estágio de desenvolvimento. Crianças até os 10 anos demonstraram maior interesse em atividades lúdicas, como oficinas de bolinhas e plantio, que promoveram o desenvolvimento motor, a consciência corporal e a aprendizagem, enquanto os adolescentes se mostraram mais engajados em palestras, entrevistas e ações práticas como o plantio. Em ambos os grupos etários, foi observada a influência do comportamento de grupo, o que facilitou uma orientação mais eficaz das atividades propostas e a promoção da consciência ambiental.

As ações virtuais mostraram-se mais amplas por acolher um público de diferentes faixas etárias e proporcionar diferentes experiências, embora não tenham possibilitado um contato direto com o meio ambiente. Por outro lado, as atividades presenciais exigiram uma abordagem mais específica de acordo com a idade, visando atender às necessidades particulares de cada estágio de desenvolvimento. Crianças até os 10 anos demonstraram maior interesse em atividades lúdicas, como oficinas de bolinhas e plantio, que promoveram o desenvolvimento motor, a consciência corporal e a aprendizagem, enquanto os adolescentes se mostraram mais engajados em palestras, entrevistas e ações práticas como o plantio. Em ambos os grupos etários, foi observada a influência do comportamento de grupo, o que facilitou uma orientação mais eficaz das atividades propostas e a promoção da consciência ambiental.

As ações de cunho político geraram um impacto significativo principalmente entre o público adulto, que reconheceu a ativista como um modelo de cidadania e incentivou o desejo de inspirar as crianças em seu círculo social à consciência cidadã e ambiental. Nesse contexto, o ativismo da criança possibilitou que outras crianças e jovens fossem representados por ela e tivessem suas vozes ouvidas pelas autoridades públicas, tornando-se membros ativos da sociedade e protagonistas de suas escolhas.

Em todas as iniciativas, verificou-se a subsequente formação de opiniões e mudanças de atitudes, conforme relatado por familiares e instituições escolares após cada atividade.

3. Conclusões

Os resultados da pesquisa destacaram o potencial significativo do ativismo infanto-juvenil como ferramenta eficaz de educação ambiental, demonstrando que as atividades conduzidas por uma criança de 11 anos aumentaram a conscientização e promoveram mudanças comportamentais sustentáveis na comunidade. Adicionalmente, constatou-se que o ativismo infanto-juvenil se revela eficaz quando proporciona iniciativas adaptadas aos interesses e características específicas das distintas faixas etárias.

Adicionalmente, a pesquisa forneceu dados importantes sobre os desafios enfrentados e os fatores facilitadores do ativismo infanto-juvenil, oferecendo indicadores valiosos para o planejamento de ações em programas educativos e comunitários. Ainda, orientou sobre a necessidade de uma coleta de dados sistemática, visando ao desenvolvimento de metodologias mais precisas e eficazes.

Finalmente, o estudo sugere que uma abordagem integrada, que combine educação ambiental com oportunidades de engajamento ativo, pode ser uma estratégia poderosa para promover a sustentabilidade e a proteção ambiental a longo prazo.

Referências

- [1] HAHN, E. R. The developmental roots of environmental stewardship: Childhood and the climate change crisis. *Current Opinion in Psychology*, v. 42, p 19-24. 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352250X21000075>. Acesso em: 12 mar. 2024.
- [2] LONSO, A; COSTA, V; MACIEL, D. Identidade e estratégia na formação do movimento ambientalista brasileiro. In: *Novos Estudos*, n.78, p.151-167. São Paulo, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/nec/a/v7D5qBHntPtQzG4WQ9nCRcp/>. Acesso em: 12 mar.2024.
- [3] LÓPEZ-FELDMAN, A.; HERREJÓN, G. Voluntary environmental action and inexperienced agents: The effects of information and learning on household choices. In: *Ecological Economics*, v.68, p.272-282. 2008.
- [4] OTTO, S.; EVANS, G.W.; MOON, M.; KAISER, F. The development of children's environmental attitude and behavior. In: *Global Environmental Change*, v.58.2019.
- [5] OTTO, S.; PENSINI, P. Nature-based environmental education of children: Environmental knowledge and connectedness to nature, together, are related to ecological behavior. In: *Global Environmental Change*, v.47.2017.
- [6] DAVIS, J. M., KRISTENSEN, L., & GIGER, J.-C. The Role of Environmental Education in Public Awareness and Decision-Making. In: *Environmental Education in a Climate of Reform: Understanding Teacher Educators' Perspectives*. pp. 21-38. 2017.
- [7] ESTEVES, L. R. O efeito manada e sua influência no comportamento ambiental em crianças. In: *Psicologia e Saúde*, v.36.p 45-58.2020.
- [8] LOUV, R. *A Última Criança na Natureza: Salvando Nossos Filhos do Transtorno do Déficit de Natureza*. Ed. Alaúde Editorial. 2012.
- [9] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Década da Restauração de Ecossistemas*. Disponível em: <https://www.decadeonrestoration.org/pt-br/o-que-e-restauracao-de-ecossistemas>. Acesso em: 28 mar.2024.
- [10] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). *Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável*. Disponível em: <https://www.unodc.org/lpo-brazil/pt/crime/embaixadores-da-juventude/conhea-mais/a-agenda-2030-para-o-desenvolvimento-sustentvel.html>. Acesso em: 28 mar.2024.
- [11] BRASIL. Lei nº 13.257, de 8 de março de 2016. Brasília: Diário Oficial da União.

Cúrcuma: Uma Alternativa Ecológica no Tingimento de Fibras Têxteis

Turmeric: An Ecological Alternative in Textile Fiber Dyeing

Samuel Gomes Gontijo – Bacharel em Engenharia Química.

samuelgontijo12@gmail.com

Rachel Rios Scherrer – Mestre em Estudos Culturais Contemporâneos.

rachelriosscherrer@gmail.com

Resumo

Este estudo investiga o tingimento de fibras de algodão com cúrcuma, explorando a influência de mordentes nas tonalidades resultantes. A metodologia abrange a seleção cuidadosa de materiais, incluindo cúrcuma fresca, e o uso de mordentes, como, ácido acético, alumínio de potássio, bicarbonato de sódio e cloreto de sódio. Os processos de tingimento são descritos em detalhes. Os resultados apontam as tonalidades obtidas, influenciadas pelos diferentes mordentes. Testes de resistência à lavagem evidenciam a estabilidade da cor com detergente neutro, mas uma alteração significativa quando se usa sabão em pó convencional, indicando sensibilidade ao pH. Testes de resistência à luz revelam a degradação das cores sob exposição solar. O estudo ressalta o potencial da cúrcuma como corante natural, enfatizando desafios relacionados à estabilidade de cor diante de fatores ambientais e sugere a necessidade de promover investigações capazes de aprimorar a resistência à luz e de assegurar estabilização da cor frente a variações de pH, visando à aplicabilidade sustentável na indústria têxtil.

Palavras-chave: Corantes naturais; Indústria têxtil; Sustentabilidade

Abstract

This study investigates the dyeing of cotton fibers with turmeric, exploring the influence of mordants on the resulting shades. The methodology encompasses the careful selection of materials, including fresh turmeric, and the use of mordants such as acetic acid, potassium alum, sodium bicarbonate, and sodium chloride. The dyeing processes are described in detail. The results indicate the shades obtained, influenced by the different mordants. Washing resistance tests demonstrate color stability with neutral detergent but significant alteration when conventional laundry detergent is used, indicating pH sensitivity. Lightfastness tests reveal color degradation under solar exposure. The study highlights the potential of turmeric as a natural dye, emphasizing challenges related to color stability in the face of environmental factors and suggests the need to promote research capable of enhancing lightfastness and ensuring color stabilization against pH variations, aiming at sustainable applicability in the textile industry.

Keywords: Natural dyes; Textile industry; Sustainability

1. Introdução

De acordo com a [1], a indústria da moda é uma das maiores do mundo, movimentando cerca de 1,7 trilhão de dólares anualmente. No entanto, essa grandeza não vem sem custos, pois é uma das mais poluentes devido ao seu alto consumo de matéria-prima, como água e algodão, e à liberação de produtos químicos nos processos de tingimento, afetando os corpos hídricos e a atmosfera [2].

A globalização redesenhou o cenário do comércio têxtil global, proporcionando uma significativa contribuição para o PIB mundial e empregando milhões de pessoas [3]. Entretanto, essa indústria enfrenta desafios ambientais sérios em sua cadeia de suprimentos devido ao uso excessivo de água e produtos químicos. O aumento do consumo de produtos têxteis amplia ainda mais essa demanda, intensificando os impactos negativos sobre os recursos naturais e o meio ambiente [4].

O processo de tingimento têxtil que acontece na maioria dos países em desenvolvimento assimila facetas relativamente múltiplas na exposição do ambiente natural a uma série de substâncias nocivas. Vários materiais, incluindo metais pesados, água contaminada e gases perigosos e tóxicos, podem ser liberados para o meio ambiente durante a fabricação de corantes sintéticos, nos processos de tingimento e no uso de produtos têxteis tingidos com tais corantes [4].

A variedade de pigmentos utilizados na indústria é grande. Dependendo principalmente do tipo de corante, da fibra e do processo empregado no tingimento, o nível de massa fixada na fibra pode variar. Assim, uma quantidade significativa de corante é deixada no banho. Cerca de 200.000 toneladas desses corantes são perdidas para efluentes a cada ano, indicando uma ineficiência no processo industrial, o que gera ainda mais resíduos [5]. Estima-se que a lavagem, os solventes e os corantes usados na fabricação têxtil são responsáveis por um quinto da poluição industrial da água [6].

Diante de tal situação, faz-se necessário repensar as diretrizes da indústria da moda, sobretudo no que tange ao tingimento das fibras têxteis. É nesse sentido que este trabalho traz à tona uma discussão acerca do que pode ser feito para que a indústria têxtil possa ter uma abordagem mais ecológica, buscando formas mais limpas de colorir as fibras.

2. Referencial Teórico

2.1 Corantes Naturais

Corantes naturais, provenientes de fontes como plantas, animais e minerais, têm sido historicamente usados em diversos produtos, expressando identidades culturais e estéticas [7]. Com a Revolução Industrial, métodos artesanais cederam lugar à produção em massa de corantes sintéticos, mais baratos, mas poluentes. Há um ressurgimento do interesse por técnicas ancestrais de tingimento, visando uma moda mais sustentável [8]. Esse movimento reflete uma crescente preocupação com a sustentabilidade e práticas *eco-friendly* na indústria da moda [9]. As cores sempre tiveram um papel crucial na história, desde a Pré-História até os dias atuais, marcando identidades sociais e culturais e enriquecendo a estética de objetos diversos. O uso de corantes naturais representa uma expressão cultural única e está sendo redescoberto em meio à preocupação com o meio ambiente e à busca por uma moda mais consciente e sustentável.

2.2 Corantes Sintéticos

Os estudos de William Perkin permitiram a criação de corantes sintéticos, estabelecendo uma divisão entre corantes naturais e sintéticos [10]. Apesar das vantagens dos corantes sintéticos, como a variedade de cores e a sua fixação em tecidos, sua produção e descarte causam danos ambientais, liberando dejetos prejudiciais à natureza e à saúde humana [11]. Mais de setecentas mil toneladas de corantes são produzidas anualmente, sendo cerca de 10% descartados em efluentes, o que prejudica a qualidade da água e os ecossistemas aquáticos [12].

Avaliações de águas despoluídas de tingimento envolvem a determinação de concentrações de compostos orgânicos, sólidos particulados e metais pesados, o que indica uma contaminação significativa desses efluentes [4]. A indústria têxtil é uma das principais fontes de poluição da água, com processos como tingimento e estamparia prejudicando o meio ambiente [13]. É urgente rever os métodos de produção para diminuir o impacto ambiental, incentivando práticas mais sustentáveis e alinhadas aos objetivos de desenvolvimento sustentável [4].

3. Procedimentos Metodológicos

A metodologia empregada neste estudo foi a pesquisa laboratorial, baseada no livro “Corantes Naturais da Flora Brasileira: Guia Prático de Tingimento com Plantas”, edição de 1998, de Eber Lopes Ferreira [14], visando garantir a precisão e a replicabilidade dos resultados obtidos no tingimento de fibras têxteis com cúrcuma. As etapas metodológicas incluíram a seleção criteriosa de materiais, a preparação adequada das soluções de tingimento e a execução dos testes de resistência à lavagem e à luz. Abaixo estão as principais etapas seguidas: Seleção dos utensílios e materiais; processos metodológicos do tingimento; testes de resistência à lavagem; testes de resistência à luz.

3.1 Seleção dos utensílios e materiais

Um bom experimento começa com a escolha correta dos materiais. As fibras a serem tingidas são 100% de algodão, toda a matéria-prima é natural e não poderia ser diferente com a fibra têxtil. Quanto ao corante, optou-se por trabalhar com cúrcuma fresca, colhida direto da terra na fazenda Mangonga, localizada na zona rural de Carmo do Cajuru, Minas Gerais, para garantir um produto puro, sem adição de outros componentes, que poderiam influenciar nos experimentos. A parte da planta utilizada no tingimento é a raiz, que possui uma fina casca de coloração marrom claro, mas em seu interior a cor é um alaranjado bem forte.

Quanto aos mordentes, foram encontrados na literatura uma gama de produtos naturais que poderiam ser utilizados, optou-se pelos quatro elencados a saber: Ácido acético – CH_3COOH ; Alúmen de potássio – $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2$; Bicarbonato de sódio – NaHCO_3 ; e Cloreto de sódio – NaCl .

Todos os utensílios utilizados (panela; bacia; prato; pinça; peneira; colher; pilão; termômetro culinário; e balança culinária) são de aço inox ou cerâmica, foram escolhidos esses materiais por serem mais estáveis, diminuindo as chances de ocorrer alguma reação química inesperada no processo do tingimento.

3.2 Processos metodológicos do tingimento

Neste tópico, são detalhados os métodos para tingimentos, como o pré-tratamento da fibra, o preparo da tintura, a adição dos mordentes e o tingimento. Os procedimentos foram baseados no livro "Corantes Naturais da Flora Brasileira: Guia Prático de Tingimento com Plantas", de Eber Lopes Ferreira [14].

O processo começa com a limpeza da fibra em um recipiente de cerâmica para remover os resíduos. As fibras são lavadas com detergente neutro, enxaguadas e deixadas em água quente a 90 graus. Enquanto isso, a tintura é preparada fervendo água e cúrcuma por 15 minutos. Após filtrar a cúrcuma, a tintura é aquecida novamente, adicionando-se o mordente e, em seguida, a fibra úmida, mantida em imersão por 1 hora a 98 °C, controlada por um termômetro. Esse processo é repetido cinco vezes, como mostra a figura 1.

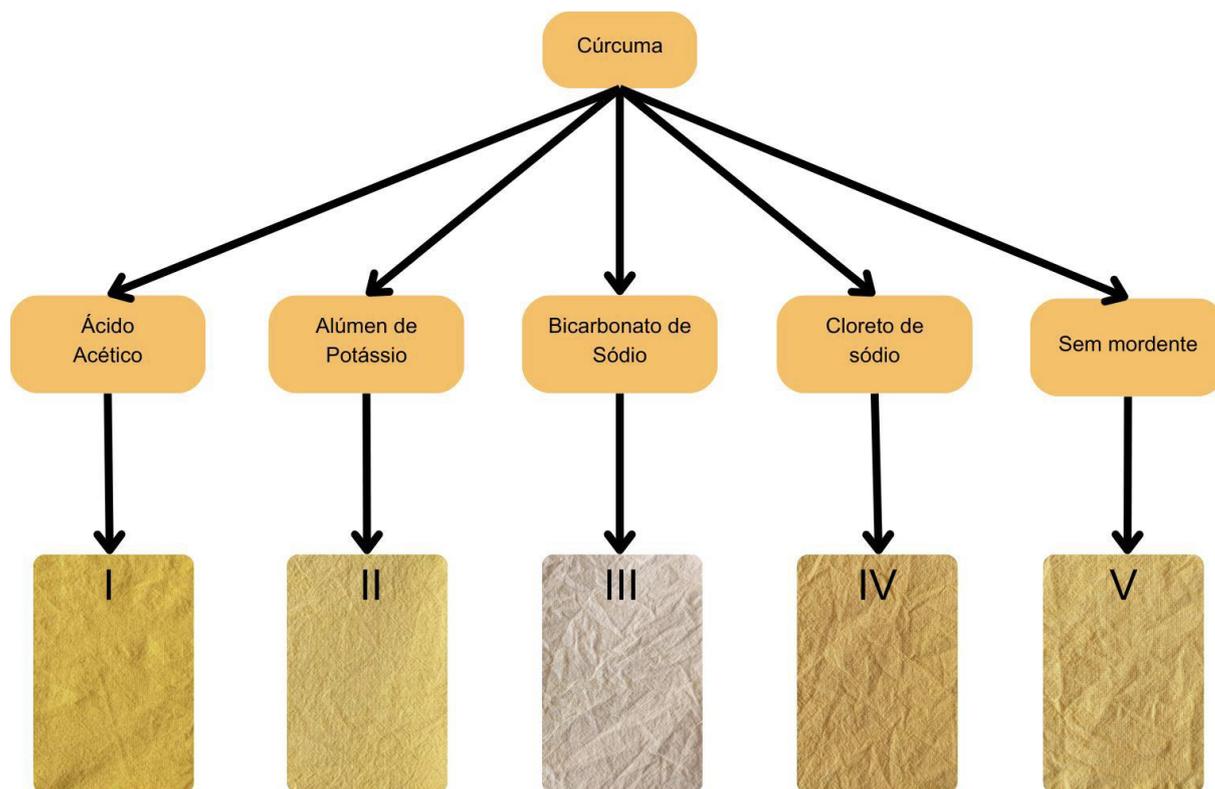


Figura 1: Esquema dos Tingimentos I. Fonte: elaborado pelos autores.

3.3 Testes de resistência à lavagem

Nesta seção, descrevem-se os testes de lavagem, realizados sete dias após o tingimento dos tecidos, a fim de verificar a solidez da cor obtida. A Figura 2 mostra o esquema explicativo.

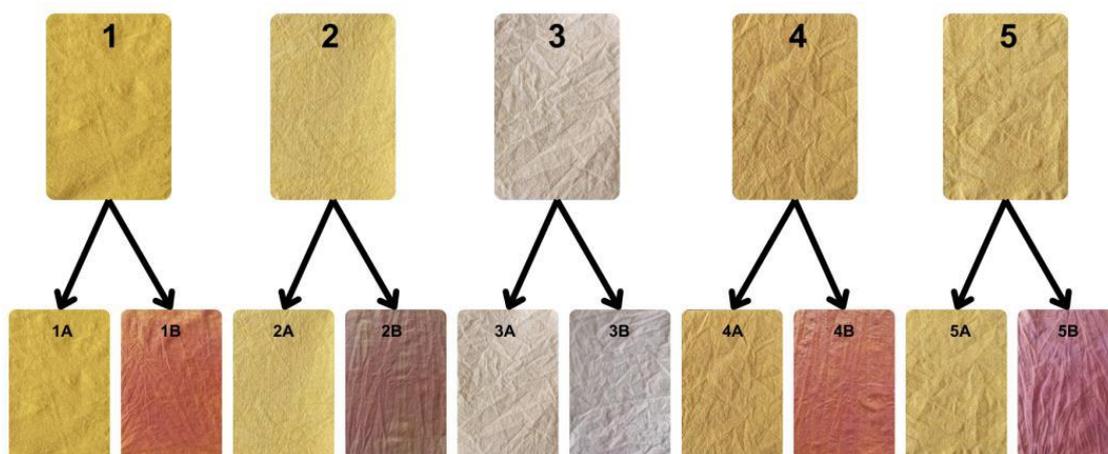


Figura 2: Teste de lavagem. Fonte: elaborado pelos autores.

Os tecidos foram lavados à mão, separadamente uns dos outros, para não sofrerem nenhum tipo de influência. Para o processo de lavagem das fibras, as amostras de tecido foram cortadas ao meio. Assim, cada uma poderá ser submetida a dois tipos de lavagem, sendo o primeiro com detergente neutro (A) e o segundo com sabão em pó convencional (B). Na sequência (figura 3), mostram-se fotos mais detalhadas dos resultados.

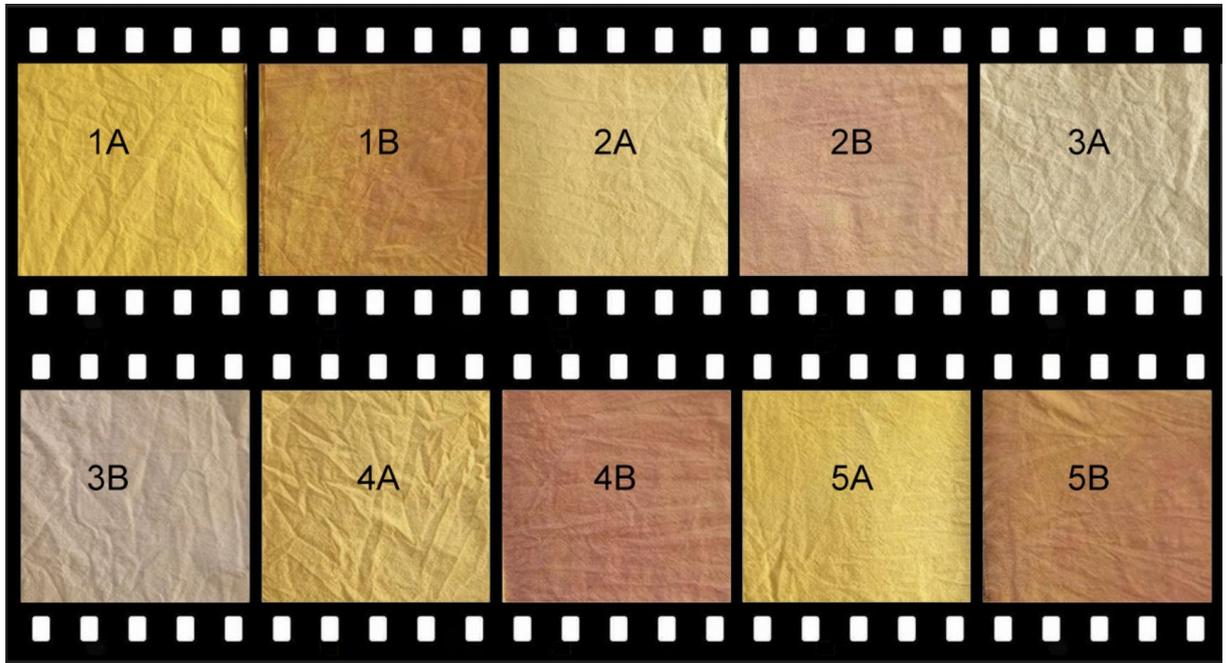


Figura 3: Lavagem de todas as Amostras. Fonte: elaborado pelos autores.

É possível observar que não houve alteração significativa na tonalidade das amostras quando submetidas à lavagem com sabão neutro, mas é perceptível a mudança de tonalidade de todas as amostras quando lavadas com o sabão em pó convencional. No segundo caso, as fibras adquiriram uma tonalidade mais escura, avermelhada, um tom mais terroso.

3.4 Testes de resistência à luz

Nesta seção, descrevem-se os testes de resistência à luz, realizados após o teste de lavagem. Conforme este autor [14], os corantes, geralmente, sofrem alteração na tonalidade do tingimento quando expostos à luz. A Figura 4 mostra fotos do teste de resistência à luz.



Figura 4: Teste de resistência à luz. Fonte: elaborado pelos autores.

É possível observar que foram retiradas tiras de, aproximadamente, 2,5cm de cada uma das dez amostras. As tiras ficaram expostas ao sol por sete dias consecutivos, tendo a metade de suas superfícies protegidas, como mostra a segunda foto. Após esse período, retirou-se a proteção, para contrastar a diferença de tonalidade da cor, como mostra a última foto. É possível

perceber que a luz desbotou consideravelmente todas as amostras analisadas. No entanto, as tonalidades de cor mais fortes sofreram maiores alterações.

4. Análises dos Resultados ou Discussões

Formulam-se neste capítulo os resultados e as discussões obtidos a partir dos experimentos de tingimento, cujo esquema é apresentado na Figura 5.

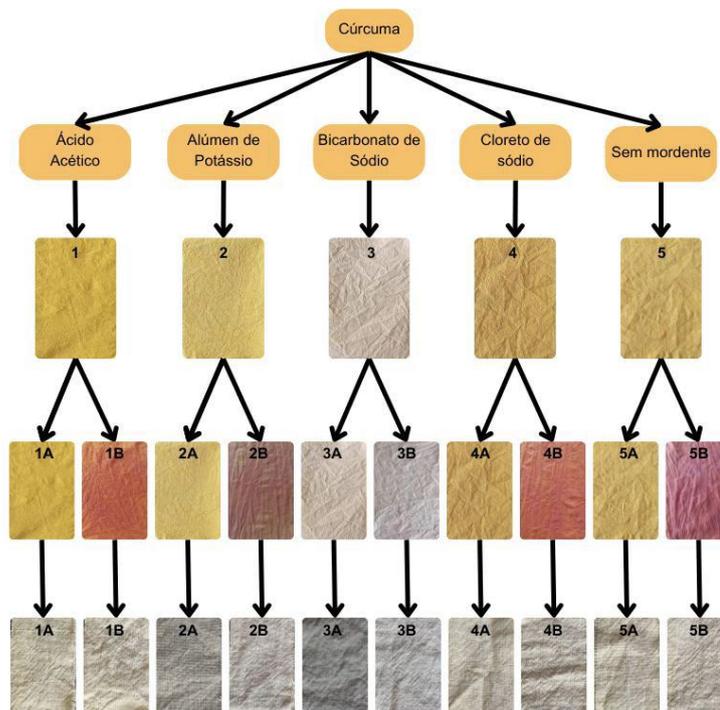


Figura 5: Esquema dos tingimentos II. Fonte: elaborado pelos autores.

De acordo com [14], o mordente é definido como uma substância solúvel em água quente capaz de se ligar às fibras e ao corante, tornando o corante insolúvel em água, o que permite que o corante adira à fibra. Outros estudos, como [15], sugerem que o mordente também é responsável pela durabilidade da cor na fibra. Os experimentos demonstraram que o mordente influencia não apenas a fixação, mas também a tonalidade. As Amostras 1 e 5, que apresentam tonalidades semelhantes, dado que a Amostra 5 não apresentava mordente, pode-se supor que o ácido acético, utilizado na Amostra 1, foi o mordente que menos impactou a tonalidade final do tingimento. As cores das amostras 2 e 4 ficaram parecidas, mas a segunda teve uma cor mais clara, um amarelo mais claro. A cor 4 está mais escura, quase alaranjada. A presença do alúmen de potássio, presente na Figura 2, teve um efeito de clareamento da cor, ao passo que o cloreto de sódio, presente na Figura 4, teve um efeito de intensificação da cor. A Amostra 3 foi a que mais se distanciou da tonalidade da Amostra 5, apresentando uma tonalidade de rosa-claro. O bicarbonato de sódio, usado na Amostra 3, foi o que mais modificou a cor de todos os mordentes nos experimentos.

A Figura 6 mostra a cartela de cores obtidas a partir do experimento.



Figura 6: Cartela de cores I. Fonte: elaborado pelos autores.

Os testes de lavagem comprovaram que a tonalidade do tecido se amoleceu adequadamente, uma vez que não houve alterações significativas no detergente neutro. No entanto, as fibras apresentaram uma alteração significativa na tonalidade ao serem expostas ao sabão em pó. Segundo o autor [14], isso acontece porque substâncias presentes neste tipo de produto podem alterar o pH, o que reflete diretamente na coloração. No entanto, essa variação no pH é reversível. Se as fibras forem novamente higienizadas com sabão neutro, elas voltam à cor inicial. É necessário, portanto, pensar em uma maneira de manter o pH em níveis estáveis, uma vez que a sociedade atual não tem dado tanta importância aos cuidados com a higienização. Por outro lado, é possível considerar a utilização das fibras tingidas conforme as experiências relatadas em materiais que não necessitem de lavagem ou produtos impermeáveis.

Outro ponto a se destacar prende-se ao fato de a alteração na cor causada pela lavagem com sabão convencional não ser definitiva, pois, com o tempo, a cor vai, gradativamente, voltando ao normal e em um prazo de cinco dias já volta à tonalidade anterior. O mesmo acontece se a amostra for lavada novamente com sabão neutro: ela volta instantaneamente à cor inicial.

A Figura 7 mostra a Cartela de cores II, com todas as cores obtidas no experimento a partir da cúrcuma.

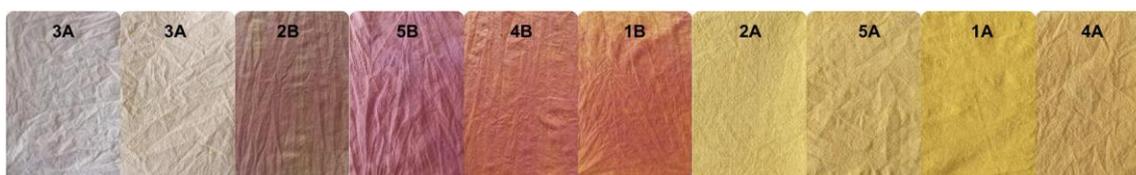


Figura 7: Cartela de cores II. Fonte: elaborado pelos autores.

Realizaram-se, ainda, testes de resistência à luz, mediante a extração de tiras de, aproximadamente, 2,5cm de cada uma das dez amostras de tecido, que foram expostas ao sol por sete dias consecutivos, tendo uma de suas partes protegidas, para fazer o controle. Após o tempo estabelecido, as fibras foram recolhidas. A Figura 8 mostra o resultado.



- **Figura 8:** Resultado do teste de resistência à luz. Fonte: elaborado pelos autores.

É perceptível como o sol desnaturou a cor. O autor [14] afirma que muitos corantes sofrem esse desbotamento se passarem pelo mesmo teste, principalmente os tons de amarelo e alaranjado, que, no caso, são predominantes nas cores deste estudo. Não foram feitos testes de resistência à luz com os tecidos impermeabilizados, mas acredita-se que resistirão melhor às degradações se forem realizados.

5. Conclusão ou Considerações Finais

Os experimentos realizados evidenciam o potencial da cúrcuma em colorir fibras de algodão, proporcionando uma variedade de tonalidades. Além disso, observou-se que o uso de mordentes influencia tanto na cor obtida quanto na sua solidez, ressaltando a importância de considerar esses fatores no processo de tingimento. As amostras demonstraram resistência ao teste de lavagem com detergente neutro, porém revelaram mudanças significativas quando expostas ao sabão em pó convencional, indicando a necessidade de estudos adicionais para estabilizar a cor diante de variações de pH.

Por outro lado, todas as cores desbotaram ao serem expostas à luz solar, o que demonstra a fragilidade da cor diante dessa condição. Isso demonstra a relevância de se estudar mais a fundo a solidez da cor à luz em futuros estudos. Além disso, há a possibilidade de pesquisas adicionais com outros corantes naturais e diferentes tipos de fibras têxteis, com o objetivo de aproveitar o potencial dos recursos naturais brasileiros para promover uma moda mais ecologicamente correta e atenta ao meio ambiente.

Referências

- [1] FASHION UNITED. Global fashion industry statistics - International apparel, 2022. Disponível em: < <https://fashionunited.com/global-fashion-industry-statistics> >. Acessado em: 7 jun. 2023.
- [2] SOUZA, T. C. V. de; RIBEIRO, R. A. C.; AYRES, E.; VIANA, F. C. A sustentabilidade na indústria da moda e o ressurgimento dos corantes naturais: desafios e possibilidades no século XXI. dObra[s] – revista da Associação Brasileira de Estudos de Pesquisas em Moda, [S. l.], n. 32, p. 66–87, 2021. DOI: 10.26563/dobras.i32.1367. Disponível em: < <https://dobras.emnuvens.com.br/dobras/article/view/1367> >. Acesso em: 28 nov. 2023.
- [3] DESORE, Anupriya E.; NARULA, Sapna A. An overview on corporate response towards sustainability issues in textile industry. *Environment, Development and Sustainability* 20, no. 4 (august): 1439-59, 2018. Disponível em: < <https://link.springer.com/article/10.1007/s10668-017-9949-1> >. Acessado em: 1 ago. 2023.
- [4] UDDIN, Faheem. Environmental Hazard in Textile Dyeing Wastewater from Local Textile Industry. *Cellulose* 28, no. 17. 10715–39, 2021. Disponível em < https://www.academia.edu/54805712/Environmental_hazard_in_textile_dyeing_wastewater_from_local_textile_industry >. Acesso em: 15 ago. 2023.
- [5] FARAH, Maria Drumond Chequer; OLIVEIRA, Gisele Augusto Rodrigues de; FERRAZ, Elisa Raquel Anastácio; CARDOSO, Juliano Carvalho; ZANONI, Maria Valnice Boldrin e; OLIVEIRA, Danielle Palma de. Chapter 6: Textile Dyes: Dyeing Process and Environmental Impact. In book: *Eco-Friendly Textile Dyeing and Finishing*. 152- 176, 2013, Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.5772/53659> >. Acesso em: 15 ago. 2023.
- [6] AMED, I., André, S., BALCHANDANI, A., Berg, A., RÖLKENS, A. (2022). The state of fashion Amed, I., André, S., Balchandani, A., Berg, A., Rölken, A.: The state of fashion 2023: holding onto growth as global clouds gather. McKinsey & Company (2022). Disponível em: < <https://www.mckinsey.com/industries/retail/our-insights/state-of-fashion> >. Acesso em: 10 nov. 2023.
- [7] NARIMATSU, B.; Bem, N.; Wachholz, L.; Linke, P.; Lizama M.; Rezende L. Corantes naturais como alternativa sustentável na indústria têxtil. *Revista Valore, Volta Redonda*, 5, e-5030, 2020.
- [8] SIVAKUMAR, Venkatasubramanian. Lakshmi Anna. J. Vijayeeswarri, J. Swaminathan, G. Ultrasound assisted enhancement in natural dye extraction from beetroot for industrial applications and natural dyeing of leather. *Ultrasonics Sonochemistry* pp.782–789, 16, 2009.
- [9] VIANA, T. Corantes naturais na indústria têxtil: como combinar as experiências do passado com as demandas do futuro? Dissertação de Mestrado, UEMG, Belo Horizonte, 70 p., 2012.
- [10] BERMOND, Jhon. Apostila intuitiva de tingimentos naturais. Arte da Terra, 2016.
- [11] PEZZOLO, Dinah Bueno. Tecidos: história, tramas, tipos e usos. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2013.

- [12] GHAZI MOKRI, H. S.; Modirshahla, N.; Behnajady, M. A.; Vahid, B. Adsorption of C.I. Acid Red 97 dye from aqueous solution onto walnut shell: kinetics, thermodynamics parameters, isotherms. *International Journal of Environmental Science and Technology*, v. 12, p. 1401-1408, 2015.
- [13] KANT, R. Textile dyeing industry an environmental hazard. *Natural Science*, 4, 22-26, 2012. Disponível em: < https://www.scirp.org/pdf/NS20120100003_72866800.pdf >. Acesso em: 11 nov. 2023.
- [14] FERREIRA, Eber Lopes. *Corantes Naturais da Flora Brasileira: Guia Prático de Tingimento com Plantas*. Curitiba: Optagraf Editora e Gráfica LTDA, 1998.
- [15] LILES, J. N. *The art and craft of natural dyeing: Traditional Recipes for modern use*. The University of Tennessee Press, 2017.

**A RELAÇÃO ENTRE DESIGN E SUSTENTABILIDADE NA
PRODUÇÃO DE FUTUROS POSSÍVEIS**
***THE RELATIONSHIP BETWEEN DESIGN AND SUSTAINABILITY IN
THE PRODUCTION OF POSSIBLE FUTURES***

Matheus da Silva Pinho, Mestrando em Design, Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

ms.pinho@discente.ufma.br

Ana Lucia Alexandre de Oliveira Zandomeneghi, PósDoutora, Universidade Federal do Maranhão – UFMA.

ana.zandomeneghi@ufma.br

Resumo

O homem percebe sua força na natureza ao vivenciar o período geológico do Antropoceno. Assim, com o objetivo de demonstrar o impacto da replicabilidade de hábitos sobre o planeta, e por consequência, no seu futuro, realizou-se uma revisão de literatura com base em livros e artigos. De modo a apresentar como resultado especulações de futuros possíveis baseados em cenários descritos pelos autores do artigo. Para na conclusão estabelecer a relação entre comportamentos homogêneos da sociedade e seu impacto no destino da Terra, destacando o rigor de costumes como prejudicial ao futuro da espécie.

Palavras-chave: Sustentabilidade; Design; Construção de futuro; Antropoceno.

Abstract

Human beings realize their impact on nature when experiencing the geological period of the Anthropocene. Thus, a literature review was carried out based on books and articles to demonstrate the impact of the replicability of habits on the planet, and consequently, on its future. To present as a result speculations of possible futures based on scenarios described by the authors of the article. To conclude, establish the relationship between homogeneous behaviors of society and their impact on the destiny of the Earth, highlighting the rigor of customs as harmful to the future of the species.

Keywords: Sustainability; Design; Construction of the future; Anthropocene.

1. Introdução

Para discutir sustentabilidade é necessário compreender como as ações humanas levaram sua espécie a depender de mudanças comportamentais globais, de maneira a garantir a perpetuação dos modos de vida e hábitos contemporâneos. Logo, é importante comentar sobre o impacto que o homem tem no ambiente ao modificá-lo, especialmente, quando persegue suas necessidades e desejos. Já que, ao realizar tais ações ele altera uma série de relações naturais, não importando-se com as implicações na escala geográfica, não só à curto como também à longo prazo. Tal aspecto descreve o Antropoceno, que consiste no crescimento da influência humana na modificação do planeta, sendo a espécie responsável pelas principais alterações geológicas no presente [1], [2].

Esse patamar de impacto ambiental, protagonizado no passado apenas por desastres naturais em escala local, demonstra como a constância e a inexaurível manutenção de hábitos tem o potencial de alterar ambientes e modos de vida. De maneira a exigir um conjunto de ações reparadoras, que possibilitem a perpetuação do padrão de vida médio alcançado pela sociedade moderna para as futuras gerações [3]. Nesse momento, a sustentabilidade surge como corretor de costumes para resolver crises em diferentes dimensões da vida humana. Em que, para [4], [5], [6], essas camadas da sustentabilidade interagem entre si, buscando soluções para problemas ambientais, econômicos e sociais de maneira simultânea. Já que, situações de conflito, como o colapso de um ecossistema ou os problemas causados pela violência, são constantemente apresentados de maneira nebulosa e multifacetada, em que um único cenário pode oferecer diferentes maneiras de interferir no panorama ali estabelecido.

Então, o design contribui para a sustentabilidade, na visão de [7], ao propor métodos para a realização de um processo ou concretização de artefatos a partir da redução drástica de recursos utilizados para tais manufaturas. Que implica em benefícios econômicos e ambientais, por reduzir as matérias-primas utilizadas na confecção de um produto/serviço. Já o aspecto social, é sentido pela população ao perceber as alterações geradas pelas outras camadas, assim como suas repercussões posteriores das dimensões no meio, que ao se entrelaçarem acabam por gerar mudanças naquele modelo de vida situacional.

Dessa forma, por otimizar os processos produtivos, o design tem um papel fundamental no auxílio à sustentabilidade. Uma vez que, esse campo tem o potencial de apresentar novos costumes através dos produtos de maneira a alterar padrões comportamentais, gerando resultados nas três dimensões descritas por [4], [5], [6]. Que se relaciona com o objetivo desse artigo ao demonstrar a construção de futuros possíveis como resultado da replicabilidade de hábitos, de modo praticamente homogenia ao redor do globo. Por meio de revisão de literatura englobando a busca por livros e artigos da plataforma “Google Scholar” relacionados às temáticas em torno do design, sustentabilidade, antropoceno e o padrão de consumo da população global. Que são fontes pertinentes à ampliação do escopo que embasa a pesquisa por apresentar temas e autores com potencial para contribuir para a análise aqui exposta.

2. O papel do indivíduo na mudança de hábito

A suscetibilidade do ser humano a agentes de influência, o força a travar um duelo entre ceder ou perseverar contra o chamado do consumo. No entanto, esse embate antagônico costuma ser regularmente vencido pela necessidade de comprar. O que é justificado por diversos fatores, sendo um deles a exposição em excesso de informações, advindas de propagandas e outras campanhas publicitárias, que exercem força sobre as condutas dos

consumidores por instigarem o consumo a partir de estímulos geradores de desejos, resultando na compra do artigo [8].

Então essa capacidade humana de influenciar e ser influenciado é algo recorrente no mercado para gerar, manter e renovar tendências. O que também é feito na área sustentável como uma maneira de gerar lucro sobre grupos de compradores que consomem esse conjunto de valores atrelados ao produto [8]. Logo, o ponto de partida dessa análise é comentar que a aplicação de técnicas de persuasão visando o lucro a partir de determinado produto, que possui valores imateriais ligados a ele [9], não é algo válido de julgamento por si só. Mas, ao apoiar-se na projeção de virtudes comuns aos consumidores, para atraí-los na aquisição de produtos/serviços que não, realmente, espelham essas práticas em suas cadeias produtivas, isso sim deve ser alvo de crítica. Pois, ao se oferecer um bem de consumo pautado em premissas sustentáveis, onde a produção dessa mercadoria se baseia em trabalho escravo, processos extrativistas e o redirecionamento do lucro gerado a outras localidades, pode conduzir o fabricante a vender uma mentira ao seu público-alvo. Assim, a consequência de longo prazo vem pela estabilidade de comportamentos replicados dos consumidores. Que, apesar de procurarem uma mudança em prol da aplicação de conceitos sustentáveis, não repercutem em mudanças práticas na Terra. Já que, o consumidor não averigua a veracidade das informações refinadas pelas ferramentas de persuasão em propagandas. O que implica no licenciamento do poder de mudança do consumidor para o produtor. Assim, tornando o período do Antropoceno um monopólio empresarial na construção de futuros possíveis, fundamentado na conduta de marketing e na apatia crítica do consumidor aos produtos apresentados para eles.

É importante sublinhar esse comportamento para compreender que apesar da empresa representar valores, ela é composta por pessoas que tem suas próprias agendas a cumprir e podem discordar quanto a abordagem de apresentá-las perante o público. Essa assertiva também é válida para os profissionais de design, uma vez que sua moral pessoal também afeta o seu comprometimento quando em choque com a abordagem de uma empresa. Logo, a possibilidade de confeccionar futuros através da mudança de hábitos é possível, já que para realizá-la é preciso ter uma série de pequenas atitudes que, quando empilhadas, atingem o ponto necessário para determinada transformação [10]. Mas, qual é o motivo de se apontar os designers em particular? A questão não é propriamente direcionar olhares para esse profissional, mas representar, a partir dele, que aqueles com poder de decisão dentro de uma cadeia produtiva, tem o dever de almejar tal transformação em prol da aplicação da sustentabilidade.

3. O design como ferramenta à serviço da sustentabilidade

Pelos designers estarem em constante interação com o setor produtivo, sugerindo métodos para o desenvolvimento de processos e produtos, é natural que o poder de modificação da estrutura com a qual possam interagir sofra mudanças constantes e graduais. Isso porque esse profissional também se relaciona com outras áreas do conhecimento, pela abordagem generalista do seu trabalho [11], possuindo a característica de se mesclar a diversos ambientes alterando-os da sua maneira. Por isso, os designers têm facilidade de dissolver os conceitos sustentáveis. Já que essa característica intrínseca de atuação, permite a inserção de pensamentos diversos em diferentes cadeias produtivas, assim modificando-as. Isso inclui o pensamento sustentável.

No entanto, apesar de sua alta capacidade de proporcionar mudanças, além deles próprios, outros agentes podem impedi-los de realizar a transição das cadeias produtivas atuais para modelos condizentes a premissas sustentáveis. Por isso, abordar o limite de comprometimento dessa classe de trabalhadores para alterar o futuro é essencial. Já que, os designers também são

humanos, com necessidades e desejos próprios que podem divergir do caminho perseguido nesse texto. Logo, é preciso imaginar futuros possíveis, levando em consideração a divergência natural entre pessoas e a falta de comprometimento que até mesmo os apoiadores das pautas sustentáveis podem ter ao modificar seus comportamentos e padrão de vida pessoal.

4. Resultados – A sustentabilidade como construtora de futuros

Então, a partir do que foi sugerido por [10] sobre a construção de futuros possíveis, é necessário um comprometimento para gerar ações que, com o passar do tempo, possam ser consideradas como pontos de sustentação para o futuro perseguido ideal. Onde o potencial de mudança dessas ações pode ser constatado por uma análise ao redor do Antropoceno. O que permite que esse ciclo de ações empilhadas ao longo de um período tenha o potencial de oferecer mudanças ao planeta reforçando o protagonismo humano como gestor de recursos na Terra [1].

Por isso é importante destacar que o indivíduo é o único agente de mudança de sua própria vida. O que, mesmo com grande parte da população mundial ciente dessa realidade, implica na necessidade de perseguir uma melhora coletiva de hábitos, mesmo com a dificuldade relativa ao abandono de costumes insustentáveis representando uma âncora nessa transição. Já que a explicação sobre o rigor nas mudanças de hábito pessoais é pautada no egoísmo e niilismo [9]. Assim, ao serem confrontados sobre possíveis mudanças de hábito em prol de um futuro promissor, muitos são cooptados a permanecer em um loop constante de replicação de costumes. Que podem se relacionar a fenômenos sociais que influenciam o indivíduo, reforçando hábitos comportamentais e de consumo, como o “efeito manada” e o “*fear of missing out*” (FoMO). Dessa forma, as dúvidas sobre determinados comportamentos ou itens a serem consumidos são sanados por pessoas de autoridade na vida daquele ser [12], no caso do efeito manada. Já no FoMO, o processo de reforço de hábitos é realizado pela identificação do observante sobre o observado, que ao procurar pela aprovação de seu objeto/pessoa pode sofrer pela influência do estilo de vida documentado [13]. Logo, é perceptível, pelos fenômenos citados anteriormente e outros não contemplados nesse trabalho, que replicar padrões é mais fácil ao ser humano do que mover-se em direção a transformação.

Dessa forma, a aplicação de conceitos sustentáveis pode ser interpretada pelo ser humano como um ponto de estresse para a mudança. Logo, para que exista essa alteração de hábito é preciso entender, do ponto de vista dos autores desse texto, quais são as maneiras pelas quais o homem interage com o meio ambiente, explorando e/ou destruindo seus recursos em determinado período:

- Atividades de alto impacto destrutivo: podem ser causadas pelo homem por meio de guerras, processos extrativistas escravistas e similares, retratando a falta de respeito do ser humano à manutenção de ciclos naturais;
- Limitação da produção devido às legislações: pautam o limite produtivo de um trabalhador ou empresa baseado em índices ligados às condições de trabalho e impacto ambiental. Onde esse conjunto de regras tem a intenção principal de inibir a exploração de funcionários de base, estabelecendo ambientes e condições de trabalho mais adequados ao proletariado;
- O ponto de equilíbrio: em que existe o balanço entre extração e reposição de recursos, advindo do aprimoramento dos meios de produção e na redução, assim como estabilização dos impulsos consumistas;
- O quarto nível possui uma bifurcação decorrente de costumes ancestrais e de uma reação aos resultados do Antropoceno que são, respectivamente:

- O racionamento e estocagem: popular em países com períodos de colheita de alimentos limitados por interferências climáticas sazonais (inverno rigoroso, período de alagamento devido às chuvas, entre outros). Que busca atingir uma meta de produção para a sobrevivência de um determinado povo em períodos de adversidade regulares. Já que, na análise dos autores desse artigo, os habitantes atingidos por essas condições têm o costume, reforçado por gerações, de quais sacrifícios são necessários para a sobrevivência da sua comunidade;
- E a aplicação de conceitos sustentáveis: que busca retornar ao ponto de equilíbrio pela constatação posterior de um cenário catastrófico para a perpetuação da vida na terra. Onde, a premissa para a realização de transformações vem de diversos tipos de pessoas. O que compromete o emprego desses métodos é exigir a mudança de um conjunto de grupos que não tem a predisposição de colaborar entre si devido a divergências culturais, religiosas, entre outras. Sendo um ideal praticamente utópico a se alcançar. Que pode ser exemplificado pelas aplicações de algumas medidas como, simbiose industrial [7], redução da exploração de elementos naturais, aplicação de economia circular ou a alteração de métodos de produção [4], [5], [6].
- E a ausência de interação: que permite à natureza manter ou restaurar seu estado de abundância. Que pode ocorrer não só pela suposta extinção do ser humano, como também pela aplicação do racionamento e estocagem ou pelo emprego de conceitos sustentáveis em determinadas áreas do globo.

Onde, esse conjunto de comportamentos são categorizados de acordo com seu impacto ambiental versus o tempo necessário para atingir um resultado provável da alteração geológica correspondente (FIGURA 1).

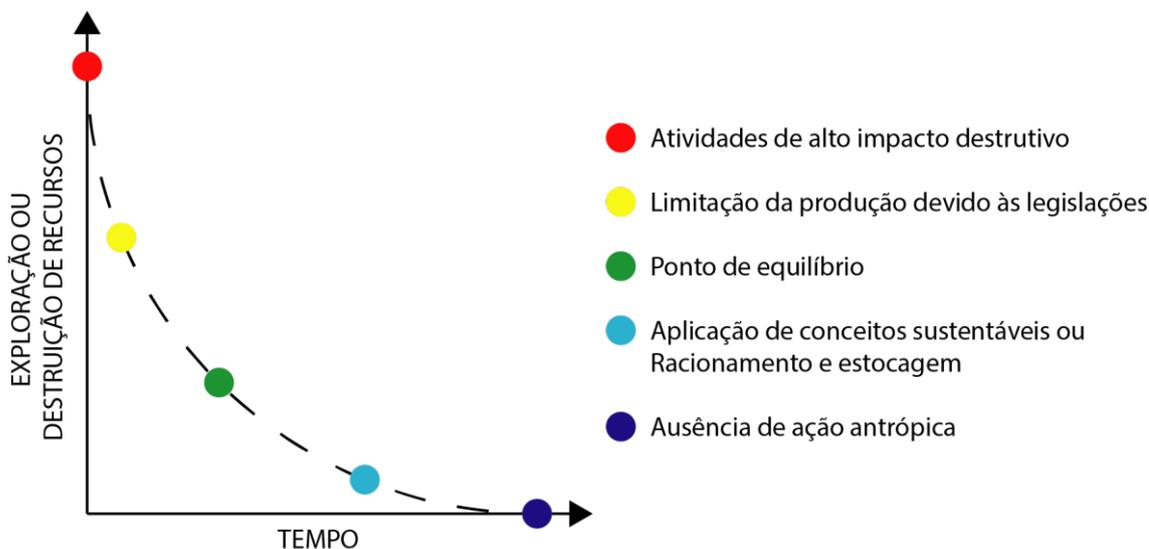


Figura 1: Relação do impacto antrópico no ambiente em relação ao tempo. Fonte: elaborado pelos autores

Logo, se forem considerados panoramas onde as ações humanas se adaptem a um desses trajetos, que comportam desde hábitos de restauração aos de destruição do meio ambiente, será possível contemplar a relação entre a produção, extração ou escassez de recursos com a passagem do tempo. Dessa forma, é possível cogitar os efeitos de uma possível guerra nuclear a nível mundial com as tecnologias projetadas hoje, ou dos efeitos da perpetuação da ausência da presença humana no planeta (FIGURA 2).

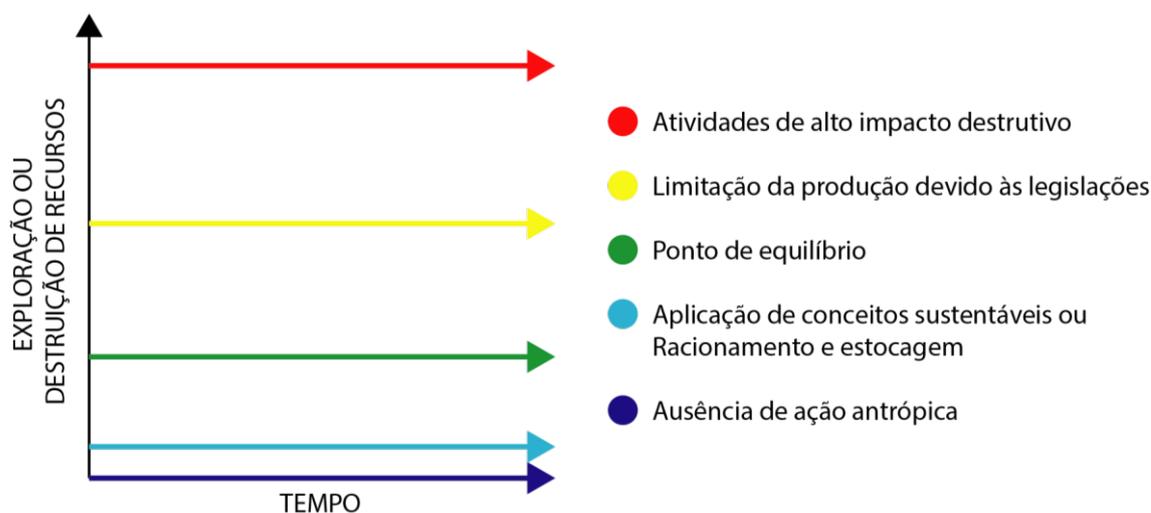


Figura 2: Perpetuação dos cenários hipotéticos no decorrer do tempo. Fonte: elaborado pelos autores

Então, ao se considerar o planejamento de futuros, a partir da perpetuação de determinado cenário, é possível compreender quais comportamentos devem ser modificados para a concretização de tal realidade. Por isso, a mudança de costumes a nível global é necessária. Pois com a aderência de um maior grupo de pessoas à hábitos que comunguem com princípios sustentáveis, mais suave será a transição da sociedade que ocupa a “Limitação da produção devido às legislações” a uma civilização que ocupa o “Ponto de equilíbrio”. Nesse primeiro panorama hipotético, a aplicação da sustentabilidade funciona como um catalizador de mudança, agilizando a transição entre a sociedade de produção e consumo moderna, linha amarela, e o “Ponto de equilíbrio”, linha verde (FIGURA 3).

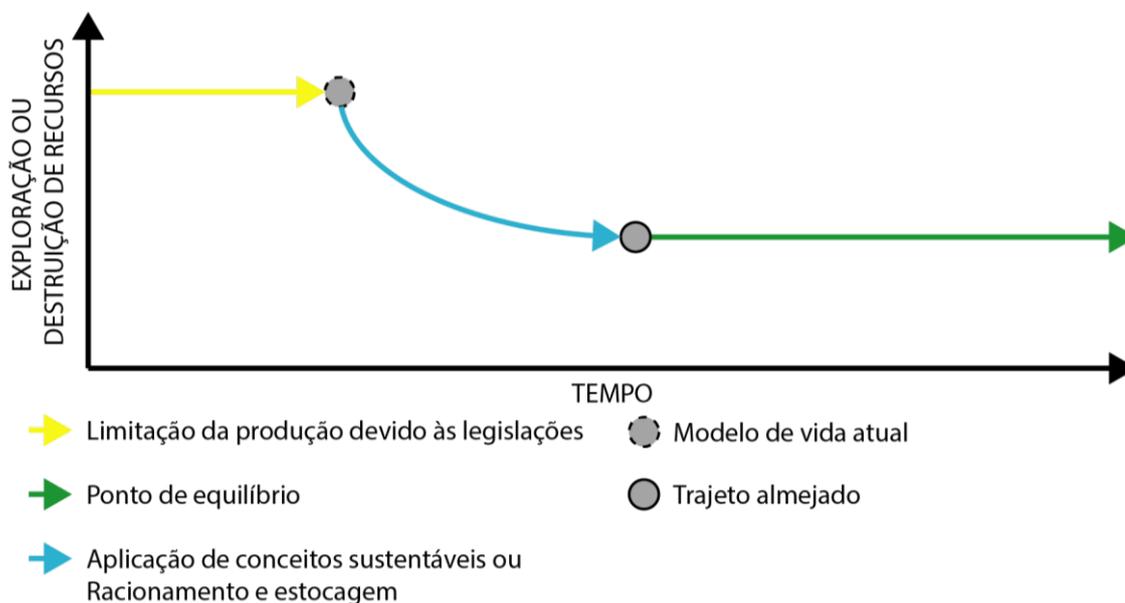


Figura 3: 1º Cenário de futuro possível. Fonte: elaborado pelos autores

Para o segundo cenário, é necessário levar em consideração que a diplomacia mundial não conseguiu entrar em um consenso quanto aos métodos e metas que devem ser implementadas e atingidas nos próximos anos, assim como o contexto de guerra global. Onde se percebe o problema, mas não existem ações concretas que permitam a raça humana tomar atitudes antes do colapso iminente, ilustrado pela linha do “Ponto sem volta” (FIGURA 4).

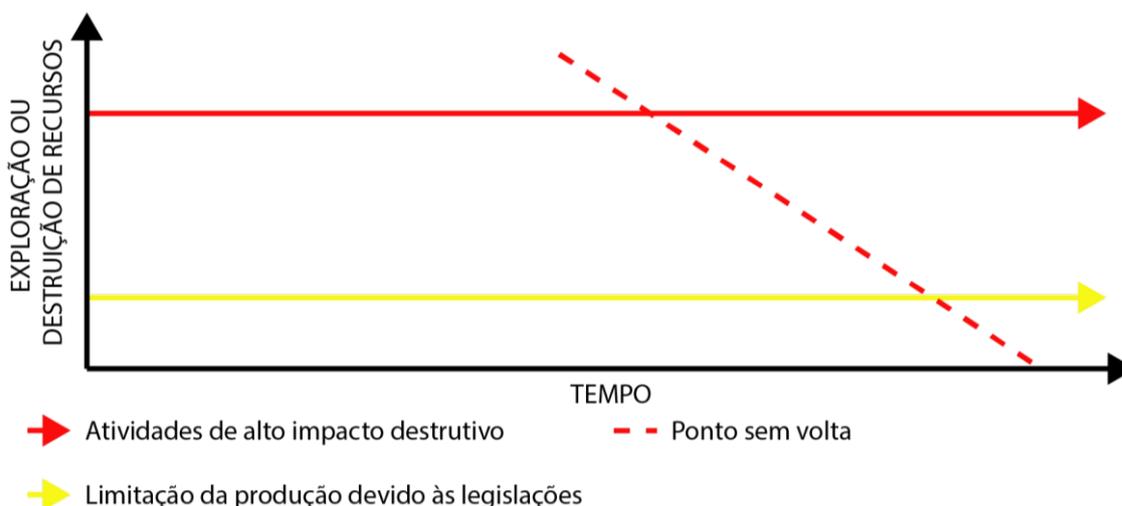


Figura 4: 2º Cenário de futuro possível. Fonte: elaborado pelos autores

O terceiro panorama, que parece o mais provável, parte da premissa de que já foi identificada a importância de mudar certos padrões de comportamentos da raça humana, causando alterações de hábitos que são replicados e repetidos de maneira praticamente global. No entanto, o desfecho permanece incerto. Então, neste cenário, considerado pelos autores do texto como sendo o atual, o planeta se encontra em grande parcela no segundo estado de interação homem e meio ambiente, linha amarela, visando o terceiro, linha verde, mas com altas chances de precisar adotar o quarto nível, linha azul-claro (FIGURA 5).

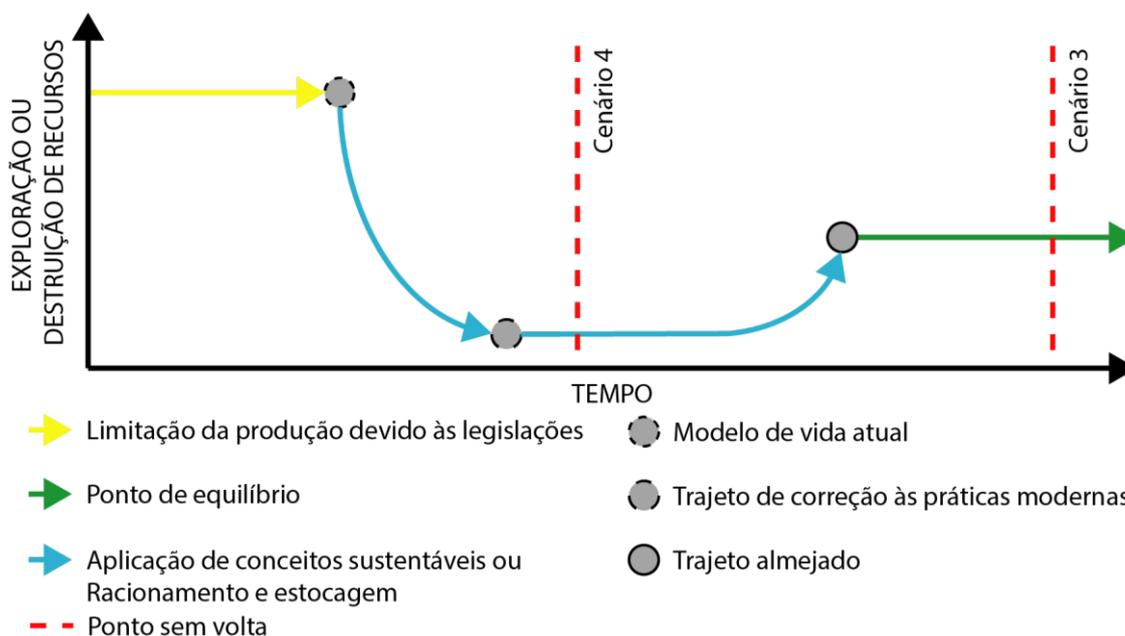


Figura 5: 3º e 4º Cenário de futuro possível. Fonte: elaborado pelos autores

Assim, a figura 5 ilustra, também, que ao se perseguir o ponto de equilíbrio, a raça humana acaba por mudar seus padrões comportamentais, como uma maneira de compensar pelo desgaste realizado ao planeta no passado. O que torna essa transição de costume nada orgânica. Transformando-a em um caminho árduo a ser vivenciado por aqueles que, talvez, contemplaram tempos de restrições em prol da perpetuação da sobrevivência humana. No entanto, a inconsistência sobre a projeção do “Ponto sem volta” torna essas visualizações de futuro indistintas, levando ao quarto cenário que, mesmo ao aplicar as mudanças, não resultam nos

efeitos desejados em decorrência do tempo escasso, devido ao desgaste acumulado sobre a Terra.

5. Conclusão

Dessa forma, o cenário que os autores consideram como mais provável é o ilustrado na figura cinco, onde o futuro permanece incerto. Já que não existe uma maneira confiável de compreender como o futuro se manifestará nesse panorama.

Assim, dependendo da proximidade do “Ponto sem volta” de colidir com a sociedade de consumo e descarte moderna. Que, mesmo dispondo de tempo para propor, aplicar e concretizar mudanças, é possível que os esforços não sejam efetivos, devido ao desgaste do planeta proveniente dos modos de produção, consumo e descarte. Mas, essa visão hipotética de futuro não deve privar a sociedade de mudar em prol da conservação do planeta, mesmo que exija da humanidade o prolongamento do período de práticas sustentáveis e a redução considerável do padrão de vida médio da população alcançado.

Com essa maneira de abordar o futuro por óticas divergentes, é possível perceber que as figuras três a cinco possuem um comportamento de fole. Onde as extremidades correspondem a passagem natural do tempo e a aproximação do “Ponto sem volta”. Já o centro corresponde apenas a uma projeção não muito precisa para o colapso do padrão de vida moderno. Logo, sem a mudança de costumes, o encontro entre a passagem do tempo e o “Ponto sem volta” será inevitável. Mas, ao se aplicar premissas sustentáveis, existe a possibilidade do “Ponto sem volta” se mover em paralelo a passagem do tempo, ou se distanciar vagarosamente dele. O que não exclui a possibilidade de piora dos hábitos contemporâneos de consumo, o que acelerará a compressão do fole.

Esta analogia busca transmitir o poder difundido em cada indivíduo para a implantação de uma mudança significativa na crise climática. Já que, o ser humano tem agência quanto às suas tomadas de decisão, não sendo sábio menosprezar o papel individual no gerenciamento de recursos terrestres. Uma vez que a iniciativa para uma alteração real deve partir da base da sociedade, ou seja, seus consumidores. Logo, com esse conjunto de mudanças é possível sinalizar para as indústrias que os modos de produção empregados estão ultrapassados, condicionando-os a adaptarem-se ao seu público-alvo. Onde esse conjunto de ações podem ser consideradas um efeito do Antropoceno no processo de preservação da Terra.

Também é importante destacar que o “Ponto de equilíbrio” tenderá aos costumes relacionados às práticas sustentáveis, ao racionamento/estocagem e a ausência do ser humano no local que será regenerado. Isso é algo natural devido ao tempo que o planeta necessita para começar e finalizar ciclos biológicos. Assim, a postura mais prudente é não apostar no cenário mais otimista. Pois, ao se desenvolver estratégias pensando em situações piores do que aquelas que realmente acontecerão, é possível produzir uma cadeia preventiva mais eficiente, não confiando apenas no potencial da Terra de suportar alterações geológicas resultantes de ações antrópicas.

Referências

- [1] MENDES, J. O “Antropoceno” por Paul Crutzen & Eugene Stoermer. **Anthropocenica. Revista de Estudos do Antropoceno e Ecocrítica**, v. 1, 2020.
- [2] SVAMPA, M. **As fronteiras do neoeextrativismo na América Latina: conflitos socioambientais, giro ecoterritorial e novas dependências**. Editora Elefante, 2020.
- [3] ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e design: arte e ciência da seleção de materiais no design de produto**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.
- [4] SANTOS, A; *et al.* **Design para a sustentabilidade: dimensão ambiental**. Curitiba, PR: Insight, 2018.
- [5] SANTOS, A; *et al.* **Design para a sustentabilidade: dimensão econômica**. Curitiba, PR: Insight, 2018.
- [6] SANTOS, A; *et al.* **Design para a sustentabilidade: dimensão social**. Curitiba, PR: Insight, 2019.
- [7] MANZINI, E; VEZZOLI, C. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2011.
- [8] PINHO, M; ZANDOMENEGHI, A. O consumo e descarte em excesso de produtos. In: **SDS 2023 IX SIMPÓSIO DE DESIGN SUSTENTÁVEL**, 2023, Florianópolis. ANAIS SDS 2023. Florianópolis: Grupo de Pesquisa Virtuhab/UFSC, 2023. v. 1. p. 301-312.
- [9] LIPOVETSKY, G. **A felicidade paradoxal: ensaio sobre a sociedade de hiperconsumo**; tradução Maria Lucia Machado. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.
- [10] HALSEN, J. Ethnographies of the Possible. In: **Design Anthropology: theory and practice**. Routledge, 2020. p. 180 – 196.
- [11] SCHULMANN, D. **O desenho industrial**. Tradução: Maria Carolina F. de Castilho Pires. Campinas, SP: Papirus, 1994.
- [12] CANTO, R; OLIVEIRA, S. A construção e a validação de uma escala para mensurar o efeito manada dentro de restaurantes e similares. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v. 13, n. 4, p. 116-136, 2019.
- [13] TANHAN, F; ÖZOK, H; TAYIZ, V. Fear of missing out (FoMO): A current review. **Psikiyatride Guncel Yaklasimler**, v. 14, n. 1, p. 74-85, 2022.

Impactos e desafios ambientais para o *smart clothing* no ciclo de vida: revisão do estado da arte

Environmental impacts and challenges on the smart clothing life cycle: a state of the art review

Fernanda de Oliveira Massi, Mestranda, Universidade Federal do Paraná

fernanda.massi@ufpr.br

Natalia Ferraz Reis, Graduanda, Universidade Federal do Paraná

nataliareis@ufpr.br

Aguinaldo dos Santos, PhD, Universidade Federal do Paraná

asantos@ufpr.br

Resumo

Apesar da potencialidade de *smart clothing*, que permite coletar e processar dados sobre condições e reações do usuário, do ambiente em que está inserido e se conectar com outros artefatos a sua volta, visando facilitar as atividades diárias e melhorar a qualidade de vida, os problemas ambientais já enfrentados pelo setor do vestuário podem ser agravados devido a incorporação de componentes eletrônicos nas roupas. O Design pode contribuir para reverter este quadro através de intervenções no âmbito do conceito destes produtos assim como nos serviços e sistemas associados. Este artigo apresenta uma revisão do estado da arte no tema, com ênfase na identificação dos principais impactos ambientais e desafios de *smart clothing* a partir da perspectiva do ciclo de vida do produto, com o propósito de contribuir para a qualidade informacional dos Designers envolvidos no projeto desta categoria de produtos.

Palavras-chave: Smart clothing; Impactos ambientais; Economia Circular;

Abstract

Despite the potential of smart clothing, which allows collecting and processing data about the user's conditions and reactions, the environment in which they are inserted and connecting with other artifacts around them, aiming to facilitate daily activities and improve quality of life, problems environmental issues already faced by the clothing sector can be worsened due to the incorporation of electronic components in clothing. Design can contribute to reversing this situation through interventions within the scope of the concept of these products as well as in the associated services and systems. This article presents a review of the state of the art on the topic, with an emphasis on identifying the main environmental impacts and challenges of smart clothing from the perspective of the product life cycle, to contribute to the informational quality of the Designers involved in the project of this product category.

Keywords: Smart clothing; Environmental impacts; Circular Economy;

1. Introdução

Os avanços tecnológicos computacionais em materiais e produtos permitem que o setor do vestuário vislumbre diversas possibilidades de produtos com tecnologias embarcadas. Como exemplo, tem-se o vestuário que possibilita a medição de sinais vitais e de condições de saúde, geolocalização, alerta de segurança quanto a situações de risco para o usuário, entre outros [1].

As roupas que podem detectar estímulos externos e responder a estes com base no processamento computacional de dados são chamadas de *smart clothing*, ou roupas inteligentes [1-2]. O conceito de *smart clothing* é caracterizado por incorporar componentes eletrônicos nos tecidos e nas peças como forma de coletar e processar dados sobre condições e reações do usuário, do ambiente em que está inserido e se conectar com outros artefatos e atores a sua volta, visando facilitar as atividades diárias do usuário e melhorar sua qualidade de vida [1]. Nessa categoria de produtos, o próprio tecido ou a roupa é o *wearable* e cumpre sua função com maior naturalidade e conforto de vestibilidade quando comparado ao uso de outros tipos de vestíveis, além de ter contato com uma área maior para monitoramento e interação com o corpo [3].

Apesar da potencialidade no setor do vestuário das tecnologias do tipo *smart*, ou inteligentes, sua incorporação demanda reflexão sobre os efetivos impactos ambientais, sociais e econômicos [4-5]. Sob a perspectiva ambiental, o setor do vestuário convencional já apresenta diversos impactos, alguns bastante severos, em todo o ciclo de vida do produto, desde a extração de matéria-prima até o descarte do produto [6]. Desta forma, o advento dos produtos eletrônicos vestíveis carrega o risco de ampliar ainda mais os impactos ambientais [4-7].

O potencial aumento no impacto ambiental no Smart Clothing decorre, principalmente, do perfil dos materiais utilizados e, também, da energia demandada na captura e armazenamento de dados. As roupas inteligentes diferem das roupas convencionais principalmente pelos materiais utilizados nesses produtos, para tornar as roupas inteligentes é necessário incorporar dispositivos eletrônicos e outros materiais não têxteis [1-4]. Segundo O’Nascimento [8], hoje em dia existe uma grande variedade de materiais que podem ser utilizados em projetos de *wearables* e roupas inteligentes, como materiais compostos por polímeros eletroativos e fotoativos, elastômeros, polímeros biorresponsivos, ligas com formato de memória, materiais cromogênicos e polímeros compósitos. A incorporação desses materiais faz com que seu processo de fabricação seja diferente das roupas convencionais, além disso, o seu uso também difere das características básicas de peças não tecnológicas, com isso, os impactos ambientais também diferem e precisam ser analisados de forma específica.

Na sustentabilidade, o caminho da prevenção é o mais adequado para se tratar dos impactos ambientais, além disso, a abordagem própria do Design para Sustentabilidade permite que o designer visualize antecipadamente todo o ciclo de vida do produto com base nos materiais e processos envolvidos, dessa forma também é possível prever os impactos ambientais do produto e tomar decisões que mitiguem esses impactos [9]. No caso de *smart clothing*, é importante investigar os impactos e desafios ambientais com base nessa abordagem uma vez que são produtos que ainda se encontram em fase de desenvolvimento e ganho de espaço no mercado, dessa forma se faz pertinente um estudo antecipatório.

Este artigo é um recorte de uma pesquisa maior acerca da sustentabilidade ambiental do fim de vida de *smart clothing*. Para compreender de forma ampla esse tipo de produto, esse artigo objetiva buscar na literatura existente quais são os principais impactos ambientais e desafios de *smart clothing* a partir de uma visão holística do ciclo de vida do produto.

2. Procedimentos Metodológicos

O presente artigo possui abordagem qualitativa, caráter exploratório-descritivo e natureza básica. Como forma de identificar temas relevantes, reunir informações preliminares para formulação do problema de pesquisa e palavras-chave para a próxima etapa de Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), foi realizada, inicialmente, uma Revisão Bibliográfica Assistemática (RBA). Em seguida, para levantar dados e analisar de forma crítica a literatura existente no tema, com o foco em identificar ênfases e conceitos principais envolvidos, conduziu-se a RBS.

Durante a RBA foi realizada busca nas bases de dados Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, Periódicos CAPES e Google Scholar, por publicações feitas de 2013 a 2023 com o foco em analisar a literatura sobre *smart clothing*, impactos ambientais e áreas correlatas que se fazem pertinentes neste estudo. Nessa etapa objetivou-se obter maior compreensão dos construtos envolvidos, relação entre eles e identificação de principais termos e autores.

O protocolo utilizado para conduzir a RBS foi proposto por Conforto, Amaral e Silva [10]. Esta etapa teve como foco compreender as informações *smart clothing* e impactos ambientais do ciclo de vida do produto. O protocolo de busca foi desenvolvido com base na questão “quais os impactos ambientais do ciclo de vida de *smart clothing*?”. O período de busca foi de 2018 a 2023 sendo que as buscas foram realizadas nas plataformas Google Scholar e Periódicos CAPES. As palavras chave a partir das quais foram gerados os strings de busca foram *electronic devices, electronic components, sustainability, clothing, fashion, garment, end-of-life, waste, wearables* e *smart clothing*. O âmbito da pesquisa foram os periódicos internacionais revisados por pares e produzidos na língua inglesa, sendo que para consideração no filtro 01 (título/resumo) foram considerados os 30 primeiros resultados em ordem de relevância a partir da aplicação das “strings” de busca. Como critérios de exclusão considerou-se a presença dos termos *material engineering, operational processes, digital fashion, business models* e outros termos não correlatos ao design.

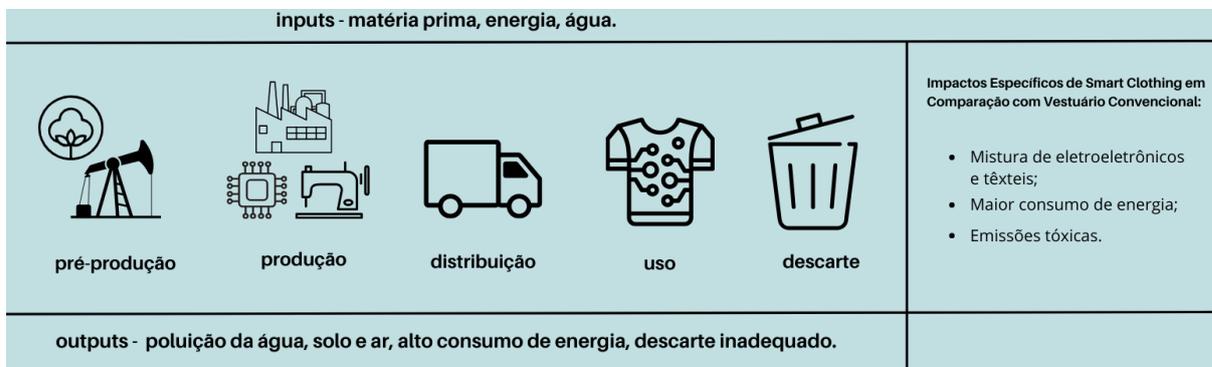
3. Resultados

Como forma de analisar com base no ciclo de vida do produto, os resultados da literatura consultada foram divididos de acordo com as etapas de pré-produção, produção, distribuição, uso, descarte e design, conforme representado na Figura 1.

4.1 Pré produção

A produção de componentes eletrônicos e tecidos requer grandes quantidades de energia e recursos para a confecção de Smart Clothing. Atualmente, nenhum país é capaz de produzir todos os materiais utilizados em produtos de ICT - Tecnologia da Informação e Comunicação - devido um número substancial de depósitos de minerais serem apenas encontrados em lugares específicos. [11].

Figura 1: Impactos ambientais do ciclo de vida de smart clothing.



Fonte: Autores (2024) com base em Velden, Kuusk e Kohler (2015).

Para a fabricação desses dispositivos elétricos é necessária uma mistura diversificada de metais ferrosos, não-ferrosos, cerâmicos, polímeros, placas de circuito impressos e mais de outras 1000 substâncias [12-13]. E além dessa extração dos materiais, há também o refinamento desses minérios, metais e polímeros que envolvem corte a laser, soldagem elétrica, galvanoplastia entre outros, e acabam gerando poluentes tanto no ar, água e solo [14].

A produção de tecidos e roupas também representa um desafio ambiental significativo, especialmente considerando que a indústria da moda é uma das mais poluentes do mundo. Segundo Gurova et al. [11], essa indústria é responsável por uma parcela considerável das águas resíduos globais, representando cerca de 20% do total, além de contribuir com aproximadamente 10% das emissões globais de carbono.

4.2 Produção

A sustentabilidade de um wearable inteligente, conforme enfatizado por Dulal et al. [7], depende da sustentabilidade individual de cada componente e dos seus respectivos processos produtivos. Os aspectos de produção de roupas inteligentes ao longo do seu ciclo de vida, desde a extração da matéria-prima até o descarte, podem ter impactos ambientais negativos, como o uso de recursos não renováveis e escassos, a contaminação da água, o gasto de energia e as emissões de gases de efeito estufa [4]. O nível de integração entre dispositivos eletrônicos e têxteis também influencia significativamente o impacto na produção de vestuário, não só permitindo a reciclagem e reutilização, mas também facilitando a limpeza, lavagem e atualizações tecnológicas. No processo usual de vestuário, conforme detalhado por Li et al. [14], envolve etapas como fiação, tingimento, corte, costura e acabamento.

Os produtos químicos são frequentemente utilizados para melhorar a estética e a usabilidade, resultando em poluição grave. Além disso, tanto durante o corte e costura quanto nas etapas de acabamento, há emissões significativas de dióxido de carbono, grande demanda pelo uso de água e produtos químicos perigosos [11]. A produção de componentes de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), conforme observado por Gurova et al., [11],

requer grandes quantidades de materiais tóxicos, como semicondutores, placas de circuito impresso e metais preciosos como ouro, prata, paládio, platina, metais básicos e metais pesados como chumbo, mercúrio, arsênico, cromo, entre outros [15]. Porém, essa combinação de materiais eletrônicos com têxteis pode resultar na geração de pó de fibra, toneladas de sucata metálica e restos de tecido [14]. Além disso, a incorporação de materiais e componentes eletrônicos torna o processo de fabrico global bastante diferente do vestuário convencional, implicando a utilização de cadeias de abastecimento globais e, portanto, uma maior procura de transporte.

4.3 Distribuição

A distribuição de roupas inteligentes envolve o transporte das fábricas aos locais de varejo e, por fim, aos consumidores. Porém, esse processo gera um impacto significativo ao meio ambiente, conforme destacado por Gurova et al. [11]. As emissões de carbono e a poluição atmosférica são consequências diretas, especialmente quando se utilizam modos de transporte dependentes de combustíveis fósseis, como caminhões e aviões. Simplificar as cadeias de abastecimento, utilizando instalações de produção locais são algumas sugestões propostas por Gurova et al. [11] para reduzir este impacto ambiental, uma vez que a complexidade e a extensão das cadeias de abastecimento, muitas vezes dispersas geograficamente, especialmente para a produção de têxteis e equipamentos eletrônicos, tornam estes desafios de distribuição uma preocupação ambiental crescente.

4.4 Uso

Ao utilizar roupas inteligentes, o impacto ambiental aumenta devido ao significativo consumo de energia necessário para mantê-las funcionando. Os componentes eletrônicos integrados nos têxteis inteligentes consomem mais energia em comparação com os dispositivos eletrônicos e vestuário comuns. Este aumento no consumo decorre da unidade adicional de comunicação e controle inerente aos dispositivos IoT inteligentes, exigindo um excedente de energia [16]. Como resultado, mesmo quando as tarefas são concluídas ou a roupa é desligada, a roupa inteligente continua a consumir energia, mantendo o sistema ativo remotamente. Esta maior procura de energia aumenta a pressão sobre a rede elétrica, que depende em grande parte da energia fornecida pelas centrais hidroelétricas. Estas plantas emitem gases com efeito de estufa, contribuindo para a poluição ambiental e para o aumento das temperaturas globais, exacerbando assim a subida do nível do mar [16].

Outro fator nesta fase é o descarte precoce de wearables devido à falta de familiaridade dos usuários. Segundo Ju et al. [17], os usuários muitas vezes enfrentam dificuldades em seus primeiros usos, o que pode gerar frustração e a percepção de que o produto não atende às suas expectativas ou de que não é necessário, levando à interrupção do seu uso. Além disso, a ausência de pontos de recolha adequados para descartar adequadamente as roupas inteligentes quando estas deixam de funcionar também é um desafio significativo [18]. Estes dois factores combinados contribuem para um impacto ambiental crescente.

Os aspectos funcionais dos têxteis e vestuário inteligentes são um componente crítico de utilização. Porém, essas funções não se traduzem em um apego usuário-produto mais duradouro, e os indivíduos ainda abandonam o uso dessas tecnologias devido a fatores que também se relacionam ao nível comportamental do design, como a dificuldade de manutenção e cuidado dos produtos e não encontrarem aplicação direta. dos dados coletados na vida cotidiana [19].

Especialmente para usuários leigos, a manutenção de roupas inteligentes pode afetar negativamente a facilidade de uso e se tornar um dos principais motivos para o comportamento insustentável do usuário. Além das atividades de cuidado e manutenção inerentes aos têxteis e vestuário tradicionais, como lavanderia, engomadoria e reparação (ou seja, costuras, botões, buracos, etc.), são necessárias novas atividades e competências de manutenção e cuidado para têxteis e vestuário inteligentes. Carregar, aceder e/ou armazenar dados recolhidos, requisitos de lavanderia especializados (ou seja, remoção de componentes de hardware, lavagem das mãos) podem ser exemplos de atividades novas e adicionais para manutenção e cuidados [19].

4.5 Descarte

Uma das principais etapas do ciclo de vida que envolvem preocupações com relação aos impactos ambientais é o descarte. Além das dificuldades já enfrentadas no setor do vestuário com o descarte de resíduo pós-uso, a smart clothing gera um novo desafio ambiental: o resíduo eletroeletrônico (REEE) proveniente das peças de roupas [4]. Os REEE são considerados uma mistura não homogênea e complexa de componentes potencialmente tóxicos [20-21].

As substâncias liberadas por REEE podem ser classificadas como perigosas e não perigosas, sendo as perigosas as que apresentam características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, incluindo metais pesados, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, poli dibenzofuranos, éteres difenílicos bromados e dibenzo-p-dioxinas policloradas; e as não perigosas incluem metais Cu, Se, Pt e Ag, entre outros [22-25].

Os principais materiais utilizados em *smart clothing* são sensores, fios e tecidos condutivos, microcontroladores, LED e telas de *display*, baterias, atuadores, conectores e cabos, antenas, módulos de conexão sem fio, materiais isolantes [8]. Apesar da miniaturização desses dispositivos para manter os requisitos de conforto, flexibilidade e vestibilidade, os componentes utilizados contém materiais potencialmente tóxicos e escassos [26], como uma gama de materiais de grande risco ao meio ambiente como chumbo, mercúrio, cádmio, cromo, retardadores de chama halogenados ou bromados, substâncias cloradas, bifenilos policlorados (PCB), hidrocarbonetos aromáticos policíclicos e gás de refrigeração [27-33] que se não descartados de forma correta podem impactar negativamente o meio ambiente e as diferentes formas de vida, incluindo a saúde humana.

No contexto do descarte, o próprio processo de reciclagem pode ser responsável por lançar no ambiente resíduos eletrônicos primários perigosos (Hg, Pb, Cd, PCBs e outros tóxicos secundários de REEE, incluindo hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, dioxinas e difuranos), que resultam principalmente na contaminação do solo e das águas, solubilização do solo, lixiviação e bioacumulação [34-35].

Para analisar o descarte é importante também compreender as formas de integração da tecnologia no vestuário, já que isso impacta nos desafios ambientais do produto e na forma como será desmontado e descartado. Existem duas formas de fazer roupas inteligentes pensando a partir do tecido: primeiro fazer o têxtil eletrônico (e-têxtil ou e-tecido) e depois produzir as roupas; ou fazer primeiro as roupas e depois incorporar a tecnologia nelas. A primeira abordagem geralmente resulta em produtos mais difíceis de desmontar, uma vez que os componentes eletrônicos podem ser incorporados diretamente às fibras e à estrutura têxtil [4]. Outra abordagem possível por se tratar de eletrônicos, é a possibilidade de criar circuitos e dispositivos utilizando diferentes materiais, que depois serão incorporados às roupas e tecidos, princípio relacionado ao movimento maker, ou é possível utilizar soluções prontas do fabricante apenas para serem integradas em roupas já fabricadas.

4.6 Design

O desenvolvimento de produtos através do design para a sustentabilidade envolve diversos aspectos, incluindo as etapas de pré-produção, produção, utilização e fim de vida, e a aplicação de estratégias de prevenção, minimização de ocorrência e mitigação de impactos ambientais já na fase conceitual de desenvolvimento de produtos [36]. No contexto da sustentabilidade ambiental, uma das possíveis contribuições do design reside justamente na possibilidade de projetar o artefato considerando todo o ciclo de vida antes de ser produzido, ou seja, existe a possibilidade de prever o impacto do produto antes que ele exista [37].

Ao prever os impactos do produto em cada aspecto que requer tomada de decisão, como seleção de materiais, processos e desempenho final, é possível aplicar, ainda na fase conceitual, estratégias que superem cada um dos impactos e tornem o produto mais adequado e com melhor desempenho. indicadores ambientais [37]. Lavabilidade, durabilidade, estética, facilidade de uso, programação, manutenção e atualização são itens que precisam ser considerados para não se tornarem motivos de descarte precoce desse tipo de produto.

4. Discussões

Ao analisar os impactos ambientais de *smart clothing* e comparando com o setor do vestuário convencional é possível verificar que esse tipo de produto amplia os desafios ambientais já existentes, uma vez que ocorrem os impactos em todas as etapas do ciclo de vida tanto do vestuário, quanto dos dispositivos eletroeletrônicos de forma conjunta. Portanto, podem ser identificados impactos ambientais negativos adicionais em todo o ciclo de vida do produto. Desde a extração de materiais na pré-produção, aos processos de produção, a *smart clothing* demanda a aplicação de materiais e procedimentos fabris diferentes dos têxteis convencionais, como por exemplo materiais tóxicos, semicondutores, placas de circuito impresso em metais preciosos como ouro, prata, paládio, platina, metais base e metais pesados como chumbo, mercúrio, arsênio, cromo, entre outros [15], fazendo com que os impactos ambientais dessas roupas não se restrinjam aos vinculados aos têxteis e aviamentos, mas se aproximem dos impactos de equipamentos eletroeletrônicos.

O uso e manutenção desses produtos também diferem da lavagem, secagem e passadoria dos produtos convencionais de moda, pois os equipamentos eletroeletrônicos presentes nas roupas demandam maior gasto de energia e água para seu funcionamento elétrico, além de demandar cuidado de limpeza específico para não danificar o equipamento. O descarte também apresenta-se como uma etapa problemática dentro do escopo ambiental, já

que a infraestrutura atual de reparo e reciclagem de vestuário e de equipamentos eletroeletrônicos não comportam produtos que integram vestuário e tecnologias eletroeletrônicas.

Apesar dos impactos negativos e a necessidade de um olhar holístico para o ciclo de vida para prevenir e lidar com os desafios ambientais, as *smart clothing* apresentam algumas vantagens em termos de sustentabilidade quando comparadas a outros *wearables* e equipamentos eletroeletrônicos. O principal benefício ocorre devido a miniaturização de componentes para adequar os dispositivos eletroeletrônicos para serem integrados nas roupas, dessa forma, uma função que seria executada por um dispositivo maior e com mais gastos de materiais, água e energia, pode ser realizada pela *smart clothing* com menos recursos.

5. Considerações Finais

Por fim, foi possível analisar os impactos de *smart clothing* a partir do conceito de ciclo de vida do produto, ressaltando aqui o potencial do design como abordagem de desenvolvimento de produto com consciência ambiental principalmente com relação ao produto baseado em tecnologias emergentes, que são as *smart clothings*. Além disso, o estudo antecipatório dos impactos e desafios ambientais desse tipo de produto pode contribuir com a mitigação de riscos e desenvolvimento de produtos intrinsecamente mais sustentáveis, uma vez que são produtos ainda não encontrados com amplitude no mercado e se encontram em estágio inicial de inovação.

O presente estudo contribui com a ampliação da pesquisa no Brasil sobre *smart clothing* e na compreensão dos impactos ambientais como forma de guiar o desenvolvimento de heurísticas e diretrizes para desenvolvimento destes produtos com base no Design para Sustentabilidade. O estudo também contribui com a consciência ambiental no campo do design, que além da teoria, deve abordar questões teóricas e de compreensão dos aspectos relacionados ao ciclo de vida dos produtos para desenvolver soluções sustentáveis, principalmente para produtos ainda em fase de exploração e com tecnologias computacionais incorporadas.

Para estudos futuros, recomenda-se a exploração de temas como impactos sociais e econômicos do ciclo de vida de *smart clothing*, assim como busca de soluções para os desafios encontrados na literatura.

Referências

- [1] JIANG, S. *et al.* **Applications of Smart Clothing: Brief Overview**. 2021. Communications in Development and Assembling of Textiles Products. 2. 123-140.
- [2] LEE, J.; KIM, D.; RYOO, H.-Y.; SHIN, B.-S. Sustainable Wearables: Wearable Technology for Enhancing the Quality of Human Life. **Sustainability**, v. 8, n. 5, p. 466, 2016. MDPI AG.
- [3] AHSAN, M. *et al.* **Smart Clothing Framework for Health Monitoring Applications**. Signals, v. 3, n. 1, p. 113–145, 2 mar. 2022.
- [4] KÖHLER, A. R. **Anticipatory eco-design strategies for smart textiles** : perspectives on environmental risk prevention in the development of an emerging technology. Delft Academic Press. 2013.

- [5] VELDEN, N. M. *et al.* **Life Cycle Assessment and Eco-Design of Smart Textiles: The Importance of Material Selection Demonstrated Through E-Textile Product Redesign.** *Materials and Design*, 2015, 313-324, 84.
- [6] FLETCHER, K., GROSE, L. **Moda & sustentabilidade: Design para mudança.** 1. ed. São Paulo: SENAC. 2012.
- [7] DULAL, M. *et al.* **Toward Sustainable Wearable Electronic Textiles.** *ACS Nano*, 2022, 19755-19788, 16(12).
- [8] O'NASCIMENTO, Ricardo. **Roupas inteligentes: Combinando moda e tecnologia.** São Paulo: Senac, 2020.
- [9] MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais de produtos industriais.** 1. ed. 2. reimpr. CARVALHO, A. Traduzido por: CARVALHO, A. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2008. Título original: Lo sviluppo di prodotti sostenibili: I requisiti ambientali dei prodotti industriali.
- [10] CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. DA. **Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos.** Trabalho apresentado no 8º Congresso Brasileiro de Gestão de Desenvolvimento de Produto, Porto Alegre, 2011.
- [11] GUROVA, O., MERRITT, T. R., PAPACHRISTOS, E., VAAJAKARI, J. **Sustainable solutions for wearable technologies: Mapping the product development life cycle.** *Sustainability*, Aalborg, 12, 20, 2020.
- [12] SHEVCHENKO, T.; LAITALA, K.; DANKO, Y. **Understanding Consumer E-Waste Recycling Behavior: Introducing a New Economic Incentive to Increase The Collection Rates.** *Sustainability (Switzerland)*, 2019, 11(9).
- [13] AKRAM, R. N. *et al.* **Trends of Electronic Waste Pollution and Its Impact on the Global Environment and Ecosystem.** *Environmental Science and Pollution Research*, 2019, 16923-16938, 26 (17).
- [14] LI, Q.; XUE, Z.; WU, Y.; ZENG, X. **The Status Quo and Prospect of Sustainable Development of Smart Clothing.** *Sustainability*. 2022, 14, 990.
- [15] GHULAM, S.; ABUSHAMMALA, H. **Challenges and Opportunities in the Management of Electronic Waste and Its Impact on Human Health and Environment.** *Sustainability (Switzerland)*, 2023, 15(3).
- [16] YUGANK, H., SHARMA, R., GUPTA, S. **An Aroach to Analyse Energy Consumption of an IoT System.** *International Joppurnal of Information Technology (Singapore)*, 2022, 2549-2558, 14(5).
- [17] JU, N.; LEE, N. **Consumer Resistance to Innovation: Smart Clothing.** *Fashion and Textiles*, 2020, 7(1).
- [18] VESKE, P.; ILÉN, E. Review of the End-of-Lide Solutions in Electronics-based Smart Textiles. **Journal of the Textile Institute**, 2021, 1500-1513, 112(9).
- [19] CHARTER, M.; PAN, B.; BLACK, S. **Accelerating Sustainability in Fashion, Clothing and Textiles.** [s.l.] Taylor & Francis, 2023.
- [20] WILLIAMS, I. D. **Global Metal Reuse, and Formal and Informal Recycling from Electronic**

and Other High-Tech Wastes. *Metal Sustainability*, p. 23–51, 19 ago. 2016.

[21] KUMAR, S. S.; CHAUHAN, A.; SARKAR, B. **Supply Chain Management of E-Waste for End-of-Life Electronic Products with Reverse Logistics.** *Mathematics*, 2023, 11(1).

[22] AWASTHI, A.; ZENG, X.; LI, J. **Environmental pollution of electronic waste recycling in India: a critical review.** *Environ Pollut*, v. 211, p. 259–270, 2016.

BAHERS, J.-B.; KIM, J. **Regional approach of waste electrical and electronic equipment (WEEE) management in France.** *Resources, Conservation and Recycling*, v. 129, p. 45–55, fev. 2018.

[23] BRASIL. Lei 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF, 03 ago.*

[24] ZHANG, K.; SCHNOOR, J. L.; ZENG, E. Y. **E-Waste Recycling: Where Does It Go from Here?** *Environmental Science & Technology*, v. 46, n. 20, p. 10861–10867, 3 out. 2012.

[25] ZENG, X., LI, J., STEVELS, A.L.N., LIU, L. **Perspective of electronic waste management in China based on a legislation comparison between China and the EU.** *Journal of Cleaner Production*, v. 51, p. 80–87, 15 jul. 2013.

[26] SRIVASTAV, A. L. et al. **Concepts of circular economy for sustainable management of electronic wastes: challenges and management options.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 30, 28 fev. 2023

[27] WIDMER, R. et al. **Global perspectives on e-waste.** *Environmental Impact Assessment Review*, v. 25, n. 5, p. 436–458, jun. 2005.

[28] SEPÚLVEDA, A. et al. **A review of the environmental fate and effects of hazardous substances released from electrical and electronic equipments during recycling: Examples from China and India.** *Environmental Impact Assessment Review*, v. 30, n. 1, p. 28–41, jan. 2010.

[29] DIAS, P., MACHADO, A., HUDA, N., & BERNARDES, A. M. . **Waste electric and electronic equipment (WEEE) management: A study on the Brazilian recycling routes.** *Journal of Cleaner Production*. 2018. 174, 7–16. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.219>>. Acesso em: 20 de julho de 2023.

[30] OLYMPIO, K. P. K. et al. **What are the blood lead levels of children living in Latin America and the Caribbean?** *Environment International*, v. 101, p. 46–58, abr. 2017.

[31] LECLERC, S. H.; BADAMI, M. G. **Extended producer responsibility for E-waste management: Policy drivers and challenges.** *Journal of Cleaner Production*, v. 251, p. 119657, 1 abr. 2020

[32] YONG, Y. S.; LIM, Y. A.; ILANKOON, I. M. S. K. **An analysis of electronic waste management strategies and recycling operations in Malaysia: Challenges and future prospects.** *Journal of Cleaner Production*, v. 224, p. 151–166, jul. 2019.

[33] PALANISAMY, KRITHIGA; SUBBURAJ, RAMPRADHEEP GOBI. **Integration of electronic waste management: a review of current global generation, health impact, and technologies for value recovery and its pertinent management technique.** *Environmental Science and Pollution Research*, v. 30, n. 23, p. 63347–63367, 14 abr. 2023.

- [34] LIU, H. et al. **E-waste recycling induced polybrominated diphenyl ethers, polychlorinated biphenyls, polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzo-furans pollution in the ambient environment.** Environment International, v. 34, n. 1, p. 67–72, jan. 2008.
- [35] SHEN, C. et al. **Dioxin-like compounds in agricultural soils near e-waste recycling sites from Taizhou area, China:** Chemical and bioanalytical characterization. Environment International, v. 35, n. 1, p. 50–55, jan. 2009.
- [36] SAMPAIO, Claudio P. *et al.* **Design para a sustentabilidade:** Dimensão Ambiental. Curitiba: Insight, 2018.
- [37] LEWIS, H.; GERTSAKIS, J.; GRANT, T.; MORELLI, N.; SWEATMAN, A. **Design + Environment:** a Global Guide to Designing Greener Goods. Sheffield: Greenleaf, 2001. 200 p.

Projeto centrado na atividade: o caso de um carrinho de coleta de recicláveis

Activity-centered design: the case of a recyclables collection cart

Douglas Gonçalves, Universidade Federal de Minas Gerais

gms.douglas@hotmail.com

Marcelo Alves de Souza, Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Minas Gerais

marceloas@ufmg.br

Resumo

O trabalho dos catadores é de essencial importância dentro do campo da reciclagem no Brasil. Para que tal trabalho tenha um grau de eficiência que promova uma rentabilidade financeira aos trabalhadores e cumpra seu papel ambiental e social, faz-se necessário a existência de instrumentos de apoio às atividades. O carrinho de coleta é um desses instrumentos, e tem sido um objeto de análise em diversas pesquisas. O presente trabalho se insere dentre essas pesquisas, e objetiva mostrar os resultados, ainda parciais, da análise ergonômica do trabalho realizado por grupos de catadores autônomos que atuam nas ruas de Belo Horizonte, e cuja atividade é mediada por carrinhos de coleta. Tal análise está sendo empreendida no âmbito de um projeto de pesquisa e extensão, que tem por objetivo final a construção de novos modelos de carrinho que atendam às necessidades do dia a dia dos catadores e às exigências de suas atividades. Essas necessidades e exigências são específicas para cada tipo de catador, e a consideração dessas particularidades no projeto tende a produzir instrumentos com maior apropriabilidade técnica.

Palavras-chave: Carrinhos; Catadores; Reciclagem; Análise Ergonômica do Trabalho; Projeto Participativo.

Abstract

The work of waste pickers is of essential importance in the field of recycling in Brazil. In order for this work to be as efficient as possible, providing financial returns for the workers and fulfilling its environmental and social role, it is necessary to have tools to support their activities. The collection cart is one of these instruments and has been the subject of analysis in various studies. This work is part of this research and aims to show the results, still partial, of the ergonomic analysis of the work carried out by groups of self-employed waste pickers who work on the streets of Belo Horizonte and whose activity is mediated by collection carts. This analysis is being carried out as part of a research and extension project, the ultimate aim of which is to build new cart models that meet the daily needs of waste pickers and the demands of their activities. These needs and demands are specific to each type of waste picker, and taking these particularities into account in the project tends to produce tools with greater technical appropriability.

Keywords: Carts; Waste pickers; Recycling; Ergonomic Work Analysis; Participatory Project.

1. Introdução

Desde o fim da década de 80 os catadores de materiais recicláveis começaram a ocupar um papel cada vez mais importante na reciclagem brasileira. No início da década de 90 surgem as primeiras associações e cooperativas de catadores (ACs) e nos anos 2000 esse modelo é expandido em todo país. Com a Lei nº 12.305/10 (Política Nacional de Resíduos Sólidos), além da priorização da reciclagem, foram reforçadas condições políticas e legais para que as ACs assumissem lugar central na operação dos sistemas públicos de gestão de resíduos (BRASIL, 2010). Porém, para a reciclagem (em especial nas etapas iniciais da cadeia: coleta e triagem), ainda não foram desenvolvidos todos os equipamentos e processos de trabalho adequados à natureza das atividades realizadas, comparativamente a outras tecnologias de tratamento do lixo urbano. Isso repercute na eficiência, qualidade e no custo da coleta seletiva, comprometendo a competitividade dessa alternativa (OLIVEIRA, 2010).

A equipe do Núcleo Alter-Nativas de Produção da Escola de Engenharia da UFMG (NAP) ao longo de sua história tem trabalhado no desenvolvimento de projetos de instalações, processos produtivos e equipamentos que sejam mais adaptados ao trabalho dos catadores, considerando a “apropriabilidade técnica” ou seja, o “pensar a concepção do conjunto de uma maneira que ajude efetivamente o homem em situação, mas também, e sobretudo, participar de uma produção, se não de uma humanidade desejável, pelo menos de um aspecto inerente a uma tal humanidade desejável” (THEUREAU, 2015). A partir dessa experiência acumulada, foi construído o projeto de pesquisa e extensão “Apropriabilidade técnica e desenvolvimento de instrumentos de apoio à coleta e triagem de materiais recicláveis em organizações de catadores” (APROTEC), que busca o desenvolvimento de instrumentos para auxiliar a coleta de materiais recicláveis, entre elas o carrinho de coleta de médio porte, cujo desenvolvimento será abordado neste trabalho.

O projeto APROTEC encontra-se em fase intermediária de desenvolvimento, onde já foram realizadas atividades em campo buscando produzir um primeiro diagnóstico das atividades que são objeto da pesquisa, e dos instrumentos que mediam a relação do trabalhador com suas tarefas. No presente trabalho, o objetivo será apresentar o histórico dos estudos e desenvolvimento do carrinho de coleta, que estão servindo de base em nosso projeto, bem como apresentar os primeiros resultados do trabalho neste projeto.

2. Procedimentos Metodológicos

As análises foram construídas a partir de metodologias participativas, servindo-se de abordagens e ferramentas para obtenção de informações e para a reflexão sobre os processos de produção e trabalho, incluindo condições ambientais e organizacionais. A aprendizagem constante, a junção dos conhecimentos dos especialistas e dos não especialistas - ou, mais precisamente, especialistas da prática - e a adaptação das diversas ferramentas utilizadas às características da população envolvida, formam o alicerce desses métodos. A principal referência metodológica utilizada no projeto é fundamentada na Ergonomia proveniente da corrente francófona, que busca favorecer uma consideração do trabalho real, e que caracteriza-se pelo objetivo duplo, de produção de conhecimento e de ação no mundo, orientada à transformação (GUÉRIN et al., 2001).

Foi realizada uma revisão de estudos produzidos em trabalhos anteriores pela equipe do NAP-UFMG, a fim de iniciar o processo atual de análise, retomando o fio das análises anteriores e seus resultados. Foi, pois, parte da metodologia uma revisão dos relatórios dos

projetos anteriores por parte da equipe, bem como da literatura mais recente acerca do desenvolvimento de equipamentos similares àqueles que são objeto desta pesquisa.

Além da revisão de estudos anteriores, foram realizadas análises da atividade de catadores em outras situações de trabalho, utilizando a metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (GUÉRIN et al., 2001) e a Abordagem da Atividade Futura (DANIELLOU, 2002a; DANIELLOU, 2002b). Nesse sentido, o projeto do carrinho se inscreve dentro do paradigma do “projeto orientado à atividade de utilização” (LIMA; RESENDE; VASCONCELOS, 2009), que insere o projeto na dimensão prática da relação sujeito-objeto que, por sua vez, estabelece critérios de projeto distintos, conforme o tipo de agente, e orienta a expressão das necessidades (em situações reais e de utilização efetiva) e a própria metodologia de concepção (participação da perspectiva da atividade).

Até o momento, foram realizadas observações globais das atividades, orientadas a partir da demanda construída. As técnicas e ferramentas usadas para levantar as informações são diversas, dentre as quais podemos citar: entrevista semiestruturada, observação direta, observação participante, verbalizações consecutivas e simultâneas, registro papel-lápis, gravações em áudio e vídeo (quando autorizadas), transcrição das verbalizações e interações verbais, análise documental, entrevistas em autoconfrontação, simulações e experimentações ergonômicas.

Essas observações globais da atividade orientaram o desenvolvimento de projetos de carrinhos, que foram prototipados, considerando diferentes situações, configurações de uso e necessidades. Os protótipos, em uma futura etapa do projeto, fora do escopo do presente trabalho, serão disponibilizados aos catadores, possibilitando observações sistemáticas de utilização, que fornecerão subsídios para um novo ciclo de desenvolvimento dos projetos dos carrinhos, cada vez mais adaptados ao trabalho real dos catadores.

3. Aplicações e/ou Resultados

Um dos propósitos do projeto, foi buscar o desenvolvimento de uma ferramenta específica e customizada, tendo como usuários em potencial um grupo de catadores que não fazem parte da maioria que compõem o perfil estatístico no Brasil, sendo ele composto por 70% de homens, tendo meia idade em sua maior parte (BOUVIER; DIAS, 2021). Pensando nisso, foi realizada uma visita a um grupo, que já era acompanhado pela equipe do NAP-UFMG desde de agosto de 2022, composto exclusivamente por mulheres que trabalham com reciclagem. O grupo de catadoras autônomas do “Condomínio 530” fica localizado em um conjunto habitacional no bairro Granja de Freitas, mesmo bairro da cooperativa Coopesol Leste - organização com a qual o grupo mantém parceria política e para comercialização conjunta. O grupo possui quatro integrantes, que realizam a coleta do material no próprio condomínio onde vivem, além de trabalharem nas ruas próximas à localidade do condomínio. Nesta primeira visita, foi realizado um acompanhamento em situação real dessa coleta, com observações globais da atividade e produção de verbalizações simultâneas.

O carrinho utilizado nas coletas é do modelo encontrado em supermercados, e, como ele não foi projetado para a realização de coleta, uma série de dificuldades surgem na realização do trabalho. As análises preliminares da atividade de coleta, com o uso desse tipo de carrinho permitiram elencar os seguintes problemas: 1) baixa capacidade do carrinho; 2) dificuldade na interação com o trânsito; 3) quebra frequente das rodas, devido à fragilidade de seu eixo; 4) dificuldade para diminuir a velocidade, parar e estacionar o carrinho, devido à falta de freio; 5)

baixa visibilidade, pelo disposição verticalizada da carga; 6) necessidade de constante ajuste do material alocado no carrinho, devido à falta de estabilidade da carga; 7) falta de equilíbrio em certos trechos mais acidentados; 8) manipulação acidental de materiais perfurocortantes no resíduo; 9) contato com vetores; 10) infecção nas unhas; 11) impregnação de odores nas mãos.

Segundo IIDA (2011), o trabalho pode ser classificado como estático ou dinâmico, onde no trabalho estático há uma predominância da contração isométrica, em que o corpo conserva por uma maior quantidade de tempo uma mesma posição, situação diferente do trabalho dinâmico, onde ocorre uma maior contração alternada dos músculos, aumentando o fluxo sanguíneo e a resistência corporal. No trabalho realizado pelas catadoras do 530, encontra-se majoritariamente uma ação dinâmica, onde há uma constante variação das ações corporais durante a atividade. Tal situação diminui a relevância de dados antropométricos estáticos, e potencializa a importância do entendimento do corpo no curso da ação, lidando com as múltiplas exigências, restrições e constrangimentos da atividade.

Os problemas elencados, levantados a partir da análise da atividade real de utilização, se tornaram as diretrizes para o desenvolvimento do projeto de dois modelos de carrinho, que possuíam, como distinção, o tamanho dos varais, que são as estruturas de condução do carrinho. No primeiro desenho, o carrinho possuía um varal menor, com cerca de 13cm de comprimento, e um maior, com aproximadamente 70cm. Já a segunda opção, contava com os dois varais menores, ambos com cerca de 13cm. A opção por manter as duas alternativas foi intencional por parte dos projetistas, a fim de testar, em uma futura simulação em escala real, junto com as catadoras, buscando obter elementos para a escolha da alternativa mais aderente à sua atividade.

No restante do projeto não há mais distinções, com os dois desenhos contando com um espaço interno suficiente para suportar um bag médio de 80cm de altura. Diferente do projeto desenvolvido por Oliveira, Mello e Mello (2011), onde o carrinho possui divisórias, que visam facilitar a separação no momento da coleta, no caso das catadoras do 530 parte do material é coletado sem separação prévia, e armazenado dentro de sacarias. A separação no momento da coleta não faz parte da atividade, uma vez que as catadoras contam com um espaço no condomínio destinado à triagem do material. O carrinho ainda conta duas rodas de borracha maciça, sem câmara de ar, com 20cm de raio. A opção pela roda sem câmara também vem da análise da atividade, que revela constrangimentos ligados à possibilidade de existir materiais perfurocortantes nos caminhos por onde passa o carrinho. O projeto ainda prevê a opção de se abrir a tampa traseira do carrinho, possibilitando a retirada do bag cheio com uma maior facilidade.

Como parte do trajeto realizado pelas catadoras se passa em vias públicas, o carrinho de supermercado acaba disputando o espaço com veículos motorizados. Com isso, torna-se fundamental que a dimensão do modelo desenvolvido não ultrapasse a de carros populares, possibilitando um transitar em conjuntos com outros veículos (RIBEIRO; DA SILVA, 2017).

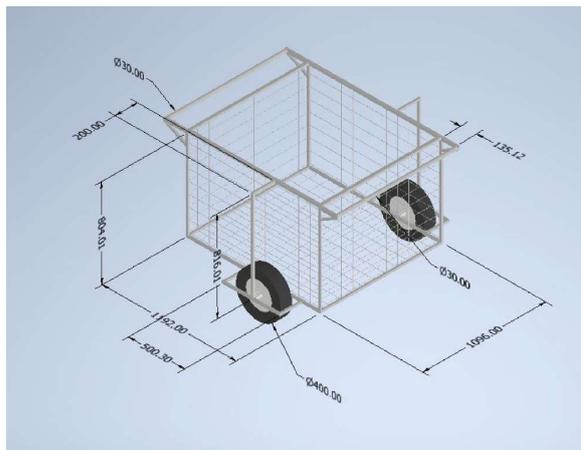


Figura 1: Modelo de carrinho com dois varais de tamanhos iguais. (Fonte: os autores)

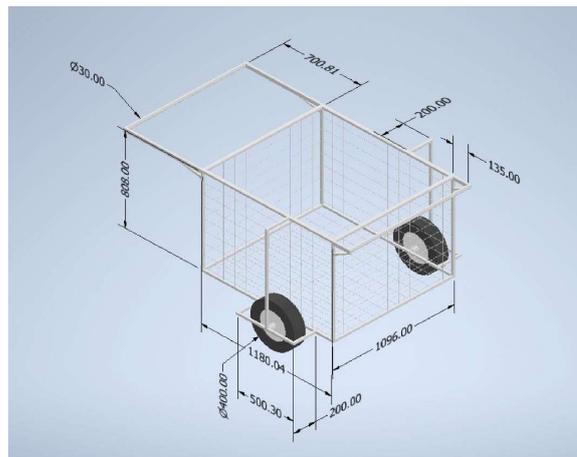


Figura 2: Modelo de carrinho com dois varais de tamanhos distintos. (Fonte: os autores)

Com o intuito de validar o projeto desenvolvido, a equipe do projeto planejou e preparou uma situação de simulação (BÉGUIN; WEIL-FASSINA, 2002), a ser executada junto ao coletivo de mulheres do 530. Dessa vez, o encontro foi realizado no galpão da Cooperativa Coopesol Leste, localizada também no bairro Granja de Freitas, algumas ruas de distância do condomínio 530. No galpão, foi realizado o exercício de simulação em escala real do carrinho projetado, conforme planejado, e em partes, uma experimentação ergonômica, buscando antecipar e tentar prevenir problemas que poderiam surgir com a prototipagem do modelo desenvolvido.

Para a realização do exercício de simulação, somente algumas ferramentas foram levadas ao encontro, como chave de fenda, serra, cola quente, etc. O objetivo foi utilizar os materiais disponíveis na própria cooperativa para construção de um mockup, que é um modelo representativo do carrinho em escala real, que mesmo emulando somente alguns de seus aspectos, funciona com um objeto intermediário capaz de possibilitar uma maior imersividade da situação de simulação (BÉGUIN; WELL-FASSINA, 2002).

O papelão coletado inicialmente foi cortado em quatro retângulos, dois com medidas de 120 x 80 cm e o restante com 110 x 80 cm. Os retângulos foram utilizados como a estrutura lateral da gaiola, posteriormente uma quinta peça foi cortada medindo 120 x 110 cm para servir como a base da gaiola. Os pedaços de cano PVC, foram utilizados como suportes nas extremidades para fixar as peças de papelão. Sua altura inicial poderia ser de 80 cm, sendo a mesma altura do carrinho sem as rodas, porém, eles foram cortados com aproximadamente 40 cm a mais visando simular as hastes para a fixação do bag.

A fixação de algumas partes do papelão, foram feitas utilizando cola quente. Para fixar a estrutura de PVC com o auxílio de um parafuso e uma chave de fenda, foram realizados pequenos furos na base dos quatro canos. Na base da gaiola foram feitos quatro furos com o mesmo diâmetro de cada cano e por baixo da base foi fixado um parafuso, de modo que o cano ficasse preso à base. Com a chave de fenda foram feitos pequenos buracos nas laterais da gaiola, onde foi usado o arame para prender essas partes aos canos. Após esse processo, quando o mockup foi erguido, notou-se que o fundo acabou ficando solto, fazendo-se necessário

adicionar fita adesiva e mais uma peça de cano pvc de aproximadamente 110 cm no meio do fundo da gaiola, fazendo com que a estrutura se mantivesse firme.

Com a estrutura da gaiola pronta, o próximo passo foi a construção das rodas, que também tiveram o papelão como matéria prima. Elas foram cortadas com um raio de 20cm, e para sua fixação foi feito um furo no centro da roda por onde foi passado um pedaço de cano pvc que foi preso com um parafuso.



Figura 3: Registro da simulação da situação de condução do carrinho. (Fonte: os autores)

Todo o processo de concepção do mockup contou com uma ativa participação das integrantes do grupo 530, que além de ajudar na construção, geraram diversas discussões que possibilitaram chegar em um modelo mais próximo às suas expectativas.

4. Análises dos Resultados e Discussões

Por meio das discussões realizadas durante a elaboração do mockup, foi possível posteriormente elaborar um novo desenho do carrinho de menor porte, incrementando as alterações que surgiram principalmente pela visão empírica dos catadores acerca do trabalho realizado, e também por suas expectativas pela nova ferramenta em concepção.

A prática de fazer a oficina de simulação, além de ancorada nos referenciais teóricos da Perspectiva Instrumental (FOLCHER; RABARDEL, 2007) e nos referenciais metodológico da Ergonomia de Concepção (BÉGUIN; WEIL-FASSINA, 2002; DANIELLOU, 2002b), foi também inspirada nos princípios da pedagogia da alternância, que, no campo da educação, busca ser uma metodologia coletiva, unindo a teoria com a prática, objetivando o desenvolvimento dos estudantes em diversos aspectos. Essa união da teoria com a prática também é observada na pedagógica freiriana, que propõe uma proximidade dos meios de ensino

com a comunidade e movimentos sociais, favorecendo o desenvolvimento no campo da pesquisa e da organização coletiva (FREIRE, 1986). De certa forma, ao trazer mais próximo da realidade o projeto, a partir do mockup, isso acaba fazendo desenvolver a própria atividade das catadoras.

Esses princípios também podem ser aplicados ao campo da concepção, já que a educação, na perspectiva freiriana, passa pelo conhecimento e respeito pelo o que o meio propicia como matéria prima, favorecendo um desenvolvimento sustentável. A escolha por construir a simulação com recursos disponíveis no território foi inspirada nessa perspectiva. Por isso, com o intuito de atingir esses aspectos durante o exercício de simulação, todo o mockup do carrinho foi construído utilizando basicamente dois materiais, o papelão e cano pvc, encontrados no próprio galpão.

No desenvolvimento do projeto, um dos pontos de destaque era a necessidade de possibilitar que duas pessoas pudessem manusear simultaneamente o carrinho durante a rota. A versão do projeto utilizada para prototipação possuía, assim, dois varais, um na parte traseira e um na dianteira, locais por onde as catadoras manobriariam do carrinho. O carrinho comporta uma bag média, e conta com hastes extensíveis nas quatro extremidades, que possibilita manter o bag aberto durante a coleta, para facilitar a colocação do material coletado. Pretende-se com isso otimizar o espaço e criar uma melhor visibilidade durante a condução. Para descarregar o material basta soltar a trava que prende a porta traseira do carrinho, transformando-a em uma rampa para facilitar a retirada do bag do carrinho. A figura abaixo ilustra a versão para prototipação do desenho do carrinho.

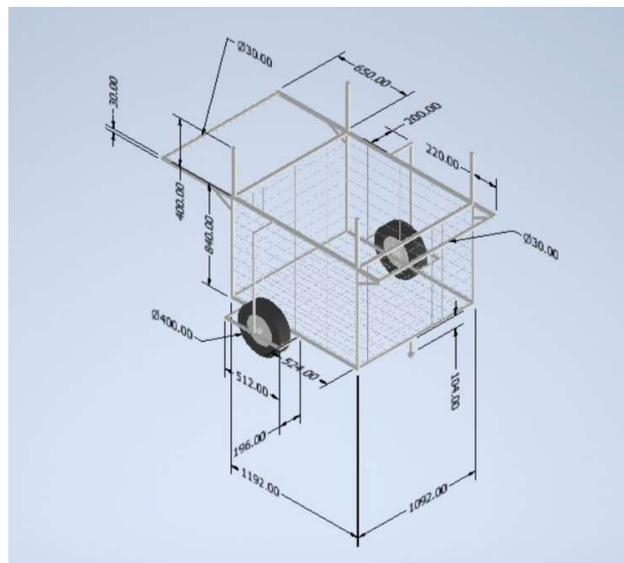


Figura 4: Modelo de carrinho após alterações sugeridas pela atividade de simulação.(Fonte: os autores)

5. Considerações Finais

O presente trabalho buscou sistematizar e analisar o processo de desenvolvimento de um projeto de instrumento, que pudesse atender as demandas que permeiam a rotina de trabalho das catadoras do condomínio 530. A partir do processo de simulação e das adequações feitas ao modelo desenvolvido, se torna possível em uma etapa futura do projeto, a realização da prototipagem do carrinho.

Como próximos passos, a equipe do projeto já planeja a realização de observações sistemáticas da atividade de utilização do protótipo fabricado, a partir da realização de testes em situações reais de trabalho, que possam colocar o projeto à prova da prática, permitindo, assim, avaliar criticamente a efetividade do projeto desenvolvido em sanar as diversas situações-problema encontradas durante o estudo desenvolvido e potencialmente abrir novos campos de possibilidades para continuar aperfeiçoando o instrumento.

Referências

BÉGUIN, P.; WEIL-FASSINA, A. Da simulação das situações de trabalho à situação de simulação. In: DUARTE, Francisco. Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ: Lucerna, p. 29, 2002a.

BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010). Brasília: Diário Oficial da União, 2010.

DANIELLOU, F. Análise da atividade futura e a concepção de instalações externas. In: DUARTE, Francisco. Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ: Lucerna, p. 29, 2002a.

DANIELLOU, F. Métodos em ergonomia de concepção: a análise de situações de referência e a simulação do trabalho. In: DUARTE, Francisco. Ergonomia e projeto na indústria de processo contínuo. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ: Lucerna, p. 29, 2002b.

GUÉRIN, F., KERGUELEN, A., LAVILLE, A. Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia. Editora Blucher: São Paulo, 2001.

FOLCHER, V.; RABARDEL, P.. Homens, artefatos, atividades: perspectiva instrumental. Ergonomia, v. 1, 2007.

FREIRE, Paulo. Educação como prática da liberdade. Editora Paz e Terra. Rio de Janeiro, 1986.

LIMA, F. P. A.; RESENDE, A. E.; VASCONCELOS, R. C. Condicionantes sociais do projeto de instrumentos de trabalho: o caso de uma bancada de inspeção. Production, v. 19, p. 529-544, 2009.

OLIVEIRA, F. G. DE. Processo de Trabalho e Produção de Vínculos Sociais: Eficiência e Solidariedade na Triagem de Materiais Recicláveis. Dissertação de Mestrado, p. 118. UFMG:Belo Horizonte, 2010.

THEUREAU, J. A hipótese da cognição (ação) situada e a tradição da análise do trabalho na ergonomia de língua francesa. In Lima, F. et al. (Orgs.). Conectando saberes. (pp.285–313). Fabrefactum: Belo Horizonte, 2015.

DIAS, S.; BOUVIER, M. Catadores de materiais recicláveis no Brasil: um perfil estatístico. WIEGO Women in Informal Employment: Globalizing and Organizing, 2021.

RIBEIRO, L, A; DA SILVA, M,M,P. Desenvolvimento de equipamento de tração humana para coleta e trans- porte de resíduos sólidos. Educação ambiental aplicada e desenvolvimento sustentável, 2017.

OLIVEIRA, P, G, B; MELLO, S, M; MELLO, C, H, P. Projeto conceitual de um carrinho para coleta de material reciclado em substituição às carroças de tração humana. XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUCAO, 2011.

IIDA, I. Ergonomia: projeto e produção. 2.ed. São Paulo: Edgard Blucher, p. 159-185, 2005.

Celulose bacteriana: aplicações com foco em alternativas sustentáveis *Bacterial cellulose: applications focusing on sustainable alternatives*

Camille Cristal Anastácio – UFJF

camille.cristal@estudante.ufjf.br

Lia Paletta Benatti, Dr.^a – UFJF

lia.paletta@ufjf.br

André Mol, Dr. – UFJF

andremol@gmail.com

Silvia Rezende Xavier, Me. - UFJF

silvia.xavier@ufjf.br

Resumo

Este artigo tem por objetivo investigar a celulose bacteriana como alternativa sustentável ao material de origem vegetal, explorando sua produção, caracterização e aplicações industriais. A pesquisa é qualitativa, aplicada e exploratória, com revisão bibliográfica e experimentos de cultivo de celulose bacteriana, utilizando chá preto, açúcar, bactérias ativas e Scoby, incubados por quatorze dias, quando, após ser submetido à lavagem, higienização e pré-secagem, o material é hidratado com glicerina. Mesmo quando obtidos cultivos insatisfatórios, foi possível propor aplicações para o material que, apesar do potencial comercial, carece de estruturação da sua cadeia produtiva. Conclui-se que a celulose bacteriana é um biomaterial promissor devido à sua biodegradabilidade e versatilidade.

Palavras-chave: Celulose bacteriana; Design; Sustentabilidade

Abstract

This article aims to investigate bacterial cellulose as a sustainable alternative to plant-based materials, exploring its production, characterization, and industrial applications. The research is qualitative, applied, and exploratory, involving literature reviewing and experiments on bacterial cellulose cultivation using black tea, sugar, active bacteria, and Scoby, incubated for fourteen days when, after washed, sanitized, and pre-dried, the material is hydrated with glycerin. Even with unsatisfactory cultures, potential applications for the material were proposed, although its commercial potential requires structural development of its production chain. It is concluded that bacterial cellulose is a promising biomaterial due to its biodegradability and versatility.

Keywords: Bacterial cellulose; Design; Sustainability

1. Introdução

Problemas ambientais resultantes da exploração de recursos naturais, como a produção de polímeros sintéticos e a exploração madeireira, por exemplo, aprofundam os impactos nocivos da atividade industrial no meio ambiente com consequências diretas para o desenvolvimento humano [1]. A busca por diferentes materiais de origens menos poluentes, com pegada de carbono reduzida e ciclos de vida projetados para reutilização ou biodegradação, são cada vez mais necessários para a diminuição dos impactos antrópicos, promovendo um movimento positivo em direção ao consumo mais consciente e movimentando a indústria numa trajetória mais sustentável.

A celulose, comumente encontrada na estrutura de plantas, é um polímero que se classifica como carboidrato ou polissacarídeo [2] e, quando retirado de plantas, não apresenta cristalinidade e pureza por estar associado a outras moléculas [3]. Muito utilizada na indústria, possui um processo de produção poluente e com resultados insatisfatórios em determinadas etapas. Devido ao tempo de plantio, colheita e transporte, a cadeia de produção da celulose advinda da madeira é lenta, passando por processos mecânicos e químicos para conseguir a pasta de celulose, seguido do alvejamento químico, onde muitos recursos são despendidos na obtenção deste material [4].

A celulose bacteriana, como material alternativo, traz versatilidade e biodegradabilidade, evitando danos ambientais quando descartado e podendo ser aplicada em diferentes cenários, como na indústria da moda, na produção moveleira ou na medicina, devido às suas propriedades específicas [3]. Diferente da celulose produzida por plantas, a celulose bacteriana é desenvolvida através do processo de fermentação em conjunto com leveduras e digestão de carboidratos por bactérias, produzindo filamentos translúcidos, tecidos em nível microscópico, constituído de celulose com alto grau de pureza, não possuindo etapas poluentes ou quimicamente perigosas [5].

O meio de cultivo comumente utilizado é a kombucha: mistura fermentada de chá verde ou preto (*Camellia sinensis*), uma fonte de glicose, como o açúcar cristal, e o líquido com bactérias ativadoras. Dentre os gêneros que a produzem estão: *Agrobacterium spp.*, *Acetobacter spp.*, *Azotobacter*, *Rhizobium spp.*, *Sarcina*, *Alcaligenes* e *Pseudomonas* [5]. Uma espécie conhecida por produção de celulose bacteriana em larga escala é a *Gluconacetobacter xylinus* (também conhecida como *Acetobacter xylinum*), sendo o organismo modelo para fermentação comercial [3]. A formação da membrana extraída da bebida kombucha, a celulose bacteriana, é a consequência da fermentação que acaba por estimular o crescimento da colônia de bactérias, distribuindo-as na superfície do líquido, formando uma estrutura orgânica macroscópica e biodegradável [6]. Possui como características principais afinidade à água, quando está em seu estado natural, e hidrofobia, quando em estado curado, ou seja, quando o tratamento da membrana estiver finalizado. Também possui elevada força tênsil, na ordem dos 200-300 MPa, como consequência do seu alto grau de cristalinidade [7].

Outros meios de cultura podem ser utilizados, caracterizando diferentes colorações e aspectos físicos e químicos, como os de translucidez. Chás como o de hortelã (*Mentha spicata*), hibisco (*Hibiscus rosa-sinensis L.*) e repolho (*Brassica oleracea var. capitata*) foram alguns dos diferentes substratos explorados nesta pesquisa.

Algumas iniciativas, majoritariamente privadas, vêm investindo nessa produção material, oferecendo essa opção sustentável para o mercado. A Ponto Biodesign, por exemplo, é um laboratório experimental de materiais desenvolvidos a partir de celulose biofabricada por bactérias e resíduos alimentícios. Trabalha na produção de biotecidos, intitulados de “fabtéria”,

que possuem aplicações como revestimento de calçados, estofamento de móveis e a confecção de embalagens biodegradáveis [8]. Outro exemplo é a Biofabricate, fundada pela designer de moda Suzanne Lee, iniciativa que utiliza a celulose bacteriana como base para seus produtos. “A Biofabricate é uma firma de inovações biomateriais sustentáveis que está ensinando empresas a utilizar tecnologias de base natural para criar um mundo material novo”, explica Lee [9].

2. Procedimentos Metodológicos

O projeto se caracteriza como estudo qualitativo, de natureza aplicada e exploratória. Com o objetivo de gerar conhecimentos para aplicação prática e dirigidos para solução de problemas específicos e de caráter experimental limitado, foram empregadas diferentes abordagens ao longo da pesquisa. Inicialmente, para revisão bibliográfica, adotou-se a técnica de fichamento descrita em Marconi e Lakatos [10].

Na segunda etapa foi realizado o processo de cultivo da celulose bacteriana seguindo a metodologia do curso Fabteria. O cultivo foi produzido a partir da mistura do chá preto, açúcar cristal, líquido de bactérias ativas e o Scoby, membrana de celulose bacteriana que vem acompanhada do líquido ativador, comprados da distribuidora The Kombucha Hub. A mistura de elementos permanece em cultivo estático durante quatorze dias, em local ventilado, sem incidência de luz direta e com temperatura entre 23-30°C. Ao final do processo é esperado que todo o chá e açúcar adicionado se convertam em líquido com bactérias ativas e será utilizado para recriar o processo. Após o período de incubação, o material é recolhido, lavado e higienizado (figura 1) para a realização da pré-secagem, que diz respeito a secar o material até reduzir metade de sua espessura, podendo ser em uma centrífuga ou à luz do sol. A seguir, foi realizada a hidratação da membrana com glicerina, espalhando-a por toda a extensão do material, deixando-a secar com exposição a uma fonte de vento constante até não sobrar glicerina residual.



Figura 1: Celulose bacteriana. Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

Após o cultivo, foi feita a análise do material e sugeridas aplicações práticas com levantamento produzido através da ferramenta criativa de mapa mental. O trabalho foi concluído com a redação do presente artigo.

3. Resultados

A espessura foi definida como parâmetro de êxito do cultivo da membrana de celulose bacteriana, tendo-se como referência, após quatorze dias em cultura, de 4 a 8 mm como bom resultado, e 2 mm para o material já finalizado.

Os primeiros cultivos obtiveram espessuras abaixo de 4 mm e como resultado, e menos de 1 mm após secagem e tratamento. Os fatores de destaque para tal declínio foram a falta de circulação de oxigênio pela caixa de cultivo e as baixas temperaturas, sendo resolvidos, respectivamente, pela realização de abertura maior na caixa para a passagem de oxigênio e pela transferência do cultivo para uma superfície de baixa condução de calor e proteção térmica. Para os próximos cultivos, com as correções já aplicadas, membranas de 6 e 7 mm foram recolhidas, com poucas variações em sua espessura ao longo de seus comprimentos. Após tratamento completo, ficaram entre 1 e 2 mm de espessura.

Após verificação dos materiais obtidos ao longo da pesquisa, notam-se semelhanças e diferenças em relação a características diversas. Quanto à uniformidade, todas as películas produzidas têm uma variação na espessura ao longo de sua extensão de, aproximadamente, 0,5 mm. Apesar da realização de investigação, não foi encontrado motivo sólido que explique o porquê de todas as películas, ainda que cultivadas em diferentes ambientes, caixas e sob diferentes condições climáticas e exposição à oxigênio, obtivessem variação de espessura, mesmo estando em um local planificado.

No quesito coloração, mesmo utilizando diferentes substratos para o meio de cultivo, sendo o principal a kombucha, todas as películas com até 4 mm finalizaram o processo translúcidas e com tons amarronzados. Mesmo as películas com maior espessura apresentaram transparência e também finalizaram com tons marrons. Houve variação de tonalidades associadas a diferentes concentrações ou processamento de chás, como a diferença de cor entre o chá verde e o chá preto além da variação de espessura que cada membrana possui. A translucidez do material também foi afetada pelas diferentes colorações e variações de espessura.

O cultivo em mistura de partes iguais de chá de hibisco e chá preto resultou em espessuras satisfatórias entre 6 e 8 mm. Foram testados também chás de hortelã e de folha de repolho roxo, que resultaram em espessuras insatisfatórias de menos de 1 mm. Com objetivo de obter diferentes colorações, o teste apontou que o material retorna às tonalidades terrosas quando é desidratado (figura 2).



Figura 2: Amostras de celulose bacteriana produzida com chá de hibisco (esquerda), chá de hortelã (ao centro) e chá de folha de repolho roxo (direita). Fonte: acervo dos autores, 2024.

Considerando que uma série de cultivos resultou em materiais de espessura menor que a esperada pelo processo (menor que 4 mm), seja pela baixa circulação de oxigênio ou pelo uso de chás inadequados, observou-se potencialidades de aplicação das películas mais finas.

Analisando o material por diferentes perspectivas, como translucidez, elasticidade, resistência, dentre outros, foi constatado que suas características físicas se assemelham a um filme, tendo o potencial de proveito semelhante aos filmes plásticos, como o pvc, tornando-se uma alternativa menos poluente, dando origem a um mapa mental de possíveis aplicações (figura 3).



Figura 3: Mapa mental com sugestões de aplicação do biofilme. Fonte: elaborado pelos autores, 2024.

Considerando que o material, apesar de ter uma textura característica, tem forte apelo por sua translucidez, ele acaba por ter uso potencial para proteção de telas. Quando aplicado na tela de *smartphone*, observou-se que mantém as características da tecnologia *touch* permitindo seu uso sob a película (figura 4).



Figura 4: Teste da película fina de celulose bacteriana sobre a tela de smartphone. Fonte: elaborado pelos autores.

A película, apesar de fina, preserva ainda propriedades de resistência, permitindo que, em menor tempo de produção, possa ser utilizada para construção de folhas de proteção para produtos diversos. Mesmo considerando que sua textura não é adequada para alguns usos, é importante ressaltar que a indústria faz um amplo uso de filmes plásticos para proteção de produtos diversos, sendo estas películas frequentemente descartadas após único uso. Neste

contexto, a celulose bacteriana apresenta amplo potencial de aplicação devido à sua alta degradabilidade.

Como resultados, um leque de possibilidades de produção e uso foram abertos, permitindo que a exploração individual de cada proposta possa ser trabalhada no futuro. Uma base qualitativa para a impulsão de pesquisas quantitativas quanto à avaliação das características de produção, modificando e complementando o processo de fabricação das películas, assim como uma base criativa para a exploração de novos produtos sustentáveis através do olhar e conceituação do design.

4. Discussão e conclusões

Em relação ao cultivo da celulose bacteriana, devido às disparidades de resultados, a necessidade da análise do material em diferentes espessuras incentivou o aprofundamento das aplicações, tornando o processo de pesquisa mais completo e detalhado, com um novo olhar para diferentes maneiras de produzir, tratar e utilizar as membranas, mesmo que mais finas do que o esperado no cultivo controlado. Porém, é importante ressaltar que a popularização do uso dos biomateriais não depende apenas de testes de aplicação, mas também de uma produção dentro de uma segmentação mercadológica.

Considerando os mercados de materiais poliméricos e têxteis, seus resultados prosperam à base de uma cadeia bem estabelecida dentro do setor comercial. Cadeias como a de tecido têm grande complexidade e se dividem em setores que interagem entre si, que vão do setor primário, como o cultivo do algodão, por exemplo, passando pelo setor secundário, onde acontece a transformação dos insumos e finalizados no setor terciário, através do comércio de vestuário [11]. Os biomateriais, por outro lado, não são ainda um setor participativo de uma cadeia de insumos e também não possuem um setor terciário estabelecido. Para se obter a celulose bacteriana atualmente, o próprio setor de vestuário, ou o consumidor, precisam fabricar o material, tratá-lo e utilizar em seu processo produtivo. Essa dificuldade de investimento e segmentação em toda uma cadeia de produção influencia diretamente na difusão de materiais sustentáveis, tanto como material quanto como conceito, privando aos consumidores o acesso a esses produtos. A falta de oferta não promove a demanda e o desconhecimento sobre a existência e as características do material não incentivam sua produção.

Para que haja crescimento da demanda e da oferta há a necessidade da estruturação do processo em uma cadeia, ou seja, seguindo a atual lógica do mercado, a segmentação do processo de produção do biomaterial. Começando pela criação de empresas transformadoras focadas na produção do material para venda, seguido de empresas especializadas no tratamento do material, sendo esse para um comércio específico ou diverso como fornecedores, finalizando a cadeia na comercialização do material em distribuição para empresas de varejo ou atacado, chegando, por fim, ao mercado em formatos comuns como rolos ou placas, acessível para atribuições quaisquer.

Pesquisas, como a do presente artigo, se popularizam cada vez mais, mas carecem de empreendimentos que possam oferecer ao mercado fornecimento de biomateriais, em especial da celulose bacteriana.

Referências

[1] SANTOS, K. O.; CORREA, S. J. Oficina de educação ambiental na casa do caminho: uma discussão a respeito da poluição do solo e poluição hídrica. In: TORRES, E. C. **Educação Ambiental e Geografia VI: Sensibilizações, práticas e desafios**. Londrina: Amazon, 2020.

- [2] SANTOS, V. S. O que é celulose? **Brasil Escola**, 2024. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-celulose.htm>. Acesso em: 01 abril. 2024
- [3] LAHIRI D., et al. Bacterial Cellulose: Production, Characterization, and Application as Antimicrobial Agent. **International Journal of Molecular Sciences**. 2021; 22(23):12984. <https://doi.org/10.3390/ijms222312984>
- [4] SOUZA, Maria C. C. Mercado de trabalho: abordagens duais. **Revista de Administração de Empresas**, Rio de Janeiro, vol. 18 (1), 59-69, jan./mar. 1978. <http://doi.org/10.1590/s0034-75901978000100006>
- [5] Urbina, L. et al. A review of bacterial cellulose: sustainable production from agricultural waste and applications in various fields. **Cellulose** **28**, 8229–8253 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10570-021-04020-4>
- [6] BOLZAN, P.; CASCIANI, D.; REGAGLIA, A. New perspectives in fashion sustainability through the use of bacterial cellulose. In: **Anais do Design Research Society 2022**. Bilbao, DRS. <https://doi.org/10.21606/drs.2022.793>
- [7] SHARMA, P.; MITTAL, M.; YADAV, A; AGGARWAL, N. K. Bacterial cellulose: nano-biomaterial for biodegradable face masks – a greener approach towards environment. **Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management**, v. 19, 2023, 100759. ISSN 2215-1532. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2022.100759>.
- [8] VERKKOMAKI, A. When biology and design meet. **Omuus**. When biology and design meet, 6 abr. 2020. Disponível em: https://omuus.com/when_biology_and_design_meet. Acesso em: 1 abr. 2024.
- [9] LEE, S. Por que "biofabricação" é a próxima revolução industrial. **TEDSummit 2019**. Julho, 2019. 1 vídeo (12 min). Disponível em: https://www.ted.com/talks/suzanne_lee_why_biofabrication_is_the_next_industrial_revolution?language=pt-br. Acesso em: 1 abr. 2024.
- [10] MARCONI, M. A; LAKATOS, E. M. **Fundamentos da Metodologia Científica**. São Paulo: Editora Atlas, 2003.
- [11] ROLIM, C. F. C. Efeitos regionais da abertura comercial sobre a cadeia produtiva do algodão, têxtil, vestuário: uma versão resumida. **Revista Econômica do Nordeste**, [S. l.], v. 28, n. Suplemento Especial, p. 185–206, 1997. DOI: 10.61673/ren.1997.2248. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/revista/ren/article/view/2248>. Acesso em: 1 abr. 2024.

**A CRIAÇÃO DE UM PROTÓTIPO DE BOLSA UTILIZANDO
TAMPINHAS DE GARRAFAS PETS E TECIDOS DESCARTADOS
PELA INDÚSTRIA TÊXTIL**

***THE CREATION OF A PROTOTYPE BAG USING PET BOTTLE CAPS
AND FABRICS DISCARDED BY THE TEXTILE INDUSTRY***

Larissa Araujo Silva, Estudante de Graduação de Design de Ambientes, Universidade Federal de Goiás

larissa_araujo2@discente.ufg.br

Raphaela Alves Ribeiro, Estudante de Graduação de Design de Ambientes, Universidade Federal de Goiás

raphaela_ribeiro@discente.ufg.br

Thaís Gabrielle Vieira Souza, Estudante de Graduação de Design de Ambientes, Universidade Federal de Goiás

thais_gabrielle@discente.ufg.br

Pedro Henrique Gonçalves, Professor Doutor do Curso Design de Produtos, Universidade Federal de Goiás

pedrogoncalves@ufg.br

Resumo

Este projeto visa a criação de uma bolsa eco-friendly, confeccionada a partir de tampinhas de garrafas PET e retalhos de tecido. A inovação reside no reaproveitamento desses materiais, comumente descartados, em um produto resistente e reutilizável. Com essa abordagem, pretendemos combater a poluição gerada pelo plástico e pela indústria da moda, dois notórios agentes poluidores que, juntos, são responsáveis pelo descarte de milhões de toneladas de resíduos por ano. Abordaremos a composição do produto, o design inovador, as técnicas de fabricação sustentáveis e os detalhes da implementação do projeto, destacando nosso compromisso com o meio ambiente e a moda consciente.

Palavras-chave: Plástico. Resíduo Têxtil. Design Sustentável.

Abstract

This project aims to create an eco-friendly bag, made from PET bottle caps and fabric scraps. The innovation lies in the reuse of these materials, commonly discarded, in a resistant and reusable product. With this approach, we aim to combat the pollution generated by plastic and the fashion industry, two notorious polluting agents that together are responsible for the disposal of millions of tons of waste per year. We will cover the composition of the pr

Keywords: Plastic. Textile Waste. Sustainable Design.

1. Introdução

Os plásticos, durante todo o ciclo de vida, constituem uma problemática relevante dentro da sustentabilidade pelos seus impactos gerados, seja no aspecto ambiental, social ou econômico (ZANUTO DE FREITAS, 2020)[1]. Desde o advento do século passado, o plástico emergiu como um desafio ambiental significativo, com projeções indicando um aumento contínuo em sua problemática. Paralelamente, a indústria da moda, seguindo uma trajetória similar à do plástico, tem se caracterizado pela obsolescência acelerada. Produtos têxteis, mesmo aqueles em condições adequadas, são frequentemente descartados por não mais corresponderem às tendências vigentes ou por apresentarem defeitos menores, contribuindo para a poluição ambiental de maneira comparável ao plástico. Portanto, é comum que o vestuário seja descartado com alta frequência, porém, a questão que não havia sido relevada até recentemente é o impacto causado ao meio ambiente pelo descarte desses itens no pré e pós-consumo. (TONIOLLO; ZANCAN; WÜST, 2015)[2]

Neste contexto, propõe-se a concepção de uma bolsa que integre plásticos recicláveis, especificamente tampas de garrafas PET, e tecidos que seriam eliminados, visando mitigar os impactos negativos decorrentes do descarte excessivo e inapropriado desses materiais. Este documento é estruturado em três seções principais: a primeira foca nos materiais empregados; a segunda realiza uma análise das propriedades do produto e do perfil do consumidor; e a terceira se dedica aos pormenores do processo produtivo e de execução do projeto.

2. Problemática

O mercado da moda, bem como as pesquisas realizadas sobre esse campo temático, incorpora de forma progressiva os preceitos da sustentabilidade. Se por um lado, a indústria têxtil e de vestuário ainda é uma das que mais poluem o meio ambiente, por outro, existe uma série de pesquisadores e eventos científicos que trabalham buscando por soluções para que o processo produtivo de novos produtos desse segmento seja cada vez menos prejudicial à esfera ambiental (SOARES JUNIOR et. al. 2023)[3]

De acordo com Niinimäki e Armstrong (2018) [4], a indústria da moda é classificada como um dos setores mais prejudiciais e exploradores do mundo, impactando significativamente o meio ambiente e as comunidades de trabalhadores, sendo importante estudos sobre a temática para a proposição de novas soluções dentro da temática.

2.1 Polímeros

Os polímeros são materiais encontrados em grande quantidade na indústria de plásticos, são macromoléculas e tem sua formação pela repetição de unidades menores. Devido às variadas possibilidades de combinação, é possível formar compostos com diversas características e propriedades. (MIGUEL, 2010)[5]. Os monômeros são a matéria-prima do polímero, possuem o estado líquido, sólido ou até mesmo o gasoso. Eles podem ser classificados em naturais (biopolímeros) ou sintéticos (artificiais).

Os polímeros sintéticos ou artificiais são produzidos em laboratório, em geral, de produtos derivados de petróleo. Os polímeros artificiais surgiram da necessidade de imitar os polímeros naturais. A partir deles é possível fabricar vários objetos, os quais usamos no cotidiano como o PVC (policloreto de vinila) usado em canos de esgoto e água; o PET (polietileno tereftalato) usado em garrafas de refrigerante e água; e o Neoprene usado na borracha de pneus de automóveis. As tampas de garrafas pet são feitas de polietileno tereftalato. Esta é uma resina de

polímero termoplástico que faz parte da família de poliéster. Esse plástico é utilizado pela facilidade de ser moldado e devido a sua resistência.

2.3 Indústria têxtil

Com a crescente industrialização no último século o setor têxtil se expandiu baseado em um novo estímulo ao consumo rápido de um produto que cada vez mais foi se tornando descartável, entretanto neste processo ocorre a degradação do meio ambiente principalmente nas etapas do processo de fabricação e após o consumo. (TONIOLLO; ZANCAN; WÜST, 2015) [2]

Na indústria de tecidos, as matérias-primas usadas podem ser tanto de origem natural quanto química. Os fios que provêm da natureza podem vir de origem animal, por exemplo a lã e a seda, ou vegetal como o linho, o rami e o algodão. Existem também os tecidos sintéticos como o poliéster que é composto por polímeros, os mesmos utilizados para produzir o pet, sendo assim um tipo de tecido plástico altamente resistente e durável.

Retalhos são restos de tecidos que sobram após a confecção de roupas ou de projetos de costura. Esses retalhos podem variar de cor, tamanho e tipo de tecido. Geralmente são descartados ou vendidos por quilo para que ganhem outra forma de uso. Muitos já utilizam o retalho como enchimento em almofadas, pufes, criação de tapetes e colchas entre outras coisas.

2.4 - Reciclagem

Se trata do processo de reaproveitamento de materiais descartados e possui como objetivo reintroduzi-los na cadeia produtiva com o intuito de que esses materiais continuem agregando valor e sejam reutilizados. É considerada uma das alternativas mais eficientes para tratar os resíduos sólidos. Possui como benefícios reduzir a dependência de matéria-prima in natura, reduzir a poluição, gerar atividade econômica ligada à economia circular, redução de custos na produção. As formas mais utilizadas são a reciclagem mecânica, a reciclagem química e a reciclagem energética. Faremos uso da reciclagem mecânica que consiste basicamente na coleta, separação, revalorização e transformação do material.

3. Procedimentos Metodológicos

3.1 Apresentação da ideia

A concepção do projeto iniciou-se a partir de pesquisas antecedentes, que incluíram a elaboração de biojoias com materiais similares aos empregados na matéria precursora deste conceito. O objetivo foi reutilizar tampas de garrafas PET e tecidos descartados, transformando-os em itens úteis e promovendo um ciclo de vida circular. Assim, bolsas fabricadas a partir dessas tampas poderão ser recicladas para a criação de novos produtos, caso sejam descartadas, devido à capacidade de reprocessamento do material.

O desenvolvimento de bolsas a partir de tampas de garrafas PET visa atenuar o impacto de dois dos principais poluentes globais: o plástico, responsável pela geração de aproximadamente 300 milhões de toneladas de resíduos anuais, dos quais cerca de 8 milhões de toneladas alcançam os oceanos e levam aproximadamente 400 anos para se decompor no meio ambiente; e a indústria da moda, que, segundo dados da Global Fashion Agenda, descartou cerca de 92 milhões de toneladas de resíduos têxteis nos últimos anos, com uma projeção de aumento de 60% para os próximos 8 anos, ultrapassando 140 milhões de toneladas (LUZ, 2022)[6].~

3.2 - Caso estrague, é possível consertar?

Por se tratar de um material bastante resistente seria muito difícil de se estragar, mas caso isso ocorra, dependendo do tipo de dano, a bolsa terá de passar novamente pela fabricação, pois devido a dureza do material seria muito difícil consertá-la, tal processo poderia acarretar um acabamento inferior ao desejado, o que torna mais viável a utilização do material para a fabricação de um novo produto. Para tal alternativa a fábrica poderá ser responsável por esse novo processamento incentivando o aproveitamento por parte dos clientes através de descontos em um novo produto, o que evitaria descartes inadequados.

3.3 - Análise sincrônica e Impactos

- Bolsa de couro: O processo de curtimento de couro resulta em grave poluição da água, que é liberada nos cursos de água e envenena o ecossistema. Além disso, a fabricação do couro exige muita água, são necessários mais de 15.000 litros para obter apenas mil gramas de couro.
- Bolsa de acrílico: Não são biodegradáveis e levam cerca de 400 anos para se decompor totalmente. Utilizam petróleo bruto, que pode levar ao esgotamento de combustíveis fósseis e poluição ambiental por escoamento. A produção também cria frequentemente óxido nitroso, que é um gás de efeito estufa.
- Bolsa de Tecido: Devido à utilização de inseticidas sintéticos, a sua produção causa problemas de saúde, contaminando solo, água e fauna. Além da demanda elevada de água. São consumidos de 7 mil a 29 mil litros de água na irrigação por quilo de fibra de algodão produzido.

Nesta etapa deve-se descrever detalhadamente sobre os procedimentos metodológicos utilizados durante a pesquisa e elaboração do trabalho, com a inclusão do delineamento ou estratégias utilizadas, bem como os instrumentos de coleta e análise de dados.

3.4 - Briefing

O briefing constitui um documento orientador para a realização de projetos, compilando dados cruciais para sua execução. Uma coleta de informações foi realizada por meio de uma pesquisa de mercado, resultando na obtenção de diversos dados relevantes que serão detalhados subsequentemente no Quadro 01.

Quadro 01: Pesquisa de Mercado

CATEGORIA	Vestuário
MATERIAL	Tampinhas de garrafas pet (polietileno tereftalato) e retalhos de tecido
PREÇO (sugerido na pesquisa)	Entre R\$ 100,00 e R\$ 200,00
IMAGEM DO PRODUTO NO MERCADO	Produto sustentável, inovador e reutilizável
DIFERENÇA DA CONCORRÊNCIA	Favorece a diminuição da poluição, material diferente, sustentável.
PONTOS POSITIVOS	Material resistente e sustentável
PONTOS NEGATIVOS	Caso quebre é necessária uma nova bolsa
IMPACTO AMBIENTAL	Eliminação de gases poluentes
PÚBLICO-ALVO	Público geral e pessoas que gostam de moda sustentável

Fonte: Autores.

3.5 - Requisitos do produto

Com a identificação dos componentes essenciais para a concepção do produto, observa-se que os objetivos para cada fase do projeto e seu desenvolvimento, originados da demanda do produto, resultaram nos requisitos a seguir ilustrados no Quadro 02.:

Quadro 02: Requisitos

REQUISITOS	OBJETIVOS	CLASSIFICAÇÃO
Bolsa sustentável	Recolhimento de plástico e tecidos descartados na natureza	NECESSÁRIO
Durabilidade	Resistente a quedas, arranhões e rotinas agitadas	NECESSÁRIO
Preço justo	Cobrança de um preço sugerido pelo cliente entre R\$100 e R\$200	DESEJÁVEL
Cores	Cores neutras	DESEJÁVEL
Formato	Um formato orgânico e usual	DESEJÁVEL
Praticidade	Leve e espaçosa	DESEJÁVEL

Fonte: Autores.

3.6 - Modelagem 3D

Foram feitas algumas análises para possíveis modelos, o conceito era que se tratasse de uma bolsa de mão, o modelo inicial foi pensado se inspirando nas bolsas baguetes muito populares nos anos 2000, modelo que tem voltado na atualidade. Foi feito um projeto de modelagem 3D para esse design, no entanto essa aparência foi descartada. Por fim, foi realizada a aplicação do design atemporal da bolsa clutch com alças, desenvolvendo uma nova proposta de modelagem 3D para saber se a mesma teria um visual interessante (Figura 1).



Figura 1 – Modelagem 3D do design inicial e modelagem 3D com vista do modelo final estando aberto e fechado. Fonte: Autores.

4. Etapas de Execução do Projeto:

Um aspecto crucial a ser abordado são os métodos empregados no decorrer da manufatura do produto. O procedimento é dividido em múltiplas etapas, cada uma demandando especialização laboral específica. É preciso enfatizar que se trata de um processo colaborativo

é quase 100% manual, que dificulta a ampliação da cadeia de empregabilidade e possíveis associações futuras.

Inicialmente, para este trabalho, ocorreu a aquisição dos materiais primários; no que tange às tampinhas, sendo assim, buscou-se associações cooperativas que trabalham com a coleta desses itens. Adicionalmente, foram visitados, pontos de arrecadação que eram estabelecidos em locais públicos para engajamento comunitário. Para a obtenção dos retalhos, foram visitadas pequenas costureiras para se coletar os materiais que seriam descartados.

Subsequentemente, realizou-se a categorização dos materiais por coloração, abrangendo tanto as tampas plásticas quanto os tecidos. Estes foram segregados e estocados de maneira organizada, otimizando a seleção no momento de uso. (Figura 02).



Figura 02 – Separação das tampas. Fonte: Autores.

Procedeu-se ao corte das tampas em fragmentos menores para posterior trituração. Em seguida, esses fragmentos foram dispostos em uma forma e submetidos a aquecimento, resultando em uma chapa plástica robusta. Durante essa fase, experimentou-se o uso de um soprador térmico e um ferro de passar para avaliar diferentes graus de derretimento e nivelamento da chapa, que variaram entre excessivamente espesso e demasiadamente fino. A decisão final pelo uso da forma deveu-se à obtenção de uma espessura mais adequada e à criação de uma textura diferenciada e expressiva, conferindo um valor agregado ao produto final (Figura 03). Posteriormente, as chapas foram cortadas conforme o molde do design almejado e, em seguida, submetidas a um processo de acabamento com lixa.



Figura 03 – Corte das tampas, derretimento, chapa obtida, teste com soprador e teste com ferro. Fonte: Autores.

No terceiro estágio, seguiu-se para a etapa de corte dos moldes após o resfriamento das chapas. Experimentos foram realizados utilizando tanto serra quanto alicate para determinar o instrumento mais adequado, culminando na escolha do alicate pela facilidade de

manuseio. Após a conclusão dos cortes, procedeu-se ao acabamento das peças, utilizando lixa e retífica. O acabamento alcançado foi considerado satisfatório, apresentando superfícies lisas, sem bordas excessivas ou fiapos (Figura 04).

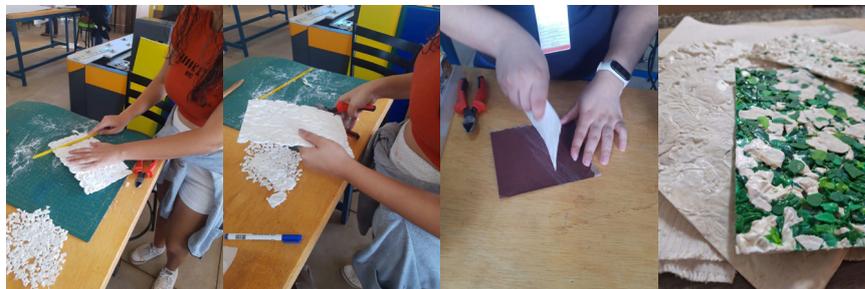


Figura 04 – Recorte da chapa com serra, corte com alicate, acabamento com lixa e resultado pós acabamento. Fonte: Autores.

Na quarta etapa, procedeu-se à seleção dos tecidos que mais se harmonizavam com as chapas, optando-se pelas tonalidades verde e creme. Seguiu-se o corte dos tecidos de acordo com o molde estabelecido, avançando-se então para a etapa de costura. Posteriormente, foi realizado o encaixe da base plástica, culminando com a fixação das chapas ao substrato têxtil. Para as alças, adotou-se um design entrelaçado, e um pingente de tassel foi acrescentado como detalhe decorativo (Figura 05).



Figura 05 – Escolha do tecido, corte do molde, costura e acabamento, preparação para fixação e resultado final. Fonte: Autores.

5. Análises dos Resultados e Discussões

Do ponto de vista técnico, observa-se que as expectativas delineadas na fase inicial foram atingidas. A peça adquiriu o formato projetado e um aspecto distintivo conforme antecipado. A textura alcançada na chapa plástica é notável; embora a intenção original fosse criar uma superfície lisa, percebeu-se que a preservação de texturas variadas conferiria maior interesse visual ao item. Os acabamentos alcançaram o padrão desejado, e a utilização do material inspirou a concepção de futuros produtos. A incorporação do tecido adicionou um toque de sofisticação à peça e aumentou sua flexibilidade, enriquecendo assim o seu valor (Figura 06)



Figura 06- Resultado final. Fonte: Autores.

6. Conclusão ou Considerações Finais

Este estudo ressalta a relevância do emprego de matérias-primas ecológicas e da reutilização de materiais poluentes, que normalmente acabam no meio ambiente. Ao incorporá-los em produtos de longa duração, como por exemplo, o protótipo de bolsa feita de materiais reciclados, contribuindo para um ciclo de vida mais sustentável e reduzindo esses resíduos da natureza. A implementação de produtos dentro do design circular no dia a dia é essencial para promover uma mudança positiva no setor e estimular uma reflexão crítica sobre questões ambientais.

Durante a fabricação, foram utilizadas entre 50 a 100 tampas por placa, totalizando 3 placas. Os retalhos resultantes do corte foram empregados na criação de novas placas, demonstrando o aproveitamento integral do material. A versatilidade do mesmo possibilitou o desenvolvimento de novos designs e a aplicação em diferentes tipos de objetos, revelando um leque de possibilidades durante o processo criativo. O tecido também foi adaptado para variados formatos e aplicações. O resultado final foi extremamente positivo, com todas as ideias propostas sendo plenamente realizadas, atendendo às expectativas das idealizadoras.

A transformação de materiais descartáveis em um produto duradouro e funcional apresenta uma abordagem inovadora para diminuir a poluição e fomentar a conscientização acerca da reciclagem. Mais do que gerar um item prático e visualmente agradável, este projeto sublinha a urgência de reavaliar nosso tratamento dos resíduos plásticos e têxteis. Em comparação com outras opções de bolsas que impactam negativamente o meio ambiente, a proposta se sobressai como uma alternativa ecologicamente responsável e de contínuo processo de aprendizado.

Referências

[1] ZANUTO DE FREITAS, I.; DOS SANTOS, A. P.; BRANDALISE, L. T.; FLOR BERTOLINI, G. R. OS SACOS PLÁSTICOS NA PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. Revista Metropolitana de Sustentabilidade (ISSN 2318-3233), São Paulo, v. 10, n. 3, p. 182–203, 2020. Disponível em: <https://revistaseletronicas.fmu.br/index.php/rms/article/view/2098>. Acesso em: 1 abr. 2024.

[2] TONIOLLO, Michele; ZANCAN, Piva, WÜST, Caroline. Indústria têxtil: sustentabilidade, impactos e minimização. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL PORTO ALEGRE/RS, Porto Alegre. Anais Porto Alegre: IBEAS – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais, p.1-5, 2015.

[3] SOARES JUNIOR, G., DANTAS, Ítalo J. de M., BATISTA, F. E. A., & SOUSA, J. O. . (2023). CONSUMO, PROCESSOS PRODUTIVOS E DESIGN DE VESTUÁRIO NA PERSPECTIVA DA SUSTENTABILIDADE – REVISÃO SISTEMÁTICA DOS ARTIGOS PUBLICADOS NAS 10 EDIÇÕES DO ENSUS: CONSUMPTION, PRODUCTION PROCESSES AND CLOTHING DESIGN FROM A SUSTAINABILITY PERSPECTIVE - SYSTEMATIC REVIEW OF ARTICLES PUBLISHED IN 10 EDITIONS OF ENSUS . IX Sustentável, 9(4), 143–156. <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2023.v9.n4.143-156>

[4] NIINIMÄKI, K.; ARMSTRONG, C. M. From pleasure in use to preservation of meaningful memories: A closer look at the sustainability of clothing via longevity and attachment. *International Journal of Fashion Studies*, v. 5, n. 2, p. 271-292, 2018. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/17543266.2013.825737>. Acesso em: 20 jul. 2023

[5] MIGUEL, José Jorge Pimentel. Estudo comparativo das propriedades térmicas e mecânicas do polipropileno reforçado com óxido de zinco, carbonato de cálcio e talco. Orientador: Wagner Mauricio Pachekoski. 2010. 83 f. Dissertação (Mestrado em Gestão e Tecnologia Industrial) – Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, Salvador, 2010.

[6] LUZ, Solimar. Indústria da moda é a segunda mais poluidora do mundo, aponta estudo. Agência Brasil. 2022. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/radioagencia-nacional/economia/audio/2022-10/industria-da-moda-e-segunda-mais-poluidora-do-mundo-aponta-estudo>. Acesso em: 06 de novembro de 2023.

Caracterização de Material Particulado de Madeiras de Pinus e Eucalipto

Characterization of Particulate Material from Pine and Eucalyptus Woods

Ithalo Amorim de Melo, mestre, IFAL.

ithaloamorim@gmail.com

Áurea Luiza Quixabeira Rosa e Silva Raposo, doutora, IFAL.

aurea.raposo@ifal.edu.br

Resumo

Este artigo teve como objetivo a caracterização de materiais compósitos de Pinus e Eucalipto provenientes de lixamento em empresa de beneficiamento de madeira em Marechal Deodoro/AL. Trata-se de estudo de pesquisa aplicada, tecnológica, descritiva e explicativa, com abordagem quantitativa-qualitativa. Para a caracterização físico-química do material particulado de Pinus + Eucalipto (MPPE), foram realizadas a Análise Granulométrica, a Fluorescência de Raios X, a Difração de Raios X e a Microscopia Eletrônica de Varredura. Os resultados revelaram que o MPPE é composto por partículas finas, apresentando estrutura lamelar e partículas aglomeradas.

Palavras-chave: Desenvolvimento Sustentável; Material Compósito; Tratamento de Fendas

Abstract

This article aimed to characterize composite materials of Pine and Eucalyptus derived from sanding in a wood processing company in Marechal Deodoro/AL. It is an applied, technological, descriptive, and explanatory research study with a quantitative-qualitative approach. For the physicochemical characterization of the Pine + Eucalyptus particulate material (MPPE), Granulometric Analysis, X-Ray Fluorescence, X-Ray Diffraction, and Scanning Electron Microscopy were performed. The results revealed that the MPPE is composed of fine particles, presenting a lamellar structure and agglomerated particles.

Keywords: Sustainable Development; Composite Material; Crack Treatment

1. Introdução

Os problemas ambientais têm provocado na sociedade preocupações sobre o desequilíbrio ambiental, e as discussões têm se destacado em várias partes do mundo em busca de soluções para o equilíbrio dos ecossistemas (Andrade; Silva, 2017) [1]. Em 2015, a ONU assumiu a responsabilidade de liderar a Agenda 2030, que colocou em discussão os conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável. A Agenda 2030 estabeleceu um plano de ação com base em quatro dimensões: desenvolvimento econômico, inclusão social, sustentabilidade ambiental e boa governança, incluindo 17 objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) e 169 metas. A Agenda 2030 traz à tona questões relacionadas à responsabilidade social, incentivando a interação entre organizações, empresários e cidadãos para ações voltadas às demandas sociais que visem melhorar as condições de vida das pessoas e a interação com o meio ambiente (ONU, 2024) [2].

A sustentabilidade refere-se à capacidade de manter determinada atividade ou sistema ao longo do tempo, sem comprometer a sua capacidade de continuar a produzir e atender às necessidades das gerações futuras. Em outras palavras, a sustentabilidade envolve a busca pelo equilíbrio entre os aspectos ambientais, sociais e econômicos de uma atividade ou sistema (Carvalho, 2019) [3].

O desenvolvimento sustentável consiste no modelo de desenvolvimento que busca atender às necessidades da geração atual sem comprometer a capacidade das futuras gerações de atenderem às suas próprias necessidades. Surgiu como resposta à crescente preocupação com os impactos ambientais negativos do modelo de desenvolvimento econômico tradicional sobre o meio ambiente e a sociedade. O desenvolvimento sustentável envolve a adoção de práticas e políticas que consideram não apenas os aspectos econômicos de determinada atividade, mas também os aspectos sociais e ambientais. Isso significa promover o uso sustentável dos recursos naturais, a redução dos impactos ambientais, a inclusão social e o respeito aos direitos humanos (Carvalho, 2019) [3].

Este artigo, derivado de pesquisa desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais do Instituto Federal de Alagoas (IFAL), Campus Marechal Deodoro/AL, aborda a importância do reprocessamento de material particulado de Pinus + Eucalipto (MPPE), tomando por referência o contexto produtivo de uma empresa alagoana, visto que esses materiais não são utilizados no processo de beneficiamento de origem, sendo destinados para aterros sanitários, incinerados em fornos, entre outras destinações finais ambientalmente adequadas. A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) define, no inciso VII do Art. 3º, as destinações finais ambientalmente adequadas:

VII – destinação final ambientalmente adequada: destinação de resíduos que inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do Suasa, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos (Brasil, 2010) [4].

Baseado na PNRS (Brasil, 2010) [4], o destino dos materiais particulados da empresa alagoana atende aos requisitos legais; no entanto, existem outras formas de destinação final ambientalmente adequada que poderiam ser adotadas no processo operacional da empresa, com a finalidade de contribuir com a redução do envio de materiais para essas unidades de tratamento, visto que os aterros sanitários possuem tempo de uso e esse tempo poderia ser

ampliado com a utilização de outros métodos que reduzem a sua carga ambiental, tais como reutilização, reciclagem e compostagem.

Outro ponto observado, que pode ser ajustado no processo de beneficiamento das peças de madeira da empresa local, foi o método de tratamento de fendas de madeira de Eucalipto, realizado por meio da aplicação de MPPE + adesivo acrílico à base de Acetato de Polivinila (PVA) e/ou de pastas acrílicas industrializadas. Esses métodos possuem etapas que geram materiais contaminados devido ao uso de produtos químicos considerados agressivos ao meio ambiente, como solventes químicos e materiais sintéticos.

Esses métodos de reparo e tratamento apresentam problemas ambientais locais quando analisados sob a perspectiva dos conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável apresentados. O tratamento de fendas pode causar impactos ambientais devido ao uso de produtos e materiais que, quando em contato com o meio ambiente, podem gerar danos ambientais. Isso gerou a demanda para se analisar o potencial técnico do material particulado de Pinus + Eucalipto (MPPE) quanto às suas características físico-químicas, visando a aplicação em material compósito para tratar as fendas da madeira de Eucalipto. A relevância dessa pesquisa se justificou face às problemáticas ambientais encontradas no processo produtivo da empresa alagoana e à busca por soluções técnicas para reduzir o uso de materiais sintéticos e o envio de resíduos para unidades de tratamento.

O reprocessamento de material particulado proveniente do processo de beneficiamento das madeiras reflorestadas de Pinus e Eucalipto mostrou-se alinhado com os ODS 15 (vida terrestre), ODS 12 (consumo e produção responsável) e ODS 9 (indústria, inovação e infraestrutura); pois pode contribuir para reduzir o desmatamento de áreas de proteção ambiental (ODS 15.2), incentivar empresas a adotar políticas sustentáveis (ODS 12.6), reduzir o envio potencial de materiais para locais inadequados (ODS 12.c) e tornar processos industriais mais limpos (ODS 9.4) (ONU, 2015). Os ODS 15, 12 e 9 também estão relacionados aos princípios da economia circular, já que se trata de reduzir o desperdício de recursos naturais e materiais e promover o reprocessamento de materiais secundários para minimizar os danos ambientais causados.

2. Procedimentos Metodológicos

Esse estudo deriva de pesquisa aplicada, de natureza tecnológica, descritiva e explicativa, cuja abordagem metodológica foi quantitativa-qualitativa (Will, 2012) [5]. Para Santos (2018) [6], estudos de natureza descritiva buscam estabelecer o estado da arte de determinado tema, a fim de analisar e integrar o aprendizado obtido com pesquisas anteriores à solução do problema da pesquisa. Como procedimentos metodológicos, a pesquisa utilizou: pesquisa bibliográfica e documental, estudo de caso e pesquisa experimental. A pesquisa experimental foi delineada em sete etapas. A primeira etapa, composta pela revisão bibliográfica, foi realizada visando a fundamentação teórica. A segunda etapa consistiu na coleta de dados *in loco* do processo de beneficiamento da madeira de Pinus e Eucalipto, durante a qual foram coletados os dados e realizado o diagnóstico ambiental. Na terceira etapa, foi realizada a coleta do MPPE. A quarta etapa consistiu na caracterização do MPPE em laboratório a partir dos ensaios de análise granulométrica, microscopia de varredura, difração de Raios X, fluorescência de Raios X e densidade. Na quinta etapa, foram definidas as composições das amostras que foram submetidas aos ensaios tecnológicos. Na sexta etapa, foram moldados os corpos-de-prova para os ensaios tecnológicos. Por fim, a sétima etapa compôs-se pelos ensaios tecnológicos de resistência à compressão e flexão. Este artigo

apresenta os resultados da quarta etapa da pesquisa experimental, relacionada aos ensaios de caracterização.

Para a obtenção dos materiais particulados de Pinus e Eucalipto, foram realizadas visitas técnicas na oficina de beneficiamento de madeira, para fins de levantamento e identificação dos métodos operacionais da empresa alagoana, que está localizada às margens da Rodovia AL-101 Sul, na cidade de Marechal Deodoro-AL, bem como para a coleta da amostra MPPE.

Durante as visitas, constatou-se a existência de problemas ambientais decorrentes do processo produtivo. A fim de analisar os impactos ambientais gerados pelas atividades, foi realizada uma avaliação qualitativa dos aspectos ambientais, utilizando o método de Matriz de Interação ou checklist descrito por Moreira (1985) [7], conforme estabelecido na Resolução CONAMA nº 01/1986. O objetivo principal dessa avaliação foi fornecer subsídios para a tomada de decisão sobre o processo produtivo e as soluções técnicas que seriam compatíveis para melhorar as atividades operacionais e para mitigar os impactos ambientais identificados, cujos resultados encontram-se sintetizados no estudo de Melo (2023) [8].

Os materiais particulados de Pinus e Eucalipto foram coletados e enviados para análise em laboratórios técnicos. Em seguida, as amostras de MPPE passaram por ensaios de Análise Granulométrica (AG), Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV), Fluorescência de Raios X (FRX) e Difração de Raios X (DRX). A caracterização físico-química ocorreu nos Laboratórios de Solos do IFAL, Química do IFAL, e CTGAS-ER, SENAI em Natal-RN. A densidade foi determinada após secagem em estufa eletrônica da SolidSteel, no Laboratório de Materiais do IFAL, *campus* Maceió.

3. Resultados

Os resultados e discussões apresentados neste artigo foram gerados por meio dos ensaios de caracterização do MPPE, com o intuito de obter informações sobre suas características físico-químicas.

3.1. Análise Granulométrica

A amostra do MPPE foi pesada em balança eletrônica, com 500g; e, em seguida, foi inserida no conjunto de peneiras com malhas de: 4,80 mm; 2,40 mm; 1,20 mm; 600 mm; 300 mm e 150 mm, conforme apresenta a Tabela 1. A Tabela 1 foi elaborada com base na ABNT NBR 248 (ABNT, 2003) [9] - “Agregados - Determinação da composição granulométrica”, adaptada para materiais particulados de madeira de Pinus e Eucalipto.

Tabela 1: Peneiramento.

Peneiras	Massa Retida (g)	% Retido
4,80 mm	6,468	1,44
2,40 mm	6,574	1,30
4,80 mm	8,695	1,71
600 mm	13,114	2,59
300 mm	115,681	22,80
150 mm	159,156	31,37

Fundo	181,930	35,86
-------	---------	-------

Fonte: Melo (2023) [8].

Com base na Tabela 1, pôde-se constatar que o MPPE apresentou composição heterogênea, com a presença de materiais fibrosos e particulados. Essas diferenças na composição do material estão diretamente relacionadas com sua origem, já que os particulados são gerados em diferentes etapas do processo produtivo na oficina. A presença de materiais heterogêneos no MPPE pode ter impactos significativos no processo de beneficiamento, visto que diferentes tipos de partículas podem apresentar comportamentos distintos durante as etapas de produção.

De acordo com a Tabela 1, o material retido na peneira de 2,40 mm tem origem na fase de cortes com ferramentas e/ou máquinas que raspam as peças de madeiras de Pinus e Eucalipto. Na peneira de 1,20 mm, ficaram retidos materiais provenientes da fase de cortes com ferramentas que possuem lâminas com espessuras menores que a retida na peneira anterior. Na peneira de 600 µm, o material retido apresentou características de transição da fase de fibras para particulados, visto que esse material foi proveniente da etapa de cortes das peças de MPPE com serra. Na peneira de 300 µm, ficaram retidos materiais com granulometria fina, provenientes dos serviços de cortes e lixamento. Na peneira de 150 µm, ficaram retidos os materiais particulados provenientes de serviços de lixamento manual e/ou mecânico com lixas que possuem granulometrias pequenas. Por fim, os materiais que ficaram no fundo do conjunto de peneiras também são provenientes dos serviços de lixamento.

O ensaio de peneiramento permitiu identificar que o MPPE possui característica granulométrica fina, devido ao maior percentual de material ficar retido na peneira com abertura de 150 µm. Convém destacar que, após a conclusão do processo de peneiramento, foi constatado que 8,380 g do material foram dispersos, em função da densidade do MPPE. Esse resultado evidencia a importância de se considerar a densidade do material em processos de separação por peneiramento e em outras etapas do processo produtivo.

Dessa forma, pôde-se concluir que o processo de peneiramento do MPPE foi executado de acordo com as normas estabelecidas pela ABNT NBR 248 (ABNT, 2003) [9], o que garante a precisão dos resultados obtidos. O ensaio permitiu a identificação das características granulométricas do MPPE, que são fundamentais para a definição de estratégias de processamento mais eficientes.

3.2. Fluorescência de Raios X (DRX)

O resultado da análise química semiquantitativa em percentual (%) de peso em óxido da amostra analisada encontra-se apresentado na Tabela 2.

Tabela 2: Resultado da análise química semi-quantitativa da amostra.

Óxido	(%)
Cr ₂ O ₃	30,02
As ₂ O ₃	14,58
Si O ₂	12,03
Fe ₂ O ₃	11,35

CaO	11,25
Al ₂ O ₃	8,03
CuO	7,30
K ₂ O	2,69
SO ₃	1,83
TiO ₂	0,76
ZnO	0,16

Fonte: Melo (2023) [8].

De acordo com a Tabela 2, após o ensaio de DRX, foi identificada na amostra a presença de óxido de cromo (Cr₂O₃) e trióxido de arsênio (As₂O₃). Esses compostos químicos são considerados tóxicos e carcinogênicos, porque apresentam características que podem afetar negativamente a saúde humana e o meio ambiente (Lau, 2020) [10]. O cromo hexavalente (Cr⁶⁺) é capaz de penetrar no organismo por meio da ingestão, inalação ou contato com a pele e pode causar danos genéticos, mutações, danos ao fígado, rins e pulmões, além de estar associado a diversos tipos de câncer, como câncer de pulmão, próstata e estômago (Lau, 2020) [10].

Observa-se que o Cr₂O₃ e o As₂O₃ são substâncias comumente empregadas na etapa de tratamento químico da madeira de Eucalipto, conhecida como tratamento preservativo. Essa técnica tem como objetivo aumentar a resistência e a durabilidade da madeira, protegendo-a contra a ação de agentes biológicos, como insetos, fungos e cupins. Esses compostos químicos são utilizados como parte dos produtos preservativos à base de cobre cromatado e arseniato de cobre cromatado (CCA). O CCA é o composto químico que contém cobre, cromo e arsênio, sendo frequentemente empregado na indústria madeireira para a preservação de madeiras (Cabral; Raposo, 2011) [11].

Na análise de DRX, foram identificadas as presenças dos compostos químicos carbeto de silício (SiC) e dióxido de silício (SiO₂) na amostra do MPPE. A presença de SiC e SiO₂ na amostra do MPPE pode estar relacionada com o processo de tratamento da madeira de Pinus e/ou Eucalipto ou com o processo de beneficiamento das peças de madeira. A fase SiC não foi encontrada na composição da madeira de Pinus e Eucalipto, pois o SiC é um composto sintético produzido industrialmente a partir de sílica (Si) e carbono (C) em altas temperaturas, que geralmente não é encontrado na natureza (Rovedder Jr *et al.*, 2021) [12]. No entanto, é possível que a amostra tenha sido contaminada no processo de lixamento das madeiras com os grãos abrasivos das lixas. De acordo com a ABNT NBR 15230 (ABNT, 2023) [13], as lixas são revestidas com camadas compostas por partículas e ligas abrasivas que podem incluir óxido de alumínio (Al₂O₃), carbeto de silício (SiC) e alumina-zircônia.

Já a presença de SiO₂ na madeira de Pinus pode estar relacionada com a incorporação de Si durante o processo de silicificação da madeira, que é o tratamento químico utilizado para melhorar a durabilidade e as propriedades mecânicas da madeira. Nesse processo, o Si é adicionado à estrutura da madeira, formando uma rede de Si dentro das células da madeira (Rovedder Jr *et al.*, 2021) [12]. A madeira de Eucalipto pode conter SiO₂ na composição, que é um composto comum encontrado na natureza, incluindo em plantas, como o Eucalipto. A quantidade de SiO₂ na madeira de Eucalipto pode variar, dependendo de fatores como o tipo de solo e o clima em que a árvore cresceu. A presença de SiO₂ na madeira pode ter algumas implicações para sua qualidade e usabilidade, mas geralmente não é considerada prejudicial (Oliveira; Pinto Junior, 2021) [14].

3.3. Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV)

A Figura 1 ilustra imagem gerada no MEV para o MPPE. Foi gerada 1 (uma) micrografia eletrônica das amostras de MPPE, com magnificação de 502x e escala de 100 μm . A imagem capturada no MEV forneceu dados importantes para a compreensão da composição do MPPE.



Figura 1 : MEV da superfície do MPPE com magnificação de 502x. Fonte: Melo (2023) [8].

As características das fibras de Pinus e de Eucalipto são bastante distintas. No entanto, na imagem gerada, foi possível observar a união dessas duas madeiras, resultando em material composto com estrutura combinada. Através das micrografias geradas no MEV e ilustradas na Figura 1, foi possível observar características como a distribuição, a aglomeração, os aspectos da superfície e o formato das partículas. Essas informações foram importantes para a caracterização do MPPE.

As micrografias revelaram a interação entre as fibras de Pinus e Eucalipto, destacando a compatibilidade entre as duas espécies no material composto. Observou-se que as fibras de Pinus, conhecidas por possuir maior flexibilidade e menor densidade, se entrelaçavam com as fibras de Eucalipto, que apresentaram maior rigidez e densidade. Essa combinação resultou em material com propriedades mecânicas melhoradas, como maior resistência e durabilidade.

4. Análises dos Resultados ou Discussões

Durante as observações realizadas na imagem do MEV, constatou-se que o material em questão consiste em particulados finos, confirmando os resultados da análise granulométrica, com superfícies irregulares e formato lamelar, conforme pode ser verificado na Figura 1. Essa característica resulta em área de contato maior para o material, o que pode facilitar a formação de material composto. Essas formações podem atuar como pontos de apoio,

permitindo a ligação com o material aglomerante a ser utilizado. A interação entre as partículas e o aglomerante é favorecida devido à ampla superfície de contato proporcionada pelas superfícies não uniformes das partículas finas. Como resultado, a junção entre esses componentes pode ser mais eficiente e resistente. Essa afirmação também foi confirmada em estudo correlato desenvolvido por Leite Filho (2021) [15].

Além disso, a presença de superfícies irregulares nas partículas pode influenciar significativamente as propriedades mecânicas do material composto. As superfícies não uniformes aumentam a fricção entre as partículas e o aglomerante, resultando em matriz mais coesa e estável. Este fator é importante para aplicações onde a resistência à tração e à compressão são essenciais, como em materiais de construção e componentes estruturais (Merlini, 2021) [16].

Portanto, a caracterização detalhada dos particulados finos, com superfícies irregulares e formato lamelar, não só confirma os resultados da análise granulométrica, mas também proporciona percepções valiosas sobre a formação e a eficiência do material composto (Merlini, 2021) [16].

5. Conclusão

Portanto, as informações obtidas através das imagens do MEV, análise granulométrica, FRX e DRX foram fundamentais para a análise e descrição detalhada dos materiais em escala microscópica. Essa análise permitiu obter dados relevantes sobre o formato das partículas, o que contribuiu de forma significativa para o avanço da pesquisa. Após as análises granulométricas, foi possível concluir que o composto MPPE apresenta granulometria fina. Além disso, essa análise permitiu compreender melhor as características dos materiais, contribuindo significativamente para o reprocessamento do MPPE.

Recomenda-se expandir a caracterização do material através da realização de ensaios complementares adicionais, como a Análise Termogravimétrica (TG) e outros ensaios. A Análise Termogravimétrica pode fornecer informações detalhadas sobre a estabilidade térmica do material e sua composição, ajudando a identificar a temperatura de decomposição dos componentes presentes no MPPE.

A expansão dessas análises permitirá compreensão mais abrangente das propriedades do MPPE, possibilitando a otimização dos processos de produção e aplicação em diferentes setores industriais. A realização desses ensaios adicionais pode também contribuir para o desenvolvimento de novos materiais compostos com características avançadas, ampliando as aplicações e melhorando a performance.

Referências

- [1] ANDRADE, M. C. K.; SILVA, M. L. da. Os Impactos Ambientais da Atividade Mineradora. Caderno Meio Ambiente e Sustentabilidade – v.11 n.6 – 2017.
- [2] ONU. Organização das Nações Unidas. Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, 2024. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Acessado em: 11 jul 2024.
- [3] CARVALHO, G. O. Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma visão contemporânea. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 8(1), 789–792. Disponível em: <https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e12019789-792>. 2019.
- [4] BRASIL. Lei nº. 12.305, de 2 de agosto de 2010, Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília-DF, 2 ago. 2010.
- [5] WILL, D. E. M. Metodologia da pesquisa científica. Livro digital / Design instrucional. 2a Ed. Rev. e atual. – Palhoça: Unisul Virtual, 2012. 126 p. il.; 28 cm.
- [6] SANTOS, A. dos. Seleção do Método de Pesquisa: guia para pós-graduação em design e áreas afins. Curitiba, PR: Insight, 2018.
- [7] MOREIRA, I. V. D. Avaliação de impactos ambientais. Rio de Janeiro: FEEMA/RJ. 1985. 34 p.
- [8] MELO. I. A. de. Análise de material compósito para reparação e tratamento de fendas em madeira de eucalipto reflorestado em Alagoas. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, Alagoas. 2023.
- [9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.
- [10] LAU, L. L. Comportamento dos elementos-traço (arsênio, cádmio, chumbo, cloro, cobre, mercúrio e níquel) no processo de sinterização piloto de minério de ferro. Tese. Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte - MG, 2020.
- [11] CABRAL, R. Q.; RAPOSO, R. Manual para Montagem de Estruturas com Sistema Construtivo AMARU PERFILADO e Acabamento em Osmocolor. Manual técnico. 1ª edição - REV 06-25.01. Belo Horizonte. 2011.
- [12] ROVEDDER Jr., P.; ACOSTA, A. P.; SCHULZ, H. R.; GALLIO, E.; GATTO, D. A. Propriedades físicas e químicas da madeira de *Pinus elliottii* impregnada com sílica. Scientia Forestalis, 49(130), e3478. <https://doi.org/10.18671/scifor.v49n130.24>. Pelotas – Rs. 2021.
- [13] ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15230:2023: Ferramentas abrasivas — Uso, manuseio, segurança, classificação e padronização. Rio de Janeiro, 2023.
- [14] OLIVEIRA, E. B. de; PINTO JUNIOR, J. E. O eucalipto e a Embrapa: quatro décadas de pesquisa e desenvolvimento. Embrapa. ISBN: 978-65-87380-04-9. Brasília – DF. 2021
- [15] LEITE FILHO, G.P. Análise das características físico-químicas de material particulado de painel de fibra de média densidade e de plástico reforçado com fibra de

vidro para material compósito. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Tecnologias Ambientais. Instituto Federal de Alagoas, Marechal Deodoro, Alagoas. 2021.

[16] MERLINI, C. Ciência e Tecnologia de Compósitos Poliméricos. Artliber Editora, 2021.

Reaproveitamento da Borra de Café no desenvolvimento de Biocompósito com Bioaglutinantes

Reuse of Coffee Grounds in the development of Biocomposite with Biobinders

Rafael Paulino Ferreira, Mestrando em Design, Universidade Estadual Paulista

rafael.paulino@unesp.br

Douglas Daniel Pereira, Doutor em Design, Universidade Federal de Goiás

douglasdaniel@ufg.br

Geovanna Queiroz Silva, Graduanda em Design de Produto, Universidade Federal de Goiás.

queiroz.geovanna@discente.ufg.br

Resumo

O seguinte estudo objetiva o estudo e desenvolvimento de materiais compósitos, com o intuito de propor a substituição dos materiais convencionais no desenvolvimento de produtos, utilizando para isso a borra de café e bioaglutinantes no desenvolvimento desse material compósito. O presente estudo também apresenta uma proposta de performance sustentável, que contribui com o manejo de resíduos orgânicos de cafeterias locais. O projeto toma como base pesquisas, fundamentações teóricas, conceitos e experimentações relacionadas ao design, materiais, sustentabilidade e ferramentas projetuais, a fim de garantir a melhor compreensão acerca do produto idealizado, assim como o novo ciclo de vida. Por fim nota-se a importância do desafio enfrentado no desenvolvimento e uso de ferramentas que visam contribuir para a transformação cultural no padrão de produção e consumo.

Palavras-chave: Compósitos 1; Resíduos 2; Sustentabilidade 3.

Abstract

The following research aims to study and develop composite materials, with the aim of proposing the replacement of conventional materials in product development, using coffee grounds and biobinders in the development of this composite material. The present study also presents a proposal for sustainable performance, which contributes to the management of organic waste from local cafeterias. The project is based on research, theoretical foundations, concepts and experiments related to design, materials, sustainability and design tools, in order to guarantee a better understanding of the idealized product, as well as the new life cycle. Finally, the importance of the challenge faced in the development and use of tools that aim to contribute to cultural transformation in the pattern of production and consumption is noted.

Keywords: composite1; Waste 2; Sustainability 3

1. Introdução

A história da humanidade é marcada por transformações, sejam elas intercorrências das guerras e revoluções, como também pelo descobrimento e desenvolvimento de novas ferramentas, uso e materiais. Os parâmetros utilizados no processo de desenvolvimento deste trabalho buscam fomentar a contribuição da história do design para a configuração da sociedade. O designer como um agente interlocutor das transformações econômicas, culturais e sociais, busca de forma contínua criar alternativas ou meios que melhorem a qualidade de vida cotidiana. Ao realizar uma análise cronológica, o design vem contribuindo para a transformação do modo como vivemos desde os tempos primórdios.

Levando em consideração toda a evolução e as descobertas de materiais e tecnologias, o consumo desenfreado tem contribuído para eventos de impactos no meio ambiente, seja pela exploração dos recursos naturais não renováveis ou pela quantidade de lixo e resíduos que são gerados e não tratados.

Observando esse cenário atual e a infinidade de novas oportunidades acerca da exploração, do reaproveitamento dos resíduos orgânicos e o volume crescente de descarte em aterros sanitários, lixões e redes de esgoto, nota-se o quanto o Design pode contribuir para amenizar os impactos ambientais que são causados pela sociedade de consumo, assim como consequência o descarte desenfreado, a exploração de fonte de recursos naturais e a falta de tratamento dos resíduos.

Estima-se que no mundo 50% dos alimentos, produzidos e consumidos sejam transformados em resíduos. Segundo dados publicados pela Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento [1], o Brasil gera aproximadamente 37 milhões de toneladas por ano de resíduos sólidos orgânicos. Resíduo este que tem por destino ou descarte final, aterros sanitários ou lixões. Se os resíduos descartados fossem submetidos a processos de tratamentos e reaproveitados para serem reinseridos no ciclo de consumo e produtivo industrial, contribuiria para a redução de impactos ambientais, assim como também para a economia, pois diminuiria os gastos com coletas e aterros.

Ao ser implementado processo de tratamento de resíduos e o reaproveitamento dos resíduos orgânicos, desencadeia oportunidades de desenvolver novos materiais, produtos e artefatos, assim como também viabiliza a substituição de materiais oriundos de combustíveis fósseis.

Diante deste cenário, a importância desse tema vem contribuir com a possibilidade do desenvolvimento de implementação do gerenciamento de resíduos e a oportunidade de colaborar com a produção de novos materiais e modo de produção e ou fabricação. Desse modo, a pesquisa apresenta assim um caráter exploratório e descritivo. Logo, as considerações finais têm como objetivo salientar os impactos ambientais do descarte de resíduos do café, caracterizar as possibilidades de produção de novos estudos e materiais através do reaproveitamento de resíduos orgânico.

Como materiais e métodos, foi realizado um levantamento bibliográfico, sobre a produção de café no Brasil, os materiais, e as estruturas dos materiais compósitos desenvolvidos a partir do reaproveitamento de materiais de origem natural, análise desses materiais e métodos de observações e experimentos em laboratório, resultado projetual e melhorias a serem implementadas. A técnica de análise será em forma de documentação e observação sistêmica em laboratório apresentada no decorrer dos tópicos acerca dos experimentos realizados.

1.1 - A Produção de Café no Brasil

O café tem um papel importante na história de desenvolvimento socioeconômico do Brasil e da sociedade brasileira. Podemos ressaltar que o país se destaca mundialmente quando o assunto é o café, pois está em primeiro lugar entre os países produtores e exportadores do grão, e em segundo entre os maiores consumidores da bebida ficando atrás apenas dos Estados Unidos.

A produção de café no Brasil, inicialmente estimada para a safra de 2023, foi calculada em 54,94 milhões de sacas de 60kg, o que corresponde à uma área de produção de cafeicultura brasileira, de 1,9 milhão de hectares, somando se todo o plantio das espécies aqui cultivadas, *Coffea arabica* e *Coffea canephora* (robusta e conilon) [2].

Estima-se que a produção de café possa chegar a 208 milhões de sacas até o ano de 2030 e juntamente com a produção o aumento de volume gerados através do processamento, beneficiamento e a crescente demanda de consumo. Calcula-se que a cada 1 tonelada de café pode gerar cerca de 600 kg de resíduos [3].

Segundo dados publicados no Canal Rural [4] o café ainda tem produção tímida em Goiás, se comparado aos demais estados, como: Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais. Contudo o estado contribui com 0,8% de toda a safra nacional, que no ano de 2021/2022 produziram cerca de 16,6 toneladas de grãos. Mesmo diante deste cenário, o estado de Goiás ocupa o 7o lugar no ranking nacional de produção de café.

Ao levar em consideração o estudo apresentado por Stroub [3] e direcionar para a produção de café nos anos 2021/2022, que representou uma safra de 16,6 toneladas de grãos. Goiás pode ter gerado aproximadamente cerca de 9.960 toneladas de resíduos. Ao trazer estes dados nota-se o enorme impacto ambiental que este volume de resíduos pode causar, sendo descartado nos aterros, lixões e na rede de esgoto.

1.2 - Materiais e Compósitos

Ao longo da história os materiais foram tantos os limitadores quanto possibilitadores de determinados projetos e de imensa importância para o ser humano. Tão significativa que as

eras do desenvolvimento humano, foram nomeadas por materiais, como: Idade da Pedra, Idade do Bronze, do Plástico e a do Silício [5].

Materiais como madeira, a pedra, o osso e a terra foram essenciais para a sobrevivência e desenvolvimento da humanidade por vários milênios. Sendo assim, o desenvolvimento da história humana ressalta que os materiais são um norteador para a humanidade. Calegari e Oliveira [6], reforçam que com a Revolução Industrial, ocorreram profundas transformações em âmbito cultural, social e econômico o que atenuou a multiplicidade de materiais disponíveis para produção de artefatos ou produtos.

Os vestígios da existência de materiais compósitos são de 5000 A.C., onde já eram utilizados a mistura de rochas e materiais orgânicos. Alguns registros históricos destacam o uso de compósitos a cerca de 3000 A.C., quando egípcios fizeram a combinação de argila e palha para a construção de paredes e muros de suas moradias.

Tomar [7], destaca que a continua adaptação dos materiais às necessidades da civilização desde os primórdios dos tempos até aos dias de hoje, marcou a procura constante de novos materiais e a evolução de vários processos de fabricação bem como dos materiais utilizados.

Segundo ASTM –D3878 [8], os materiais compósitos são resultados da combinação de dois ou mais materiais distintos em suas propriedades físicas, sendo um reforço e o outro matriz. Trata-se de uma classe de materiais heterogêneos e multifásicos. O uso de material compósito é milenar. A matriz é dividida em Três classes, polimérica, metálica e cerâmica.

De acordo com Calegari e Oliveira [9], a definição de material compósito consiste em uma substância constituída por dois ou mais materiais insolúveis entre si, que são combinados para formar um material com determinadas propriedades que não se encontram isoladamente.

Para Neto e Pardini [10], os materiais que constituem o compósito são chamados de fases, sendo que uma delas é descontínua, denominada de reforço, sendo responsável por fornecer resistência ao esforço e a outra fase é contínua, chamada de matriz, correspondendo ao meio de transferência de esforço, figura 2.



Figura 1: Fases constituintes do compósito. **Fonte:** <https://www.ucsminhaescolha.com.br/>

As características da matriz e do reforço são igualmente fatores a ter em conta, visto que afetam significativamente várias propriedades dos materiais compósitos. A matriz de um compósito cumpre diferentes funções sendo fundamental para constituição dele. A matriz após impregnar o reforço, protege o mesmo contra meio ambiente, ataques químicos que possa sofrer, aumentando assim a resistência do compósito e a rigidez, Tomar [8].

Ao longo das últimas décadas pesquisas acerca de polímeros e compósitos provenientes de fontes renováveis tem crescido de modo expressivo, resultado este da preocupação por questões ambientais assim como também pelo esgotamento de recursos fósseis. Isso pode ser observado através do crescente registro de patentes como também de publicações sobre estes materiais, [11].

Segundo Lopes [12], o interesse recente pelo uso de fibras vegetais como reforço de polímeros tem aumentado de modo significativo devido as vantagens ambientais e tecnológicas únicas que podem ser obtidas.

Ribeiro [13], ressalta que os biocompósitos apresentam, vantagens de requerer simplificados métodos de processamento, advir de uma ampla e diversificada fonte, podendo ser obtidos com baixo custo e serem capazes de resultar em baixa densidade, propriedades específicas de interesse industrial, baixo gasto energético, assim como também de baixo impacto ambiental e características estéticas diversificada.

O Desenvolvimento de bicompositos, com uma matriz biodegradável é de bom desempenho, podendo ser um material de grande potencial para minimizar os problemas ecológicos e ambientais da atualidade. A expectativa com a inserção de biocompósitos no mercado é a redução de problemas quanto ao controle e manejo de resíduos.

2 – Processos Metodológicos

Os processos metodológicos utilizados no estudo vão de encontro aos objetivos que é a utilização do resíduo borra de café para desenvolver um compósito que possa ser reproduzido e propor um material como uma alternativa sustentável para desenvolvimento de novos produtos e artefatos. Esses processos permitem realizar o reaproveitamento de um material que é desperdiçado ou descartado, tem como finalidade contribuir com uma análise pertinente do nosso dia a dia, que reflete o volume de resíduos gerado, assim como também sobre as oportunidades de uso para desenvolvimento de novos materiais.

De início foram realizados experimentos com a borra de café e alguns tipos de aglutinantes de origem natural e/ou vegetal, a fim de verificar o comportamento e a uniformidade do material. Os resultados foram observados a olho nu e registrados através de fotografia. Os experimentos foram divididos em diferentes produções devido a sua composição e/ou tipo de aglutinante (ligante) utilizado: Experimento (A), (B), e (C). Após esta primeira etapa e

identificação do aglutinante de melhor performance, foi realizado outros experimentos a fim de certificar a eficácia do material composto, assim como também do processo de desenvolvimento e/ou construtivo.

3 - Aplicações e/ou Resultados

Para a produção e aplicação foram realizadas segundo os procedimentos descritos abaixo.

A – Foi utilizada uma mistura de 50 g de amido, 50 g de cola branca e 100 g de resíduo de café. A borra de café passou por um processo de secagem e depois foi realizado a peneiração do material para que fosse possível uma uniformização das partículas.



Figura 3 e 4: Experimento A e A1. Fonte: Elaborado pelos autores

A 1 – No experimento realizado foi utilizada a mistura base, o processo de secagem levou cerca de 72 horas. Durante o processo de secagem foi observado a retração nas extremidades do material, que se apresentou rígido após a secagem.

B – Foi utilizada 100g de goma arábica e 100 g de resíduo de café. A borra de café passou por um processo de secagem e depois foi realizado a peneiração do material para que fosse possível uma uniformização das partículas.



Figura 5 e 6: Experimento B. Fonte: Elaborada pelos autores

B1 - No experimento realizado foi utilizada a mistura base, o processo de secagem levou cerca de 24 horas. Durante o processo de secagem foi observado a retração do material, assim como rachaduras durante a secagem.

C – Foi utilizada uma resina polimérica vegetal, de 25g componente A, 37,5g componente B e 100 g de resíduo de café. A borra de café passou por um processo de secagem e depois foi realizado a peneiração do material para que fosse possível uma uniformização das partículas.



Figura 7 e 8: Experimento C. Fonte: Elaborada pelos autores

C 1 - No experimento realizado foi utilizada a mistura base, o processo de secagem levou cerca de 12 horas. Durante o processo de secagem foi observado que o material sofreu um processo de expansão, além da alteração em sua coloração e apresentou uma rigidez, atingindo a expectativa esperada.

4 – Análise e Resultados

A partir do experimento C foi identificado uma melhor eficácia da resina polimérica de base vegetal, diante das outras misturas utilizadas como teste de aglutinantes e, com isso, novos experimentos foram realizados de modo exploratório a fim e verificar a possibilidade de pigmentação, controle de espessura se condicionado a uma prensa e maleabilidade de material de acordo com a composição e manipulação componentes A e B da resina polimérica de base vegetal.



Figura 9, 10 e 11: Experimento exploratório. Fonte: Elaborada pelos autores.

5 – Considerações Finais

Espera-se que este material possa contribuir com a substituição de diversos materiais, podendo substituir materiais plásticos provenientes de combustíveis fósseis, como também para uso em produção de mobiliários, acessórios e produtos de uso pessoal. Que coopere para uma nova cultura de produção que viabiliza o manejo dos resíduos, ao mesmo tempo que insere no mercado nos materiais de baixo impacto ambiental assim como também para uma sociedade mais sustentável.

O projeto aqui apresentado e produzido, verificou possibilidades de uso deste composto direcionado em obter êxito, no manejo, tratamento e reaproveitamento do resíduo de café, mais precisamente a borra de café. Todo o resíduo de café utilizado para teste foi doado por uma cafeteria, essa prática foi realizada a fim de verificar a possibilidade de um acordo ou parceria que colaborasse com uma comunidade, cooperativa ou alguma organização a fim de fazer o manejo deste resíduo para desenvolver um plano de negócio.

Todo o processo realizado buscou entender a dinâmica do manejo dos resíduos, as políticas públicas direcionadas, assim como também o potencial material destes resíduos. A fim de assegurar um resultado efetivo que beneficie todas as esferas da sociedade.

Referências

- [1] ASSEAME – Apenas 1% do lixo orgânico é reaproveitado no Brasil.2019. Disponível em: < <https://assemae.org.br/noticias/item/4494-apenas-1-do-lixo-organico-e-reaproveitado-no-brasil>> Acesso em: 23/março/2024
- [2] Conselho Nacional do Café.Café do Brasil. 2021. Disponível em:<<https://cncafe.com.br/cafe-do-brasil-historia/>> Acesso em 21 de julho de 2023.

- [3] STROUB, N.G.F. Mapeamento das oportunidades de valorização dos resíduos da produção do café brasileiro destinados à indústria de cosméticos. Monografia. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2021.
- [4] Embrapa. Produção dos Cafés do Brasil ocupa 1,9 milhão de hectares em 2023. 29 de junho de 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/81515963/producao-dos-cafes-do-brasil-ocupa-19-milhao-de-hectares-em-2023>> Acessado em 21 de julho de 2023.
- [5] ASHBY, M.F.; JOHN, P.M, K. Materiais e design: arte ciência da seleção de materiais no design de produto. Tradução: Arlete Simille Marques, 2. Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- [6] CALEGARI, E. P.; OLIVEIRA, B. F. Aspectos que influenciam a seleção de materiais no processo de design. Arcos Design. Rio de Janeiro: PPD ESDI - UERJ. Volume 8 Número 1 Junho 2014. pp 1-19. Disponível em: <<http://www.epublicacoes.uerj/index.php/arcosdesign>> Acessado em: 04 de julho de 2023.
- [7] TOMAR, S.M. Comportamento Mecânico de Materiais Compósitos de Origem Natural. Dissertação de Mestrado - Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, 2018 Disponível em: <<https://repositorio.ipl.pt/bitstream/10400.21/9679/1/Disserta%C3%A7%C3%A3o.pdf> /> Acesso em: 28 de dezembro de 2023.
- [8] ASTM D 3878-95: Standard terminology for composite materials, Philadelphia (PA): American Society for Testing and Materials; 1995.
- [9] CALEGARI, E. P.; OLIVEIRA, B. F. Compósitos a partir de materiais de fontes renováveis como alternativa para o desenvolvimento de produtos. Artigo - Varia, Sustentabilidade em debate - Brasília, v. 7, n. 1, p. 140-155, jan/abr 2016.
- [10] NETO, F, L.; PARDINI, L. C.; Compósitos Estruturais: Ciência e Tecnologia. São Paulo Blucher, 2016.
- [11] VILAPLANA, F.; STRÖMBERG, E.; KARLSSON, S. Environmental and resource aspects of sustainable biocomposites. Polymer Degradation and Stability, 95, p. 2147-2161, 2010.
- [12] LOPES, Bruno Leonardy Sousa; "Materiais compósitos", p. 11 -36. In: Polímeros reforçados por fibras vegetais. São Paulo: Blucher, 2017.
- [13] RIBEIRO, K. C.A. Biocompósitos Poliméricos: Envelhecimento Ambiental, Integridade Estrutural e Processo de Reciclagem. Universidade do Rio Grande do Norte, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, 2012.

Ferramenta para análise de sustentabilidade em produções de joias

Tool for Sustainability Analysis in Jewelry Productions

Aryuska Aryelle Santos Sousa da Silva, mestranda, UFCG.

aryuska.aryelle@gmail.com

Thamyres Oliveira Clementino, doutora, UFCG.

thamyres.oliveira.clementino@gmail.com

Resumo

Este artigo busca sintetizar o desenvolvimento de uma ferramenta para análise da sustentabilidade em produção de joias autorais desenvolvidas no decorrer de uma pesquisa de mestrado do Programa de Pós Graduação em Design da UFCG. O desenvolvimento da ferramenta tomou por base o referencial teórico da pesquisa supracitada, com foco especial às estratégias propostas pela coletânea “Design para Sustentabilidade”. Para definição dos parâmetros estabelecidos também foram considerados os contextos do setor produtivo em questão, bem como peculiaridades inerentes do objeto da pesquisa e ainda os dados coletados até a fase de levantamento. Por resultados, obteve-se a construção de três quadros, um referente a cada dimensão da sustentabilidade (ambiental, social e econômica) propostas, que juntos compõem a ferramenta de análise.

Palavras-chave: Sustentabilidade; ferramenta para análise; design de joias

Abstract

This article aims to synthesize the development of a tool for analyzing sustainability in the production of original jewelry developed during a master's research. The tool's development was based on the theoretical framework of the aforementioned research, with a special focus on the strategies proposed by the compilation "Design for Sustainability." The definition of the established parameters also took into account the contexts of the relevant productive sector, as well as inherent peculiarities of the research object, and the data collected up to the survey phase. As a result, three frameworks were constructed, each corresponding to one of the proposed sustainability dimensions (environmental, social, and economic), which together constitute the analysis tool.

Keywords: Sustainability; analysis tool; jewelry design

1. Introdução

A joalheria, como prática milenar anterior ao design, sempre esteve ligada às organizações sociais, seja como forma de adorno, status ou poder. Com peças inicialmente feitas com materiais encontrados na natureza, a partir do domínio dos metais pelo ser humano, aquilo que passamos a conhecer atualmente por joias passou cada vez mais a ter materiais tidos como nobres, juntamente com as gemas, ganhando destaque na sua composição. Para Santos, “apesar de ter como principal função adornar, a joia traz outros valores. Ela conta uma história, marca um momento” [1].

A joia consiste em um artefato, na maioria das vezes, de elevado valor econômico, carregado de valores simbólicos e culturais, para além dos requisitos estéticos, capaz de contar histórias de povos e civilizações, bem como ilustrar relações sociais e de poder, conforme Daye e Sousa [2]. Ao trazer a joia na perspectiva histórica, Gola [3] reforça a diversidade de materiais utilizados, e a sua relação com a cultura, sua importância em ritos de passagens e valor simbólico agregado. A variação nos significados pode variar de acordo com cada organização social: “Uma pulseira de penas, para os indígenas, tem tanto valor quanto uma pulseira de diamantes na cultura europeia, e esse valor é proporcional à raridade do pássaro” [3].

Partindo da colocação da joia como artefato com capacidade de refletir o momento histórico em que está inserido, entende-se que diante da conjuntura da sociedade atual com questões sistêmicas e urgentes no que tange a sustentabilidade, se faz de suma importância trazer à tona pontos inerentes a esta temática também para o campo do design de joias.

O desenvolvimento de uma ferramenta capaz de analisar o nível de sustentabilidade em pequenas produções de joias a partir das dimensões ambiental, social e econômica surgiu como um desafio primordial em uma pesquisa de mestrado norteada pela análise da sustentabilidade na produção de joias autorais do estado da Paraíba, tendo em vista que as ferramentas de análise encontradas possuíam parâmetros incompatíveis com os níveis de produção local.

1. Design para Sustentabilidade

Teixeira [4] propõe o design “como atividade que também participa da ordenação da vida social e produtiva,” visto que o mesmo “insere-se no processo produtivo como articulador dos atores envolvidos e envolventes, integrando diferentes práticas, saberes e perspectivas”. Temos então no designer um potencial agente capaz de equacionar as diversas dimensões relevantes à sustentabilidade.

Kistmann [5] explicita em uma tradução livre para a definição de como o design pode ser entendido, no *World Design Organization* (WDO, 2020), em que é apresentado o design como aquilo que “liga inovação, tecnologia, pesquisa, negócios e consumidores para oferecer novos valores e vantagens competitivas ao longo das esferas econômica, social e ambiental” [5]. Tal definição corrobora a perspectiva de que é inerente à essência do design desenvolver produtos, sistemas e serviços sustentáveis, visto que as esferas consideradas, constituem o que Santos et al. [6] resumem como “tripé da sustentabilidade” (Figura 1).

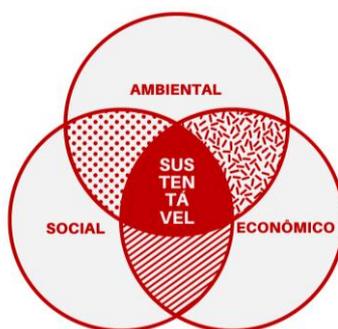


Figura 1: Tripé da sustentabilidade. Fonte: Santos et al. [6]. Adaptado pelas autoras.

Vezzoli et al. [7] sintetizam definições preliminares de desenvolvimento sustentável “como uma prática que considera tanto benefícios para o homem como para o ecossistema” e ao fazer um apanhado histórico sobre conferências e definições acerca do tema, reforça a importância de observar as dimensões da sustentabilidade na operacionalização do desenvolvimento sustentável. Os autores [7] entendem as dimensões ambiental, social e econômica como a síntese das diversas dimensões que podem ser encontradas propostas na literatura temática, visto que conseguem abarcar as oito dimensões propostas por Sachs[8]: “cultural, social, ecológica, ambiental, territorial, econômica, política nacional, política internacional”.

Partindo da perspectiva das três dimensões síntese, trabalhou-se cada uma na percepção de conceitos, estratégias e parâmetros a serem considerados na construção desta ferramenta, conforme proposto por Santos et al. [6], [9] e Sampaio et al. [10], e compiladas a seguir.

2.1 Dimensão Ambiental

Tomando por referência Sampaio et al.[10], os autores apresentam e discutem acerca de “cinco níveis principais de estratégias que o design pode utilizar, com níveis progressivos de impacto ambiental e demanda de alteração na mudança de hábitos e comportamentos de consumidores”[10]: a melhoria ambiental dos fluxos de produção e consumo; o redesign ambiental do produto; o projeto de novo produto intrinsecamente mais sustentável; os Sistemas Produto + Serviço (PSS) – aqui, são apresentadas três possibilidades de concepção: PSS orientado ao produto, PSS orientado ao uso e PSS orientado ao resultado, sendo a última incompatível com a tipologia produtiva em análise (joias); e ainda a implementação de novos cenários de consumo “suficientes”.

A apresentação em “níveis” não implica necessariamente que as estratégias sejam aplicadas de forma progressiva e ascendente, tão pouco uma hierarquização destes níveis quanto a importância para o alcance dos padrões de consumo ou produção sustentáveis, diante da perspectiva ambiental. O que deve ditar o nível de pertinência de determinada estratégia é o contexto do problema em questão no mundo real, levando em consideração fatores como o estado de organização da cadeia produtiva, existência de leis ou regulamentação efetiva e disposição de mudança social.

Para além das estratégias já mencionadas, Sampaio et al. [10] apresentam ainda cinco “princípios-chave” dentro da dimensão ambiental, diretamente relacionados à análise do ciclo de vida do produto, que também exprimem indispensável relevância na construção dos parâmetros de análise para a referida pesquisa, são eles: a escolha de recursos de baixo impacto ambiental; a minimização no uso de recursos; a otimização da vida útil dos produtos e serviços; a extensão da vida útil com revalorização dos materiais; e a facilidade de montagem/desmontagem.

A combinação dos cinco níveis de estratégias juntamente com os cinco princípios-chave apresentados aqui foram a base da construção dos quadros de análise na dimensão ambiental da ferramenta de avaliação da sustentabilidade na produção de joias autorais proposta pela pesquisa em questão.

2.2 Dimensão Social

No que tange a dimensão social, para Santos et al. [6], se faz essencial o entendimento dos conceitos de **coesão social** (que lida com superar as diferenças em favor de um bem comum) e **equidade** (que se refere a redução das barreiras que excluem). A partir destes conceitos trazidos pelos autores supracitados [6], são propostos enquanto princípios norteadores: o melhoramento das condições de trabalho e emprego, o favorecimento da inclusão de todos, a melhoria da coesão social, a valorização dos recursos e competências locais, a promoção da educação em sustentabilidade e a instrumentalização do consumo responsável. A observância destes princípios e a respectiva caracterização de cada um deles, também serviu de base na construção da ferramenta para análise de sustentabilidade, no que se refere à dimensão social.

2.3 Dimensão Econômica

Temos na dimensão econômica, descrita por Santos et al. [9] como a dimensão ignorada, muitas vezes uma errônea associação antagônica em comparação às dimensões ambiental e social. Tal associação se deve a uma percepção de economia ultrapassada, voltada exclusivamente para o lucro, ignorando a possibilidade de uma evolução econômica ocorrendo “de forma justa e ética, em conjunção ao desenvolvimento do bem-estar humano alcançado em harmonia com a natureza[9].

Para fortalecer a dimensão econômica, os autores propõem, enquanto princípios de alcance local, o fortalecimento e a valorização de produtos, respeito e valorização da cultura e ainda a promoção da economia local. Para além das ações locais, propõe-se ainda a promoção de organizações em rede, valorização e reintegração de resíduos e promoção da educação para economia sustentável. Tais princípios convergem com as ações propostas por Krucken [11] para desenvolvimento de produtos e territórios.

Santos et al. [9] apresentam doze estratégias de implementação para estes princípios, com aplicação majoritariamente voltada ao desenvolvimento dos territórios, podendo ter caráter de organizações isoladas ou abrangentes e estão elencadas na Figura 2, a seguir:



Figura 2: Estratégias na Dimensão Econômica. Fonte: Santos et al. [9] Adaptado pelas autoras.

2. Procedimentos Metodológicos

A partir de um recorte na pesquisa de mestrado, já finalizada, intitulada “Jóias autorais: uma análise da produção paraibana na perspectiva da sustentabilidade”, foi desenvolvido este artigo, com objetivo de apresentar uma ferramenta para análise da sustentabilidade voltada para pequenas produções de joias. A ferramenta, de caráter qualitativo, foi desenvolvida após revisão bibliográfica realizada para dissertação, utilizando artigos, dissertações, teses, além de livros tidos como referências nas áreas de design e sustentabilidade, para fundamentar questões essenciais ao seu desenvolvimento, elencadas nas referências.

As estratégias propostas por Santos et al. [6], [9] e Sampaio et al. [10], e explicitadas no capítulo anterior, constituíram os alicerces da ferramenta, que teve nos demais autores e experiências de

campo, a complementação das definições dos parâmetros atribuídos na avaliação de cada uma das estratégias, bem como o refinamento das questões interseccionais a mais de uma dimensão de análise.

3. Resultados: a Ferramenta

A partir das estratégias apresentadas por Santos et al. [6], [9] e Sampaio et al. [10], compiladas anteriormente, foram construídos três quadros, apresentados a seguir, um referente a cada dimensão, para determinar os parâmetros relevantes a serem considerados em cada uma das estratégias propostas relacionadas ao contexto de joias. Para avaliação, são usadas as siglas: A (atende satisfatoriamente), AP (atende parcialmente), NA (não atende) e NSA (não se aplica), relacionando a satisfação (ou não) dos parâmetros estabelecidos.

No contexto da pesquisa de mestrado, que tinha por objetivo analisar a produção de joias autorais paraibanas na perspectiva da sustentabilidade, o preenchimento da ferramenta se deu em todas as estratégias e parâmetros estabelecidos, com respectivas considerações acerca do cenário observado, tendo em vista o caráter sistêmico que a sustentabilidade demanda e a transversalidade de suas dimensões, confirmadas durante a análise dos dados obtidos.

O Quadro 1, combina sete estratégias distribuídas em vinte parâmetros referentes à dimensão ambiental:

Quadro 1: Dimensão Ambiental

Estratégia	Parâmetro	Avaliação			
		A	AP	NA	NSA
Análise do Ciclo de Vida: Escolha de recursos de baixo impacto ambiental	Disponibilidade do recurso (renovável ou abundante)				
	Distância da fonte (baixa)				
	Energia incorporada (baixa)				
	Proporção de reciclagem (alta)				
	Produção de emissões (baixa)				
	Produção de resíduos (baixa)				
	Capacidade de reciclagem (alta)				
Análise do Ciclo de Vida: Minimização no uso de recursos	Facilidade de decomposição natural (alta)				
	Diversidade de materiais em uma mesma peça (baixa)				
Análise do Ciclo de Vida: Otimização na vida útil dos produtos e serviços	Otimização de embalagens (baixa quantidade de itens)				
	Flexibilização das partes (modularidade)				
Análise do Ciclo de Vida: Extensão da vida útil com revalorização dos materiais	Otimização de embalagens (possibilidade de reaproveitamento)				
	Uso de RSU como matéria prima				
	Identificação dos materiais (para facilitar separação e reciclagem)				
Análise do Ciclo de Vida: Facilidade na montagem e/ou desmontagem	Informações adequadas ao usuário sobre a forma de descarte				
	Não-utilização de acabamentos sintéticos em materiais orgânicos				
Redesign ambiental do produto	Uso de sistemas de junção removíveis ou de fácil extração				
	Redução/substituição de materiais, a partir de questões ambientais				
	Uso de dispositivos mecânicos e elétricos visando mais eficiência				

Projeto de novo produto intrinsecamente mais sustentável	Projetar de forma integral o ciclo de vida (da pré-produção ao descarte)				
--	--	--	--	--	--

Fonte: Autoras

No Quadro 2, temos seis estratégias desmembradas em vinte e três parâmetros, no que concerne majoritariamente à dimensão social.

Quadro 2: Dimensão Social

Estratégia	Parâmetro	Avaliação			
		A	AP	NA	NSA
Condições de trabalho e emprego	Compatibilidade entre as horas de trabalho, e salários correspondentes				
	Possibilidade de satisfação e motivação				
	Lugar de trabalho adequado às capacidades				
	Continuidade de formação e treinamento				
	Inexistência de alienação em favor da criatividade				
	Proporção de tempo de trabalho passível a de dedicação ao lazer ou a vida em família				
Favorecimento a inclusão	Promoção da equidade				
	Adaptações aos contextos locais: sociais, culturais, religiosos, tradições				
Melhoria na coesão social	Promoção de diversidade				
	Promoção de bem estar				
	Promoção de sistemas que habilitem a integração e/ou compartilhamento de bens entre clientes				
	Promoção de sistemas que habilitem a integração entre gerações				
	Promoção de sistemas que habilitem a integração entre gêneros				
	Promoção de sistemas que habilitem a integração entre diferentes culturas				
Valorização dos recursos e competências locais	Ampliação do valor percebido associado a valores e identidades culturais locais				
	Orientação para uma economia distribuída, com envolvimento pleno e equitativo de atores locais				
	Possibilidade de alcançar proteção por meio de selos de “denominação de origem”				
Promoção da educação em sustentabilidade	Estabelecimento de estratégias para estimular a participação mais ativa das pessoas e o discernimento crítico da realidade do impacto social associado as suas escolhas de consumo				
	Desenvolvimento de sistemas, produtos, serviços e experiências que possibilitem ciclos de aprendizado que resultem em decisões mais conscientes, justas e éticas				
	Proposição de iniciativas voltadas à educação do consumidor envolvendo ciclos de aprendizado tanto “sobre a sociedade”, como “em sociedade”				
Instrumentalização do consumo responsável	Transparência quanto às condições de trabalho e emprego ao longo de toda a cadeia produtiva				
	Desenvolvimento de ações que permitam a participação responsável/sustentável do cliente/usuário na produção, implementação ou personalização de seus próprios sistemas, serviços e produtos (codesign)				
	Promoção do consumo responsável, incluindo a própria redução do consumo e, de forma mais ampla, da adoção de estilos de vida mais sustentáveis				

Fonte: Autoras

Por último, são propostos vinte e seis parâmetros relacionados às dez estratégias caracterizadas prioritariamente enquanto dimensão econômica, apresentadas no Quadro 3:

Quadro 3: Dimensão Econômica

Estratégia	Parâmetro	Avaliação			
		A	AP	NA	NSA
Base da Pirâmide (BOP)	Produção Voltada a este público alvo				
	Integração com pessoas da BOP ao longo da cadeia produtiva				
	Participação em algum programa/ projeto/ política de incentivo ao empreendedorismo ou garantia de subsistência (por pertencer a BOP)				
Arranjos Produtivos Locais (APL's)	Participação em APL				
	Em caso de participação, existência de processos de inovação e aprendizagem interativos				
	Em caso de participação, existência de boa governança nos mecanismos de coordenação das atividades				
Fomento ao empreendedorismo local (Implantação e consolidação de organizações locais)	Em caso de participação, existência de vínculos de produção, interação, cooperação e aprendizado				
	Participação em projetos de incubação/fomento				
Fomento à economia criativa	Integração com cooperativa ou associação ao longo da cadeia produtiva				
	Participação de políticas públicas				
Fomento ao comércio justo	Participação de iniciativas privadas				
	Participação em iniciativas sociais				
	Promoção de iniciativa de fomento				
	Relação de longo prazo que ofereça treinamento e/ou apoio aos stakeholders e acesso às informações do mercado;				
Fomento à economia distribuída	Ambiente de trabalho seguro (uso de EPI's)				
	Fomento de novos empreendimentos locais				
	Utilização de infraestrutura e recursos locais (fablabs, espaços makers)				
	Participação em feiras/eventos locais				
Moeda social	Desenvolvimento orientado à produção em pequena escala, descentralizada, flexível, fazendo uso de recursos locais				
	Adota/aceita algum tipo de moeda social				
Implantação de selos de Identificação Geográfica (IG)	Utilização de referências geográficas para identificar produtos com qualidades específicas de suas zonas de produção				
	Participação de rede sistêmica produtiva				
Servitização	Oferece serviço (ex. concerto, design exclusive) além de vender produtos				
Economia do compartilhamento	Coworking (produção)				
	Coworking (vendas)				
	Promoção de PSS				

Fonte: Autoras

4. Considerações Finais

A ferramenta proposta apresenta flexibilidade quanto a composição de suas estratégias e parâmetros, dentro do proposto pelos autores base, a depender da produção ou setor a ser analisado, tendo em vista as peculiaridades de cada cadeia produtiva. No caso apresentado aqui, considerou-se o setor produtivo de joias autorais do estado da Paraíba, composto majoritariamente de produções ligadas ao artesanato, informalidade, e com produção voltada à pequena escala. Tendo em vista que a maioria dos indicadores de sustentabilidade destinam-se a grandes produções e escalas industriais, a ferramenta em questão visa preencher lacunas relativas à parametrização de produções de menor porte produtivo, como as oriundas do design de joias, além de viabilizar ainda a construção e aprimoramento de políticas públicas visto que os dados obtidos pela referida pesquisa apontam que para a melhoria de alguns cenários observados são a necessárias ações provenientes tanto dos produtores, quanto de instituições, governamentais e de ensino.

Referências

- [1] SANTOS, Rita; **Joias: fundamentos, processos e técnicas**. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2017.
- [2] DAYÉ, Claudia; SOUSA, Cyntia S. M. A participação do designer de joias na fabricação de um produto direcionado à sustentabilidade. **DATJournal**. v.7 n.3 2022. p. 289-308. Disponível em: <<https://datjournal.anhemi.br/dat/issue/view/21/24>>. Acesso em: 27/11/2022.
- [3] GOLA, Eliana. **A joia: História e design**. 3ª edição. São Paulo: Senac, 2021. 224f. ISBN:978-65-5536-924-3
- [4] TEIXEIRA, Maria Bernadete S. **Afirmção da capacidade tecnológica das pequenas aglomerações produtivas: diretrizes metodológicas guiadas pelo Design**. 261 p. Tese (Doutorado em Design) – Universidade Estadual de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020.
- [5] KISTMANN, Virgina Borges. **Gestão de Design: estratégias gerenciais para transformar, coordenar e diferenciar negócios**. Curitiba: InterSaberes, 2022. 355f. ISBN 978-65-5517-206-5
- [6] SANTOS, Agnaldo dos; et al. **Design para a sustentabilidade: dimensão social**. Curitiba, PR: Insight, 2019a. 184 p.
- [7] VEZZOLI, Carlo. et al. **Sistema produto + serviço sustentável: fundamentos**. Curitiba: Insight, 2018. E-book. Disponível em: http://editorainsight.com.br/wp-content/uploads/2018/03/aSistema-ProdutoServico-Sustentavel_web.pdf. Acesso em: 26/04/2023.
- [8] SACHS, Ignacy. **Caminhos para o desenvolvimento sustentável**. Rio de Janeiro: Garamond, 2002.
- [9] SANTOS, Agnaldo dos; et al. **Design para a sustentabilidade: dimensão econômica**. Curitiba, PR: Insight, 2019b. 148 p.
- [10] SAMPAIO, C. P. (et al). **Design para a sustentabilidade: dimensão ambiental**. Curitiba: Insight, 2018.
- [11] KRUCKEN, Lia. **Design e território: valorização de identidades e produtos locais**. São Paulo: Studio Nobel, 2009.

Eficiência dos métodos de produção de órteses com uso da impressão 3D: uma revisão sistemática.

Efficiency of orthosis production methods using 3D printing: a systematic review.

Bárbara Tatiele Santos, mestranda, Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Barbara.santos.designer@gmail.com

Clariana Fischer Brendler, doutora, Universidade Federal do Estado do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Clafischer@hotmail.com

Resumo

Órteses constituem dispositivos comuns usados para imobilização em casos de fraturas. Em algumas situações, terapias como ondas ultrassônicas tornam-se necessárias para a consolidação óssea. Órteses produzidas por impressão 3D são especialmente adequadas para esses casos. Uma revisão sistemática seguindo o protocolo PRISMA-2015 analisou o processo de fabricação dessas órteses e encontrou os seguintes resultados: uso de tecnologia de luz estruturada para escaneamento, modelagem automatizada, impressão pelo sistema FDM, filamento polimérico de baixo custo e software gratuito. As pesquisas indicam um foco crescente na criação de órteses, destacando a importância do aprimoramento do processo produtivo.

Palavras-chave: Órtese; Manufatura aditiva; Fabricação.

Abstract

Orthoses are common devices used for immobilization in cases of fractures. In some situations, therapies such as ultrasonic waves are necessary for bone consolidation. Orthoses produced by 3D printing are particularly suitable for these cases. A systematic review following the PRISMA-2015 protocol analyzed the manufacturing process of these orthoses and found the following results: use of structured light technology for scanning, automated modeling, FDM printing, low-cost polymer filament, and free software. The research indicates a growing focus on the creation of orthoses, highlighting the importance of improving the production process.

Keywords: *Orthosis; Additive manufacturing; Manufacturing.*

1. Introdução

De acordo com o art. 4º, inciso V, da Resolução Normativa n.º 465/2021, é considerado prótese todo material, seja permanente ou temporário, que tenha a função de substituir parcial ou completamente um membro, órgão ou tecido. Já o inciso VI do mesmo artigo define órtese como qualquer material, permanente ou temporário, que tenha a finalidade de auxiliar nas funções de um membro, órgão ou tecido. A distinção entre órtese e prótese, conforme a Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS), reside no fato de que a órtese não tem a função de substituição, mas sim de assistência [01]. Isso inclui produtos utilizados para reabilitação de fraturas.

Em tratamento de fraturas por imobilização, o produto (órtese) mais utilizado pela equipe ortopédica é o gesso. Porém, não é o único nem o mais benéfico produto existente. Polímero e alumínio são materiais utilizados em substituição do gesso, proporcionando a imobilização por meio de modelagem fácil com vantagem na resistência e no peso [02]. O processo de fabricação de peças com gesso é minucioso e delicado, além de não haver uma padronização no dimensionamento nem no número de camadas [03].

Existem terapias alternativas que podem ajudar a minimizar o tempo de recuperação das fraturas ósseas [04]. Como exemplo, temos as ondas ultrassônicas, como benefício não térmico, que propiciam a regeneração dos tecidos moles e o reparo ósseo [05]. Estratégias que podem ser necessárias em casos de consolidações lentas provocadas por fatores como diabetes, velhice e doença vascular periférica [06]. Para a aplicação das ondas ultrassônicas, o dispositivo deve ser colocado sobre a pele do paciente [07].

Quando pensamos na produção de produtos com o uso de polímeros, temos uma vasta gama de processos produtivos. A impressão 3D é um processo que inicialmente foi utilizado para prototipagem pela sua capacidade de gerar peças únicas sem necessidade de moldes. Atualmente, com o aperfeiçoamento e a precisão das máquinas, a impressão 3D tem ganhado cada vez mais espaço na produção de produtos finais. O sistema de impressão mais utilizado é o ‘Fused Deposition Modeling’ (FDM), onde a impressora deposita camadas de material através de um bico ejetor [08].

Tendo esse entendimento, o seguinte trabalho visa focar em mapear a produção de dispositivos extracorpóreos (órteses) que auxiliam no tratamento de doenças temporárias (imobilização) sem a função de substituição de membros. Tal mapeamento irá contribuir no desenvolvimento de um protocolo para fabricação de órteses, visando a substituição do uso do gesso.

2. Procedimentos Metodológicos

Esta Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS), adotou as diretrizes do ENTREQ, um instrumento usado para relatar a síntese da pesquisa qualitativa em saúde [09]. O protocolo de busca utilizado foi baseado no método PRISMA, de acordo com as instruções do PRISMA-P Group.

2.1. Pergunta de pesquisa

Para os fabricantes de órtese, quais os métodos de produção por meio da impressão 3D são mais eficientes?

Para a definição desta pergunta de pesquisa aplicou-se a estratégia PICO [10] – onde define-se o Paciente (P), a Intervenção (I), uma Comparação (C) e um desfecho (O de "outcomes"). Na nossa pergunta temos: (P) fabricantes de órteses; (I) produção de dispositivos ortóticos; (C) método de fabricação por impressão 3D; (O) qual o método mais eficiente para uma produção.

2.2. Critérios da Revisão Sistemática

Após a estruturação da pergunta de pesquisa, foi iniciado o planejamento e delimitação dos parâmetros de busca para construção dos critérios do protocolo a ser aplicado (Quadro 1). Considerando ser uma área ainda com poucos estudos, foram incluídos trabalhos publicados sem delimitação de tempo, ou seja, do primeiro trabalho até a realização da RBS, até o ano de 2023. As bases de dados utilizadas foram: MEDLINE, PubMed e ScienceDirect; abrangendo trabalhos tanto em inglês quanto em português.

Quadro 1: Protocolo da Revisão Sistemática.

Protocolo	
Critérios	Especificações
Base de dados	MEDLINE, PubMed e ScienceDirect
Tipos de Documentos	Artigos e Resumos Expandidos completos
Período	Até 2023
Idioma	Inglês e Português
Critérios de inclusão	a. Estudos publicados sobre o processo de fabricação de órteses de membros superiores, cuja função é mobilizar os membros. b. Pesquisas com acesso gratuito no período do estudo.
Critérios de exclusão	a. Pesquisas que não publicaram sobre o processo de fabricação de órteses. b. Pesquisas que não chegaram a um produto final. c. Pesquisas que não sejam com o processo de produção com uso de impressora 3D.
Critérios de qualificação	1. Método de captação das medidas. 2. Tempo estimado para tirar as medidas. 3. Método de modelagem da órtese. 4. Tempo estimado de modelagem. 5. Tipo de impressora 3D. 6. Material utilizado para impressão. 7. Membro de uso da órtese. 8. Software de modelagem.

Fonte: Autores.

Na sequência, foi elaborado string de busca, os termos de busca estão relacionados à "imobilização", "órtese", "impressão 3D" e "processo de fabricação". Além disso, serão examinadas manualmente Revisões Sistemáticas publicadas na área, com intuito de buscar textos completos potencialmente relevantes. A string final é ("assistive product" OR "orthopedic brace" OR "orthosis") AND ("manufacturing") AND ("upper limb" OR "arm" OR "hand"). A aplicação das strings foi realizada em setembro de 2023, seguindo o protocolo estabelecido previamente.

Para seleção e organização dos registros obtidos, foi utilizada a plataforma EndNote X8© em sua versão desktop, onde os artigos foram indexados para análise. Todos os procedimentos

descritos no processo da RBS foram registrados dentro do diagrama de fluxo PRISMA (2015), obedecendo a ordem e critérios apontados na ferramenta (Figura 1).

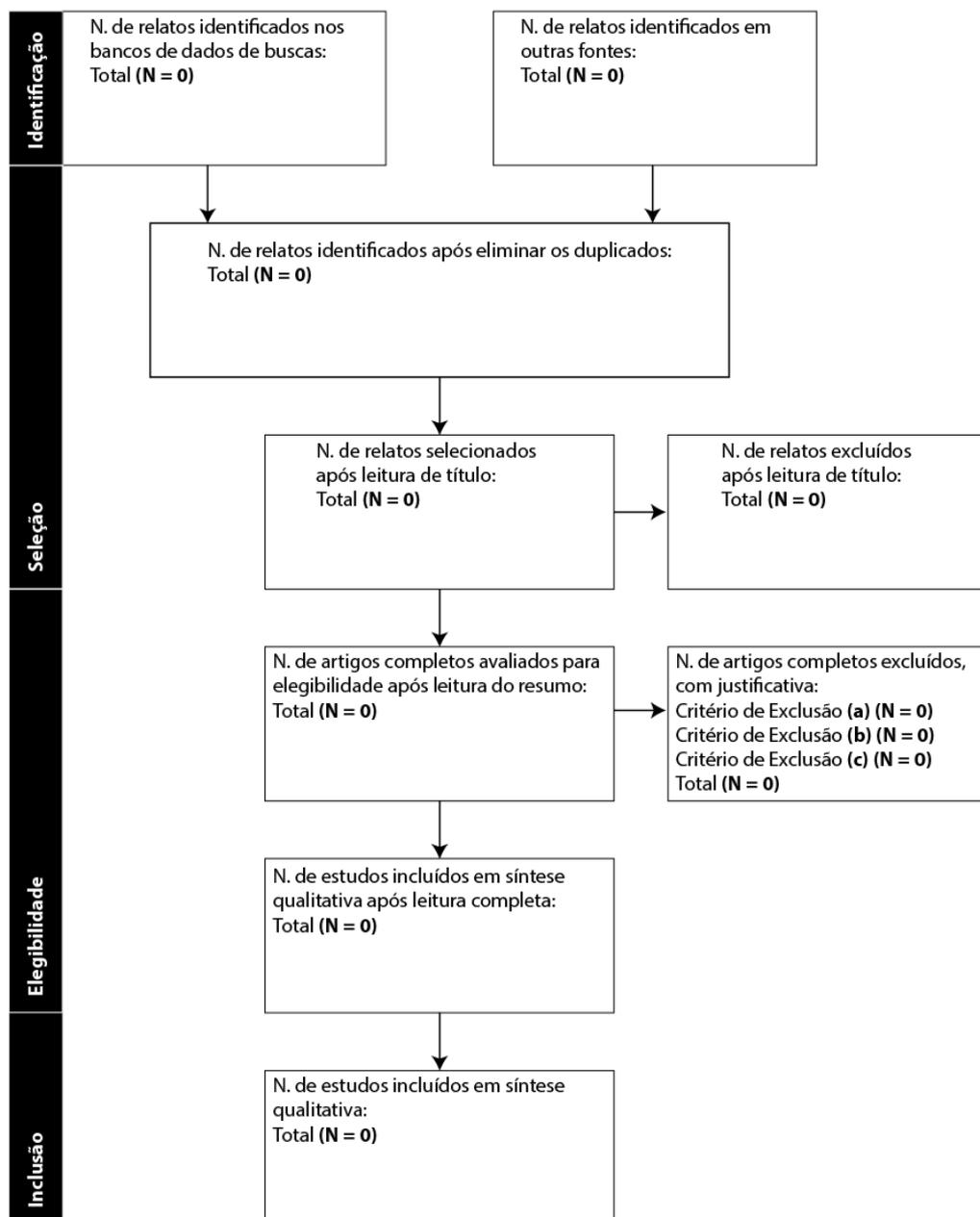


Figura 1: Diagrama de fluxo Prisma 2015 contendo os critérios e funis de seleção. Fonte: Adaptado de Prisma (2015).

3. Desenvolvimento

Respeitando e seguindo o protocolo especificado acima foram obtidos os seguintes resultados:

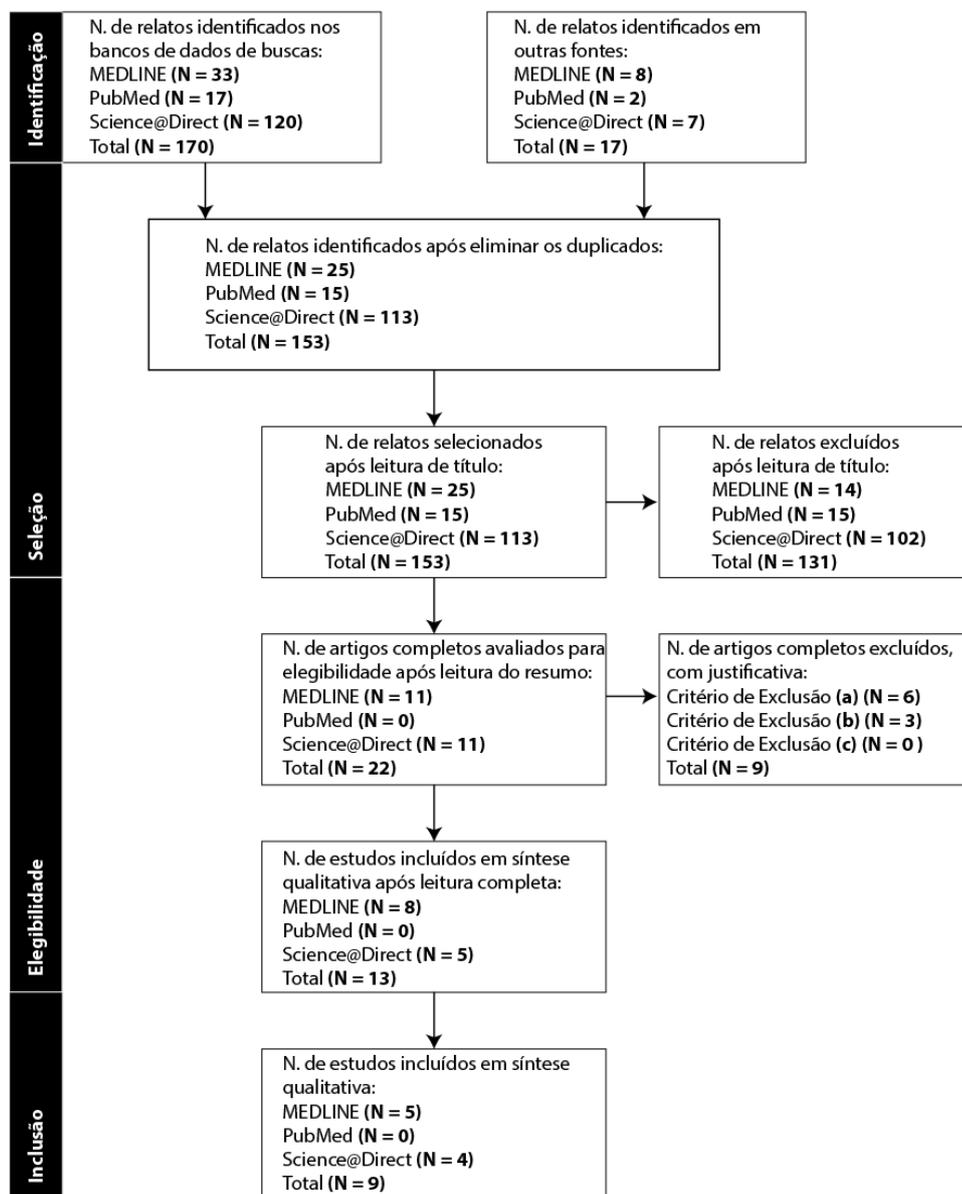


Figura 2: Diagrama de fluxo Prisma 2015 contendo os critérios e funis de seleção. Fonte: Adaptado de Prisma (2015).

Após a seleção dos 22 (vinte e dois) artigos para leitura completa, 9 (nove) trabalhos foram excluídos com base nos critérios de exclusão estabelecidos previamente (a. Pesquisas que não publicaram sobre o processo de fabricação de órteses; b. Pesquisas que não chegaram a um produto final.), para então realizar a análise descritiva e a síntese do conteúdo dos artigos obtidos. Desta forma, foram selecionados um total de 13 (treze) trabalhos – sendo 8 (oito) trabalhos da base de dados MEDLINE; e 5 (cinco) trabalhos obtidos através da base de dados Science@Direct. Os trabalhos foram divididos em dois grupos – sendo 11 (onze) trabalhos do grupo 01 (composto por trabalhos que foram incluídos e não são de revisão sistemática) e 2

(dois) trabalhos do grupo 02 (composto por trabalhos que foram incluídos e são de revisão sistemática).

O Quadro 2 apresenta os 11 (onze) artigos selecionados do grupo 01, organizados pela data (do mais antigo para o mais recente), apresentando o ano, título, local de publicação e autor.

Quadro 2: Artigos obtidos através da pesquisa RBS do Grupo 01

Trabalhos selecionados do Grupo 01			
Ano	Título	Periódicos ou Evento Científico	Autores
2017	Órtese com impressão 3D para ombro: relato de caso	Acta Fisiatr	Danielle Aline Barata Assad, Valeria Meirelles Carril Elui, Vincent Wong, Carlos Alberto Fortulan.
2018	Personalized assistive device manufactured by 3D modelling and printing techniques	Disability and Rehabilitation: Assistive Technology	Keun Ho Lee, Dong Kyu Kim, Yong Ho Cha, Jeong-Yi Kwon, Dong-Hyun Kim & Sang Jun Kim.
2019	Development and Evaluation of a Customized Wrist-Hand Orthosis using 3D Technology for a Child with Cerebral Palsy - A Case Study	IEEE	Cristiane Schmitz, Yvi Tiemi Mori, Humberto Remigio Gamba, Percy Nohama and Mauren Abreu de Souza, Member, IEEE.
2020	Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses	Materials MDPI	Filip Górski, Radosław Wichniarek, Wiesław Kuczko, Magdalena Zukowska, Monika Lulkiewicz and Przemysław Zawadzki.
2020	Determination of the Elasticity Modulus of Additively Manufactured Wrist Hand Orthoses	Materials MDPI	Krzysztof Łukaszewski, Radosław Wichniarek and Filip Górski.
2022	Use of a 3D-printed splint for the treatment of distal radius fractures: A randomized controlled trial	Orthopaedics & Traumatology: Surgery & Research	Ghady El Khourya, Xavier Liboutona, Florian De Boeck, Olivier Barbier.
2022	A feasibility analysis of a 3D customized upper limb orthosis	V CIRP Conference on Biomanufacturing	Francesca Salaa, Mattia Carminatia, Gianluca D'Ursoa, Claudio Giardini.
2023	Mechanical Evaluation of PET-G 3D-Printed Wrist-Hand Orthosis: An Integrated Experimental and Numerical Approach	Materials MDPI	Krzysztof Łukaszewski, Ratnesh Raj and Anna Karwasz.
2023	Computational Mechanics of Form-Fitting 3D-Printed Lattice-Based Wrist-Hand Orthosis for Motor Neuron Disease	Biomedicines MDPI	Silvia Badini, Stefano Regondi, Carmen Lammi, Carlotta Bollati, Giordana Donvito and Raffaele Pugliese.
2023	Orthotics and prosthetics by 3D-printing: Accelerating its fabrication flow	Research in Veterinary Science	Rosa Mendaza-DeCal, Salvador Peso-Fernandez, Jesus Rodriguez-Quiros.
2023	A facile, semi-automatic protocol for the design and production of 3D printed, anatomical customized orthopedic casts for forearm fractures	Journal of Clinical Orthopaedics and Trauma	Davide Rinaldo, Filippo Zonta, Simone Florian, Jacopo Lazzaro.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 3 apresenta os 2 (dois) artigos selecionados do grupo 02, organizados pela data (do mais antigo para o mais recente), apresentando o ano, título local de publicação e autor. Os trabalhos de revisão sistemática, estão separados em um grupo especial, para que possamos compreender se as revisões feitas anteriormente abordam os mesmos parâmetros da atual revisão, sempre lembrando que o intuito do presente trabalho é trazer maior clareza da produção de órteses fabricadas com o uso da tecnologia de impressão 3D.

Quadro 3: Artigos obtidos através da pesquisa RBS do Grupo 02

Trabalhos selecionados do Grupo 02			
Ano	Título	Periódicos ou Evento Científico	Autores
2020	3D printing technology applied to orthosis manufacturing: narrative review	Annals of Palliative Medicine	Yoo Jin Choo, Mathieu Boudier-Revéret, Min Cheol Chang.
2022	Personalized 3D-printed forearm braces as an alternative for a traditional plaster cast or splint; A systematic review	Injury	Esther M.M. Van Lieshout, Michael H.J. Verhofstad, Linda M. Beens, Julienne J.J. Van Bekkum, Fleur Willemsen, Heinrich M.J. Janzing, Mark G. Van Vledder.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Através da estratificação de datas conseguimos afirmar que o assunto tratado tem ganhado força para discussão há menos de 10 (dez) anos.

4. Resultados Qualitativos

Como descrito anteriormente foram estipulados 8 (oito) critérios de qualificação sendo eles: 1. Método de captação das medidas; 2. Tempo estimado para tirar as medidas; 3. Método de modelagem da órtese; 4. Tempo estimado de modelagem; 5. Tipo de impressora 3D; 6. Material utilizado para impressão; 7. Membro de uso da órtese; 8. Software de modelagem. Os artigos qualificados foram os que atingiram uma média de pelo menos 60% (sessenta por cento), o que equivale a 5 (cinco) dos 8 (oito), dos critérios definidos.

Quadro 4: Análise Qualitativa dos artigos decorrentes da RBS (Grupo 01)

Trabalhos selecionados do Grupo 01									
Título	01	02	03	04	05	06	07	08	09
	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Órtese com impressão 3D para ombro: relato de caso	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Personalized assistive device manufactured by 3D modelling and printing techniques	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	3
Development and Evaluation of a Customized Wrist-Hand Orthosis using 3D Technology for a Child with Cerebral Palsy - A Case Study	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	4
Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	4
Determination of the Elasticity Modulus of Additively Manufactured Wrist Hand Orthoses	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	1,5

Use of a 3D-printed splint for the treatment of distal radius fractures: A randomized controlled trial	0,5	0,5	0	0	0,5	0,5	0,5	0	2,5
A feasibility analysis of a 3D customized upper limb orthosis	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	3,5
Mechanical Evaluation of PET-G 3D-Printed Wrist-Hand Orthosis: An Integrated Experimental and Numerical Approach	0	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	2
Computational Mechanics of Form-Fitting 3D-Printed Lattice-Based Wrist-Hand Orthosis for Motor Neuron Disease	0	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
Orthotics and prosthetics by 3D-printing: Accelerating its fabrication flow	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0,5	2,5
A facile, semi-automatic protocol for the design and production of 3D printed, anatomical customized orthopedic casts for forearm fractures	0,5	0	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5	3

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda Quadros 04 e 05

01* Método de captação das medidas. / 02* Tempo estimado para tirar as medidas. / 03* Método de modelagem da órtese. / 04* Tempo estimado de modelagem. / 05* Tipo de impressora 3D. / 06* Material utilizado para impressão. / 07* Membro de uso da órtese. / 08* Software de modelagem. / 09* Total relativo à soma de pontos dos critérios de qualificação.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 5: Análise Qualitativa dos artigos decorrentes da RBS (Grupo 02)

Trabalhos selecionados do Grupo 02									
Título	01*	02*	03*	04*	05*	06*	07*	08*	09*
3D printing technology applied to orthosis manufacturing: narrative review	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	2
Personalized 3D-printed forearm braces as an alternative for a traditional plaster cast or splint; A systematic review	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0	2

Fonte: Elaborado pelos autores.

Após a análise qualitativa, 4 (quatro) artigos foram excluídos, sendo 2 (dois) que não é de revisão sistemática e os 2 (dois) de revisão sistemática, trazendo assim a certeza de que os critérios de qualificação não foram estudados nas revisões encontradas. Os critérios que tiveram menor atendimento diz respeito ao tempo dos processos - 2. Tempo estimado para tirar as medidas. 4. Tempo estimado de modelagem. -, a partir disso podemos perceber uma lacuna de pesquisa. Os critérios que todos os artigos cumpriram foram: 5. Tipo de impressora 3D; 6. Material utilizado para impressão; 7. Membro de uso da órtese. Com isso, temos clareza do processo de impressão 3D que está sendo utilizado.

Quadro 6: Dados extraídos dos artigos

Resultados qualitativos								
Título	01*	02*	03*	04*	05*	06*	07*	08*
Art. 1	Scanner Sensue	-	Foram descritos 4 passos de modelagem	-	FDM	Polímero SR30L	Ombro	Magics
Art. 2	Arte EVA	-	Foram criadas curvas e formas a partir do arquivo gerado no processo de escaneamento	-	FDM	TPE	Mão e pulso	Geomagic Freeform
Art. 3	REVscan da Creafom Ametek	19m	Limpar, alisar, esculpir e desenhar	8h	FDM	PETG	Mão e pulso	MeshMixer
Art. 4	Scanner óptico David SLS-3	5m	Algoritmos lançados no excel automatizam o processo	25m	FDM	ABS, PLA, HIPS, PA	Punho e mão	Autodesk Inventor
Art. 5	Scanner de padrão infravermelho	30 segundos a 1m	-	-	FDM	POF	Mão, punho e braço	-
Art. 6	HexagonAbsolute Arm 7	3m	Foi proposto uma metodologia partir de nuvens de pontos	23m	FDM	ABS	Mão, punho e braço	-
Art. 7	-	-	Foram criadas duas geometrias de treliça diferentes	-	FDM	PCL	Punho e mão	Autodesk Inventor
Art. 8	3D Systems Inc.	-	-	-	FDM	PETG e TPU	Patas	CATIA V5
Art. 9	3D Structure Sensor Mark II (Oc-cipital)	-	Foi feito através do editor de algoritmos	-	FDM	PETG	Antebraço e pulso	Rhinoceros 3D

Fonte: Elaborado pelos autores.

Legenda Quadro 06: Art.1 Órtese com impressão 3D para ombro: relato de caso / Art.2 Personalized assistive device manufactured by 3D modeling and printing techniques / Art. 3 Development and Evaluation of a Customized Wrist-Hand Orthosis using 3D Technology for a Child with Cerebral Palsy - A Case Study / Art. 4 Experimental Studies on 3D Printing of Automatically Designed Customized Wrist-Hand Orthoses / Art. 5 Use of a 3D-printed splint for the treatment of distal radius fractures: A randomized controlled trial / Art. 6 A feasibility analysis of a 3D customized upper limb orthosis / Art. 7 Computational Mechanics of Form-Fitting 3D-Printed Lattice-Based Wrist-Hand Orthosis for Motor Neuron Disease / Art. 8 Orthotics and prosthetics by 3D-printing: Accelerating its fabrication flow / Art. 9 A facile, semi-automatic protocol for the design and production of 3D printed, anatomical customized orthopedic casts for forearm fractures

01* Método de captação das medidas. / 02* Tempo estimado para tirar as medidas. / 03* Método de modelagem da órtese. / 04* Tempo estimado de modelagem. / 05* Tipo de impressora 3D. / 06* Material utilizado para impressão. / 07* Membro de uso da órtese. / 08* Software de modelagem.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dos 9 (nove) artigos qualificados, apenas 2 (dois) cumpriram todos os requisitos. Todos os artigos usam o método de impressão 3D por deposição - ‘Fused Deposition Modeling’ (FDM) - a escolha é defendida por ser um método barato e de fácil acesso, além de permitir o uso de diversos materiais. Tiveram estudos que optaram pelo uso de software gratuito como o ‘MeshMixer’, outros por softwares mais específicos e pagos como o ‘Geomagic Freeform’ e alguns se aventuraram por software mais genéricos e pagos como o ‘Autodesk Inventor’. Na descrição do modo de modelagem foi observado inúmeras possibilidades: através de nuvem de pontos, algoritmos em software e uso de ferramentas específicas de modelagem 3D. Como os membros estudados não necessitam de alta precisão e fidelidade para a fabricação das órteses, os scanners utilizados não são de altíssima resolução e a maioria utiliza a tecnologia de luz estruturada seguido da infravermelha e de contato.

5. Discussão

A revisão sistemática teve como objetivo verificar o método de fabricação de órtese mais eficiente usando a tecnologia de impressão 3D com foco em membros superiores para substituição de órtese gessada em casos de fratura. Os principais resultados mostram que: 1) O tipo de tecnologia utilizada para escanear os membros foi a de tecnologia de luz estruturada. 2) Métodos de modelagem automatizada, por meio de algoritmos no excel ou por nuvem de pontos. 3) Impressão com impressora no sistema FDM. 4) Filamento polimérico de baixo custo. 5) Uso de órtese em animais. 6) Uso de software gratuito.

A tecnologia de scanner com luz estruturada é utilizada em casos que não consiste na necessidade de grande precisão das medidas. Esse tipo de tecnologia possui baixo custo. O tempo pode variar dado o tipo da tecnologia, o modelo do scanner, membro escaneado e familiaridade da pessoa que manuseia o equipamento. Sendo registrado de 30 segundos (infravermelho) a 19 minutos (luz estrutural) no artigo, o ideal é buscar o menor tempo possível sem perder a qualidade, pois durante o processo o paciente deve permanecer imóvel em uma mesma posição.

Dos métodos de modelagem que possuem tempo, os que apresentaram menor tempo foram os automatizados, ou seja, quando um operador tem que manusear o arquivo esculpindo e criando forma, mesmo que hábil, levará muito mais tempo do que um comando automático.

O tipo de impressão utilizado, vem sendo o FDM para todos os artigos finais, o processo é de baixo custo, de fácil acesso e permite utilizar materiais ecológicos [08][11].

Os materiais selecionados são todos polímeros, entretanto os artigos não entregaram um consenso. Cada material possui um aspecto diferente quanto à resistência, decomposição e acabamento, além de interferir no fato da impressora ter cabine fechada ou não. Entretanto, algo que todos têm em comum é o baixo custo.

Os membros relatados em sua grande maioria são mãos/punho/braço, o que ajuda a entender que as palavras chaves e a stream de busca foram eficientes na captura de artigos com membros alvo. Tal definição proporciona a estabelecer igualdade na análise dos dados. É interessante ver o relato de uso de órtese impressa em 3D para tratamento de animais de pequeno porte, esse fato nos leva a crer que o campo de pesquisa está crescendo e os resultados vêm sendo positivos.

Sobre os softwares foram encontradas uma grande diversidade e a pesquisa não é suficiente para indicar a eficiência e melhor escolha, porém vemos a possibilidade de usar um software gratuito, o que torna o processo acessível financeiramente falando.

6. Considerações Finais

A pergunta de pesquisa foi respondida parcialmente, ao ter parâmetros cumpridos por todos os artigos enquanto outros foram respondidos por alguns. Para captar as medidas, os aparelhos relatados foram de luz estruturada, infravermelho e contato, pois cumprem a função, sendo o de infravermelho aquele que cumpre melhor o papel, por ser de baixo custo e apresentar o menor tempo de digitalização. O processo de impressão 3D identificado proporciona uma produção de baixo custo e que independe das habilidades manuais do operador. A modelagem automatizada exige menos conhecimento de software do operador e um menor tempo para produzir o modelo da órtese, para o nosso objetivo devemos aprimorar tal estimativa de tempo. Como sistema de impressão 3D o FDM foi unanimidade e o material não se teve uma concordância, precisando assim de uma pesquisa mais aprofundada. Assim como os materiais, os softwares precisarão de um entendimento mais minucioso. A relevância é demonstrada no fato de não serem encontrados outros artigos de revisão sistemática que cumprissem todos os parâmetros deste artigo. Como diferencial, a pesquisa se limita à fabricação, sem levar em consideração o melhor produto.

7. Sugestões para trabalhos futuros

Parâmetros de comparação da sustentabilidade entre a imobilização gessada e a imobilização impressa.

Software para órtese a fim de tratar fraturas em membros superiores.

8. Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES).

Referências

- [1] Agência Nacional de Saúde Suplementar. Parecer técnico nº 24/geas/ggras/dipro/2021 cobertura: órteses, próteses e materiais especiais – pme. [parecer_tecnico_no_24_2021_orteses_proteses_e_materiais_especiais_opme.pdf](#) (www.gov.br). Acesso em: junho de 2023.
- [2] HUNGRIA NETO, José Soares ; Consolidação óssea. In: Rames Mattar Junior; Reynaldo Jesus - Garcia Filho. (Org.). Tratado de Ortopedia. : Roca, 2007, v. 1, p. 623-624.
- [3] VIEIRA, Gustavo Cardoso; FONSECA, Marisa De Cássia Registro; SHIMANO, Antônio Carlos; Nilton MAZZER; BARBIERI, Cláudio Henrique; ELUI, Valéria Carril Meirelles. AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS DE ATADURA GESSADA DE TRÊS DIFERENTES FABRICANTES, UTILIZADA PARA CONFECÇÃO DE ÓRTESES. ACTA ORTOP BRAS. 2006. Artigo.
- [4] DOUAT, E. S. V. Estudo comparativo do efeito do ultrassom terapêutico de 1MHz de frequência de repetição de pulso a 100Hz e 16Hz no reparo da osteotomia por escareação de tibia de rato. São Carlos. Dissertação - Escola de Engenharia de São Carlos, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto e Instituto de Química de São Carlos da Universidade de São Paulo. 2004.

- [5] BATALHA, C.G. Fisioterapia no tratamento de fratura incompleta de epicôndilo medial em fox paulistinha, 2006. Dissertação (Especialização) – Escola Qualittas / Universidade Castelo Branco.
- [6] CAMPAGNE, Danielle. Visão geral das fraturas. Manual MSD, Versão para Profissionais de Saúde. 2017. Disponível em: <<https://www.msmanuals.com/pt/profissional/les%C3%B5es-intoxica%C3%A7%C3%A3o/fraturas/vis%C3%A3o-geral-das-fraturas>>
- [7] FONSECA, Natalia Carolina C. Della Valle Pinheiro. A APLICABILIDADE DO ULTRASSOM TERAPÊUTICO NO REPARO ÓSSEO DE FRATURAS: UMA REVISÃO. ANUÁRIO DA PRODUÇÃO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DISCENTE Vol. 13, N. 18, Ano 2010. Disponível em: <https://repositorio.pgskroton.com.br/bitstream/123456789/1179/1/artigo%206pdf.pdf>
- [8] VOLPATO, NELI. PROTOTIPAGEM RÁPIDA - Tecnologias e Aplicações. Blücher, 2007.
- [9] TONG, A.; FLEMMING, K.; MCINNES, E.; OLIVER, S. et al. Enhancing transparency in reporting the synthesis of qualitative research: ENTREQ. BMC medical research methodology, 12, n. 1, p. 1-8, 2012.
- [10] METHLEY, Abgail M et al. Pico, Picos and Spider: a comparison study of specificity and sensitivity in three search tools for qualitative systematic reviews. BMC health services research, v. 14, n.1, p. 1-10, 2014.
- [11] MANI, M.; LUONS, K. W.; GUPTA. S. K. Sustainability Characterization for additive Manufacturing. Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology. Volume 119. 2014.

Cartografia: mapeando e produzindo territórios existenciais e relacionais *Cartography: mapping and producing existential and relational territories*

Natalí Abreu Garcia, Mestra em design, PUC-Rio

nataligarcia@gmail.com

Carlo Franzato, Doutor em design, PUC-Rio

carlofranzato@puc-rio.br

Resumo

Entendemos como muito relevante o desenvolvimento de outras formas de fazer pesquisa, que busquem a superação da dicotomia sujeito-objeto, tão marcada no tradicional fazer científico e projetual, e que permitam considerar a pluralidade de relações ecossistêmicas implicadas no território a ser pesquisado. Este artigo tem como objetivo apresentar a cartografia e suas referências teóricas e projetuais a partir da revisão de diferentes documentos: publicações científicas, obras de divulgação, relatórios projetuais e sites. Além disso, sumarizam-se algumas compreensões sobre a cartografia, a fim de propô-la como ética projetual e proposição metodológica para um design regenerativo orientado a uma visão de mundo relacional e ecológica.

Palavras-chave: cartografia; processos projetuais; design regenerativo

Abstract

We understand as very relevant the development of other forms of doing research, which seeks to overcome the subject-object dichotomy, which is marked in traditional ways of scientific and project work, and which allows us to consider the plurality of ecosystem relations involved in the territory to be investigated. This article aims to present cartography and its theoretical and design references, through the review of different documents: scientific publications, popular works, project reports and sites. Also, some understandings about cartography are summarized, proposed as an ethical and methodological proposition for a regenerative design oriented towards a relational and ecological worldview.

Keywords: cartography; design processes; regenerative design

1. A cartografia

A cartografia é uma poderosa maneira de consideração e intervenção nos territórios por meio do mapeamento de suas forças e da coprodução de novos agenciamentos e relacionamentos. É de suma importância, para um design que se propõe regenerativo [1], considerar o território em sua integralidade, ou seja, em sua pluralidade de atores e relações ecossistêmicas. Tais atores não são apenas humanos, mas, além deles, trata-se de toda forma biótica, abiótica, material ou imaterial presente nas relações que compõem a realidade, a existência.

A cartografia foi proposta, inicialmente, pelos filósofos Deleuze e Guattari, no livro “Mil Platôs” [2][3]. É uma ética dirigida a uma pesquisa que enfrente os modos tradicionais da ciência e da academia, que são, muitas vezes, insuficientes para lidarmos com a complexidade do nosso mundo. No modo científico tradicional, o pesquisador adota uma suposta neutralidade na coleta de dados. Ou seja, há uma imaginada divisão entre aquele que pesquisa e o que é pesquisado (sujeito *versus* objeto); porém, essa divisão é impossível, pois, na realidade, nós estamos completamente implicados naquilo que pesquisamos – e mais, nosso ponto de vista crítico advém do nosso repertório e das perspectivas sobre o que foi pesquisado e além.

Deleuze e Guattari, então, propuseram um jeito de fazer que não se concentrasse em representar a realidade como algo estático, e sim cartografasse os processos enquanto estes aconteciam e que se situasse no espaço a ser cartografado, percebendo as linhas de forças que o percorrem [4]: forças de dinâmicas sociais, ambientais e subjetivas (seja essa subjetividade individual ou coletiva) [5][6]. Dessa forma, percebe-se que, apesar de o termo ser emprestado da geografia e amplamente utilizado na confecção de mapas geográficos, a cartografia não diz respeito apenas a realidades geográficas: é um processo vivo de mapeamento de qualquer tipo de realidade com que os cartógrafos deparam.

A partir dessa proposta de Guattari e Deleuze, outros acadêmicos e pesquisadores, apropriando-se dela, criaram métodos e práticas de pesquisa qualitativa. Pesquisadores brasileiros, inclusive, protagonizaram tais movimentos, como Suely Rolnik, Virginia Kastrup, Eduardo Passos e Luciano da Costa [7][8][9][10][11][12].

Neste artigo, buscamos sumarizar algumas compreensões sobre a cartografia aplicada ao campo da pesquisa e do design, além de apresentar projetos que demonstram tais traços, percebidos nesse novo modo de atuar que mantém uma relação com o campo projetual.

2. Compreensões sobre a cartografia

Uma pesquisa que adote uma ética cartográfica não se limita à coleção de dados pré-determinados, de acordo com procedimentos igualmente pré-determinados. Trata-se de um processo de investigação e coprodução de seus materiais, que se estrutura em devir. A cartografia, de fato, desdobra-se a partir de uma atitude inventiva e, ao mesmo tempo em que mapeia, também agencia e altera. Por meio da cartografia, observa-se, mostra-se, reflete-se, critica-se e se age. A cartografia surge como um princípio “inteiramente voltado para uma experimentação ancorada no real” [2, p. 21].

O mapa é aberto, é conectável em todas as suas dimensões, desmontável, reversível, suscetível de receber modificações constantemente. Ele pode ser rasgado, revertido, adaptar-se a montagens de qualquer natureza, ser preparado por um indivíduo, um grupo, uma formação social. Pode-se desenhá-lo numa parede, concebê-lo como obra de arte, construí-lo como uma ação política ou como meditação [2, p. 21].

Ao contrário da pesquisa tradicional, na cartografia, não partimos de hipóteses duras, mas permitimos que os territórios existenciais se revelem, podendo e devendo alterar o curso de nossa investigação [8].

A metodologia, quando se impõe como palavra de ordem, define-se por regras previamente estabelecidas. Daí o sentido tradicional de metodologia que está impresso na própria etimologia da palavra: *metá-hódos*. Com essa direção, a pesquisa é definida como um caminho (*hódos*) predeterminado pelas metas dadas de partida. Por sua vez, a cartografia propõe uma reversão metodológica: transformar o *metá-hódos* em *hódos-metá*. Essa reversão consiste numa aposta na experimentação do pensamento - um método não para ser aplicado, mas para ser experimentado e assumido como atitude. Com isso não se abre mão do rigor, mas esse é ressignificado. O rigor do caminho, sua precisão, está mais próximo dos movimentos da vida ou da normatividade do vivo, de que fala Canguilhem. A precisão não é tomada como exatidão, mas como compromisso e interesse, como implicação na realidade, como intervenção [8, p. 11].

Segundo Costa [11], a cartografia é mais do que um possível método de pesquisa, podendo ser entendida como uma inspiração ético-política, conforme proposta por Deleuze e Guattari [2][3], que busca complementar e fortalecer a pesquisa qualitativa. “Trata-se de uma posição ética porque coloca em questão o próprio sujeito operador de uma intervenção, na medida em que ele também se assume enquanto uma instituição a ser analisada” [11, p. 14].

Por meio da cartografia, podemos acompanhar processos através da análise de suas linhas imanentes. Tais linhas são articulações, que estão misturadas umas com as outras, e o grande desafio é desenredar essas linhas, o que Deleuze [4] chama de cartografar:

Temos tantas linhas emaranhadas quanto a mão. Somos complicados de modo diferente da mão. O que chamamos por nomes diversos – esquizo-análise, micro-política, pragmática, diagramatismo, rizomática, cartografia – não tem outro objeto do que o estudo dessas linhas, em grupos ou indivíduos [13, p. 148]

Instalamos-nos nessas linhas, percorrendo territórios desconhecidos, traçando mapas. Costa e Amorim [12], a partir das propostas e conceitos deleuze-guattarianos, apresentam uma teoria das três linhas, que estão presentes em todos os processos vivos: linhas duras, linhas flexíveis e linhas de fuga.

Linhas duras são segmentaridades, limites de territórios, binarismos, protocolos. “As linhas duras demarcam identidades, deveres, hábitos, convenções, opiniões cristalizadas, enfim, representam os modos mais seguros e violentos de existência” [12, p. 918].

Linhas flexíveis e de fuga são os desvios e emergências, que surgem de forma molecular e não demarcam territórios, mas, antes, podem levar a um trânsito entre territórios e dispositivos, ou, ainda, à desconstrução ou à transformação deles.

Já as linhas flexíveis estão na ordem, muitas vezes, do inconsciente, do não dito; as linhas de fuga representam uma ruptura decisiva, uma busca de transformação, fugindo das categorizações e julgamentos apriorísticos. Para Deleuze [4], linhas de fuga são subjetivação, configurando-se como possíveis caminhos inventivos de resistência e devir. Em suma, Guattari e Deleuze nos convocam a olhar mais para processos e relações do que para estruturas.

3. Referências projetuais relevantes para o design

A seguir, apresentamos algumas referências projetuais relevantes para o entendimento da cartografia sob enfoque do design regenerativo, que considera as relações ecossistêmicas e valoriza o metaprojeto e a produção de subjetividades. Em cada caso, cujo detalhamento pode ser conhecido no endereço virtual indicado, mencionamos um traço que nos aproxima do entendimento da cartografia enquanto proposta projetual.

Em *Nova Cartografia Social da Amazônia* [14] (<http://novacartografiasocial.com.br/>), podemos encontrar uma enorme potência agenciadora e coletiva. São realizados projetos que envolvem mapeamentos e elaboração de fascículos em colaboração com as comunidades locais, que, por sua vez, podem automapear discursos, culturas, lugares, conflitos, evidenciando suas condições e expressões existenciais e singulares (Figura 1).

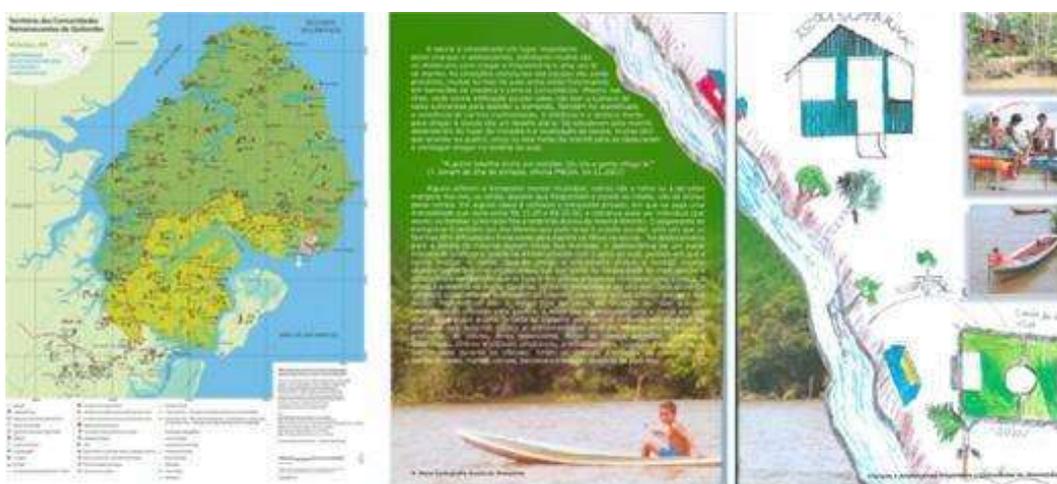


Figura 1. Fascículo Crianças e Adolescentes Ribeirinhos e Quilombolas de Adaetetuba. Fonte: <http://novacartografiasocial.com.br/download/01-criancas-e-adolescentes-ribeirinhos-e-quilombolas-de-adaetetuba/>

Em *Cartografia do Orçamento Participativo de Belo Horizonte* (<https://opbh.cartografia.org/>), temos a aplicação de um método denominado “Cartografia Indisciplinar” [14][15]. No mesmo contexto, foi criado um jogo territorial como dispositivo cartográfico para interação com a comunidade [16]. O jogo é composto por maquetes das vilas, cartas e linha do tempo com identificações de obras, atores, narrativas e outros eventos sobre os orçamentos participativos (Figura 2).



Figura 2. Imagens do Jogo Cartográfico. Fonte: <https://opbh.cartografia.org/jogo-cartografico-op/>

A editora Subjective Atlas (<https://www.subjectiveeditions.org/>) organiza publicações cartográficas de cidades, territórios e nações. Os atlas são livros publicados com a contribuição das subjetividades locais, conectadas a um projeto em rede global. Por meio de um mapeamento realizado por uma intersubjetividade coletiva, de forma *bottom-up* e enraizada nas experiências reais, é gerado um conhecimento a partir do lugar e das pessoas que o habitam.



Figura 3. À esquerda, imagem de pessoas folheando as diferentes publicações; à direita, reprodução das páginas 20 e 21 do eBook Subjective Atlas of Palestine. Fonte: <https://www.subjectiveeditions.org/atlas/p/ebooksubjectiveatlasofpalestine>

No livro *Floresta*² (<https://www.academia.edu/43499596/floresta>), podemos ver a produção oriunda de recorrentes imersões, cartografando relações que extrapolam o domínio do humano e implicam o corpo, as sensibilidades, as artes e a política (Figura 4).

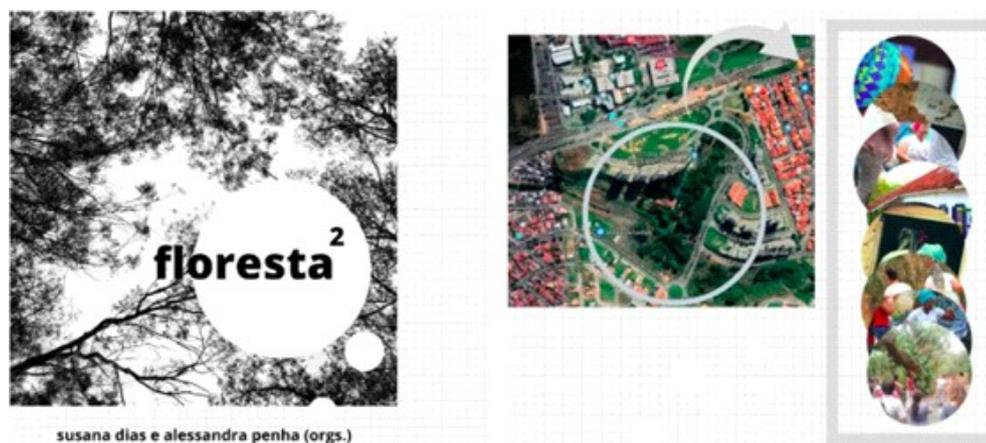


Figura 4. Imagem de capa e página 12 do livro *Floresta*². Fonte: <https://www.academia.edu/43499596/floresta>

Considerações finais: insumos cartográficos para um Design Regenerativo

Em 1989, Guattari propôs a Ecosofia como uma articulação ético-estético-política em três registros ecológicos das subjetividades, das relações sociais e do meio ambiente [17]. Ainda que pareça aludir ao meio ambiente de forma genérica, o filósofo nos convoca a agenciar objetos ecosóficos [5], ou seja, uma confluência dos registros supracitados. Na visão de Guattari, é preciso agenciarmos produções de subjetividades e formações subjetivas, de forma intencional e molecular, a fim de criarmos as condições para a saída das crises socioambientais que vivenciamos, engendradas em um empobrecimento subjetivo homogeneizante, que está em “movimento geral de implosão e infantilização regressiva” [17, p. 8].

A partir dos insumos guattarianos, ao longo de seu mestrado, a autora elaborou uma compreensão sobre o Design Regenerativo, direcionado a fomentar a elaboração de subjetividades humanas orientadas por uma visão de mundo ecológica em que sejam compreendidas e respeitadas as diversas relações ecossistêmicas (entre atores humanos, não-humanos, vivos ou não) [18].

No trabalho de campo, fizemos um convite aos participantes para a realização de movimentos projetuais que pudessem incitar processos regenerativos. Com isso, buscamos uma cartografia e uma intervenção em que os sujeitos estavam implicados no território, propondo transformações e transformando-se durante os movimentos de mapear, prospectar e catalisar [1]. Uma grande preocupação do Design Regenerativo é buscar alternativas ao pensamento marcadamente moderno e antropocêntrico; portanto, nesse sentido, buscamos realizar experimentos com a cartografia.

Para a imersão, realizada em uma área de preservação ambiental na Serra da Cantareira em São Paulo, que durou 4 dias e envolveu cerca de 10 participantes, produzimos um kit, contendo insumos e orientações relacionados a uma ética cartográfica. Propusemos que os participantes escrevessem sobre si, seus valores, pontos de vista e expectativas. Criamos um ambiente de diálogo horizontal e seguro para o estabelecimento e fortalecimento de vínculos. Propusemos a realização de um mapeamento do território, estando nele implicados. Percorremos e vivenciamos o lugar, conhecendo mais sobre suas histórias e relações a partir da interação com as pessoas que o habitavam.

Na volta de uma caminhada sentipensante, o grupo, em silêncio, realizou o mapeamento dos territórios que estávamos vendo emergir, em suas linhas e registros do meio ambiente, das relações sociais e das subjetividades (Figura 5).

Continuamos os workshops com rodas de conversa, articulando princípios de uma prática regenerativa, que envolvem o reconhecimento da interexistência e o estabelecimento de diálogos para a identificação de capacidades que podem ser desenvolvidas para fortalecer as relações de agregação de valor aos ecossistemas. Também cocriamos videomanifestos (https://youtu.be/bhGTd0A6o_4 e <https://youtu.be/mYmjX2QZoEE>), que propuseram, por um lado, uma visão da regeneração e seus *ethos* e, por outro, uma ecoperformance, a fim de cartografar narrativas e conflitos existentes no território, que sensibilizaram o grupo.



Figura 5. Imagens da Imersão Regeneração, atividade imersiva em que realizamos experimentos com a cartografia. Fonte: Garcia, 2021.

Nessa compreensão de cartografia como ética projetual para mapeamentos ecossistêmicos, são enfocadas não apenas as relações sociais, mas, antes, as relações plurais entre atores bióticos e abióticos que compõem os lugares. Também, não analisamos tecnicamente os sistemas como objetos estáticos e apartados de nós mesmos, mas buscamos mergulhar e cartografar a interexistência, para sensibilizar, fazer ver, criticar e agenciar. Os produtos desse trabalho não são apenas os artefatos visuais típicos do processo artístico ou de design, e sim os efeitos nas relações e formas de ver, pensar e agenciar.

Agradecimentos

Natalí Abreu Garcia conta com bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES, código de financiamento 001). Carlo Franzato conta com o apoio da bolsa de Produtividade em Pesquisa do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, processo 314437/2023-1). Também conta com o financiamento da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), no escopo do Programa de Apoio a Projetos Temáticos no Estado do Rio de Janeiro (projeto Gávea Lab, processo número SEI-260003/001198/2023 – APQ1).

Referências

- [1] GARCIA, N. G.; FREIRE, K. M.; FRANZATO, C. Princípios e movimentos para processos projetuais regenerativos. **Mix Sustentável**, v. 9, n. 2, p. 63-74, 2023. Disponível em: <https://ojs.sites.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/5706>. Acesso em: 15 maio 2024.
- [2] DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **Mil Platôs: capitalismo e esquizofrenia**. Tradução Aurélio Guerra Neto e Célia Pinto Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1995a. V. 1.
- [3] DELEUZE, G.; GUATTARI, F. **Mil Platôs: capitalismo e esquizofrenia**. Tradução Aurélio Guerra Neto e Célia Pinto Costa. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1995b. V. 3.
- [4] DELEUZE, G. O que é um dispositivo? In: _____. **O mistério de Ariana**. Lisboa: Ed. Vega; Passagens, 1996. Disponível em: https://www.uc.pt/iii/ceis20/conceitos_dispositivos/programa/deleuze_dispositivo. Acesso em: 24 fev. 2024
- [5] NADAUD, S. **Félix Guattari ¿Qué es la Ecosofia?:** textos presentados y agenciados por Stéphane Nadaud. Buenos Aires: Cactus, 2015.
- [6] GUATTARI, F. Heterogênes. In: _____. **Caosmose: um novo paradigma estético**. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1992.
- [7] ROLNIK, Suely. **Cartografia Sentimental: transformações contemporâneas do desejo**. 2. edição. Porto Alegre: Sulina; Editora UFGRS, 2016.
- [8] PASSOS, E.; KASTRUP, V.; ESCÓSSIA, L. **Pistas do método da cartografia: pesquisa-intervenção e produção de subjetividade** Porto Alegre: Sulinas, 2009. V. 1.
- [9] PASSOS, E.; KASTRUP, V.; TEDESCO, S. **Pistas do método da cartografia: a experiência da pesquisa e o plano comum**. Porto Alegre: Sulinas, 2014. V. 2.
- [10] COSTA, L. Cartografia: uma outra forma de pesquisar. **Revista Digital do LAV**, [S. l.], v. 7, n. 2, p. 066–077, 2014. DOI: 10.5902/1983734815111. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/revislav/article/view/15111>. Acesso em: 24 fev. 2024.
- [11] COSTA, L. A cartografia parece ser mais uma ética (e uma política) do que uma metodologia de pesquisa. **Paralelo 31**, v. 2, n. 15, p. 10, 10 dez. 2020.

- [12] COSTA, L; AMORIM, A. Uma introdução à teoria das linhas para a cartografia. **Atos de Pesquisa em Educação**, [S. l.], v. 14, n. 3, p. 912-933, dez. 2019. Disponível em: <https://proxy.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/8045>. Acesso em: 24 jan. 2022.
- [13] DELEUZE, G; PARNET, C. **Diálogos**. São Paulo: Editora Escuta, 1998.
- [14] ALMEIDA, A. Nova Cartografia Social: territorialidades específicas e politização da consciência das fronteiras. In: ALMEIDA, A.W. B. de; FARIAS JÚNIOR, E. de A. (orgs.). **Povos e comunidades tradicionais: nova cartografia social**. Manaus: UEA Edições, 2013.
- [15] LOPES, M. S. B.; RENA, N. S. A.; SÁ, A. I. Método Cartográfico Indisciplinar: da topologia à topografia do rizoma. **V!RUS**, São Carlos, n. 19, 2019. [online] Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/virus/virus19/?sec=4&item=6&lang=pt>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- [15] RENA, N.; SOUZA, G.; SÁ, A.; NOBRE, M. **Cartografia do Orçamento Participativo em BH**. Belo Horizonte, MG: Agência de Iniciativas Cidadãs, 2022b. V. 2.
- [16] RENA, N.; SOUZA, G.; SÁ, A.; NOBRE, M. **Cartografia do Orçamento Participativo em BH**. Belo Horizonte: Agência de Iniciativas Cidadãs, 2022a. V. 1.
- [17] GUATTARI, F. **As três ecologias**. Campinas: Papirus, 2009.
- [18] GARCIA, N. **Regeneração e as três ecologias de Guattari**: exploração e experimentação para o desenvolvimento do Design Estratégico. 2022. Dissertação (Mestrado em Design) – Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Porto Alegre, 2022.

POR QUANTO TEMPO DURA UM EVENTO?

Contribuições do Design de Ambientes quanto ao impacto ambiental dos resíduos gerados por cenografias de eventos

HOW LONG DOES AN EVENT REALLY LAST?

Contributions of Interior Design regarding the environmental impact of refuse generated by event scenography

Mariah Guedes Mouraria

mariahguedesmouraria@gmail.com

Sílvia de Alencar Rennó

silvia.renno@uemg.br

Resumo

Esta pesquisa propõe uma reflexão sobre as contribuições do Design de Ambientes na concepção de projetos cenográficos no que concerne ao impacto ambiental dos resíduos gerados por eventos. Procedeu-se a um estudo de caso de um evento realizado em 2023, em Belo Horizonte, Minas Gerais. Por meio de observações e entrevistas com alguns dos responsáveis por sua execução, identificou-se como são tratadas questões sustentáveis, sobretudo relativas ao descarte dos resíduos, durante o processo de planejamento e implementação do evento. Os resultados evidenciaram oportunidades promissoras para o campo do Design que, por meio de suas habilidades projetuais e estratégicas, muito pode colaborar para melhores práticas no setor de eventos.

Palavras-chave: Design de Ambientes; Design Efêmero; Cenografia; Sustentabilidade; Resíduos

Abstract

This research proposes a reflection on the contributions of Interior Design in the conception of scenographic projects regarding to the environmental impact of refuse generated by events. A case study was carried out on an event held in 2023, in Belo Horizonte, Minas Gerais. Through observations and interviews with some of those responsible for its execution, it was identified how sustainable issues are dealt with, especially those relating to waste disposal, during the process of planning and implementing the event. The results highlighted promising opportunities for the field of Design which, through its strategic skills, can greatly contribute to better practices in the events sector.

Keywords: Environmental Design; Ephemeral Design; Scenography; Sustainability; Refuse

1. Introdução

Este artigo trata da relação entre o design de ambientes cenográficos para eventos e questões de sustentabilidade com ênfase no descarte de resíduos. Entendidos como efêmeros, ou seja, temporários [1,2], os ambientes de eventos configurados por suas cenografias [3,4] tendem a apresentar um grande volume de material descartado em suas fases de montagem e desmontagem [5,6]. Portanto, apesar de sua natureza transitória, considera-se que o impacto de uma criação efêmera transcende seu próprio tempo de existência. Questiona-se, assim, a falta de planejamentos mais responsáveis que levem em conta não apenas a realização dos eventos em si, mas também suas repercussões a longo prazo.

Um dos problemas urbanos contemporâneos mais complexos é a produção e a gestão de resíduos sólidos, causando inúmeros efeitos nocivos ao meio ambiente [7-14]. Diversas pesquisas empíricas analisam a geração e gestão de resíduos sólidos considerando estudos de caso nos mais diversos setores, como o alimentício [15,16], o corporativo [7], de comércio e serviços [9,11,17,18], o industrial [19], o militar [13], o residencial [20], o educacional [21,22], além do contexto urbano [10,12,14]. Muitos destes estudos utilizam a observação, com categorização dos tipos de resíduos e registros fotográficos, e entrevistas ou questionários como procedimentos de coleta de dados, sendo que alguns ainda apresentam o levantamento quantitativo dos resíduos verificados em campo [9,16,19,20,23].

Contudo, ainda são poucos os estudos empíricos brasileiros sobre a produção e gestão de resíduos sólidos considerando o setor de eventos, e a maioria dos trabalhos encontrados na literatura pauta-se nos resíduos gerados durante o consumo dos eventos, ou seja, produzidos pelo público participante [8,23], alguns com ênfase na atuação de catadores de resíduos recicláveis [24,25,26,27]. Constata-se, portanto, carência de pesquisas empíricas que tratem dos resíduos sólidos gerados pela produção do evento, ou seja, pela cenografia elaborada por projetos de design.

A área do Design, por sua vez, discute com bastante propriedade as dimensões ambientais e sustentáveis que envolvem os processos projetuais e de gestão de suas atividades [28], sempre conectadas às necessidades dos usuários [29-31]. Deste modo, à medida que a sociedade evolui e enfrenta desafios cada vez mais complexos, o campo do Design se revela como um catalisador para a inovação e para a solução de problemas interdisciplinares.

Nesse sentido, esta pesquisa objetiva refletir sobre possíveis contribuições do Design de Ambientes na concepção de projetos cenográficos quanto ao impacto ambiental dos resíduos gerados por um evento. A relação entre design, eventos e geração de resíduos é um campo de estudo ainda a ser explorado [32] e a sua divulgação é de extremo interesse para a sociedade contemporânea. Além disso, a preocupação com a sustentabilidade está cada vez mais presente na atualidade, e os consumidores estão se tornando mais conscientes das questões ambientais. Portanto, considerar a geração de resíduos na cenografia e adotar abordagens sustentáveis pode ser um diferencial para os profissionais de Design, demonstrando um compromisso com a responsabilidade ambiental e a capacidade de criar soluções criativas e inovadoras.

2. A sustentabilidade no design de ambientes efêmeros

O Design é uma disciplina que apresenta ampla atuação e dialoga com transformações da sociedade no que tange às questões sociais, políticas, culturais, econômicas, ambientais e tecnológicas [33,34]. É uma atividade que envolve o processo de criação e desenvolvimento

de produtos, serviços e ambientes, sempre considerando a qualidade de vida das pessoas [30]. Dentro deste amplo escopo, encontra-se o Design de Ambientes. Este se concentra na criação e no planejamento sistemático de diversos espaços de convivência e atividades humanas, sejam eles internos ou externos, com finalidades específicas [29-31].

Alguns designers de ambientes se especializam em projetos de implementação rápida, de caráter efêmero e que contemplam a cenografia para uma ampla gama de propósitos, como stands comerciais, feiras, desfiles de moda, cinema, televisão, teatro, festas e outros eventos [2]. A palavra "efêmero" tem sua origem no termo grego *ephēmeros*, que descreve uma condição marcada por um estado passageiro e de curta duração. Consequentemente, a definição de espaço efêmero se alinha a essa condição, ou seja, um espaço temporário com um ciclo de vida breve e pré-determinado [1]. Ao planejar qualquer ambiente, é crucial considerar tanto os aspectos físicos, como o layout, as cores e o mobiliário, quanto os componentes subjetivos que revelam como os seres humanos percebem o espaço e o significado que emerge dessa interpretação [35]. Relativo aos ambientes efêmeros, eles têm o propósito de transmitir uma ideia utilizando a menor quantidade possível de material, tempo e energia, dada sua condição temporária. Essa característica efêmera dos espaços se adequa perfeitamente a uma nova realidade, na qual busca-se impactar o espectador de forma rápida e eficiente, mesmo que seja apenas por meio de uma simples impressão [36]. Nesse sentido, o principal destaque do design de ambientes efêmeros reside na experiência única que proporciona, incentivando a apreciação plena do momento presente [6].

Uma estratégia bastante explorada pelos ambientes efêmeros é a cenografia, entendida como a organização de elementos intimamente ligados à imaginação com o objetivo de contextualizar uma apresentação [3] e estabelecer uma conexão significativa entre a cena e o público [4]. A cenografia estimula a imaginação ao trabalhar diretamente com os sentidos físicos das pessoas. Na ambientação cenográfica, todo o processo criativo é guiado por um conceito específico a partir de uma intenção pré-concebida pelo diretor e pelo cenógrafo, buscando despertar os sentidos dos espectadores por meio de elementos como textura, volume, cor e efeitos de luz [37]. Ainda que seja natural pensar a cenografia ligada ao teatro e ao cinema, seus propósitos não se limitam a criar um ambiente para um texto, mas sim para uma situação, uma vez que vivemos em uma sociedade da performance, em que muitas coisas são concebidas, pensadas e executadas como espetáculo [38]. Nesse contexto, a cenografia se torna uma mídia essencial e inovadora que se aproxima mais do marketing do que das artes cênicas, mostrando-se importante abordagem para o design de ambientes de eventos de curta duração.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (2022, p. 2) define os eventos como “acontecimentos planejados, com data, local, formato e horário específicos, envolvendo a combinação de múltiplas atividades e ações, para estruturá-los de modo a alcançar os objetivos previamente definidos”. Assim, os eventos são formados pela movimentação de pessoas, ao mesmo tempo em que atendem às necessidades de mercado relacionadas a entretenimento, lazer, conhecimento, descanso, dentre outras motivações [40]. Eles podem ser classificados por áreas de interesse (p. ex.: artístico, beneficente, cultural, promocional, religioso etc.); por porte (referente à quantidade de público); por periodicidade; por perfil de público; por tipo de adesão (se fechado ou aberto); por tipo de acesso (pago ou gratuito); por forma de realização (presencial, virtual ou híbrido); e por abrangência, ou seja, se mundial, internacional, nacional, estadual, municipal ou regional [39]. Além destas categorias, os eventos ainda são divididos em 80 tipologias, dentre elas as feiras, caracterizadas como “eventos de realização temporária, de natureza diversificada ou específica, com finalidade

comercial definida, reunindo os canais de produção, distribuição e consumidores” (ABNT, 2022, p. 11). Outra classificação [40] divide os eventos em institucionais e promocionais. Considera 15 áreas de interesse e, quanto aos tipos, classifica os eventos em 56, incluindo reunião, congresso, feira, exposição, show, desfile, festival, entre outros [40].

A elaboração de eventos requer conhecimentos e habilidades técnicas específicas [39] e para sua realização é necessário um modelo de planejamento e organização. São sugeridos quatro estágios: 1- levantamento de informações, em que é definida a natureza do evento, realizado o estudo de viabilidade e captados os recursos necessários; 2- planejamento e organização, contemplando toda a parte projetual e logística; 3- execução, ou o momento em que é realizada a montagem das infraestruturas, envolvendo recursos humanos, materiais, serviços e fornecedores; 4- avaliação e providências finais, ou seja, o fechamento do evento, a desmontagem física da estrutura, conclusão de custos e relatório final [40]. Neste processo, destacam-se os momentos de montagem e desmontagem como os grandes responsáveis pela geração de resíduos, demandando especial atenção para sua correta gestão [5,6]. Estas etapas, juntamente com a construção, o uso e o descarte, são as que concentram os mais significativos e relevantes impactos ambientais da atividade de design de ambientes para eventos [6]. A exigência atual para desenvolver projetos em prazos extremamente curtos acaba distanciando a atividade do compromisso com a duração consequente, ou seja, com o planejamento não apenas do evento em si, mas também do que advém com a sua conclusão [6]. A desmontagem torna-se a fase mais crítica, em função dos prazos exíguos para liberar os locais após os eventos [5]. Conforme Ribeiro (2019, p. 62), “dá-se o nome de desmontagem a essa etapa, mas o que verdadeiramente ocorre na prática é a demolição da construção após o uso”. Portanto, refletir sobre o desperdício e a geração de resíduos é fundamental para a análise ambiental desta atividade.

Segundo Pimenta *et al.* (2022), há duas maneiras de enfrentar o problema dos resíduos: reduzir a geração, minimizando o desperdício, e reciclar, ou seja, reaproveitar os materiais descartados, reintroduzindo-os no ciclo produtivo. Nesse entendimento, adota-se a “gestão dos 3Rs” que se referem a Reduzir, Reaproveitar e Reciclar [11]. Introduce-se, assim, o conceito de ciclo de vida do produto, que diz respeito às interações entre o ambiente e o conjunto de processos que envolvem seu “nascimento”, “vida” e “morte”, ou seja, o produto é analisado em relação aos fluxos de matéria, energia e emissões das atividades que o acompanham ao longo de toda a sua existência. No contexto do “ciclo de vida”, considera-se o produto desde a extração dos recursos necessários para a produção dos materiais que o compõem (fase de nascimento), até o último tratamento desses mesmos materiais após o uso do produto (fase de morte) [28]. No caso dos eventos, ressalta-se a enorme diferença que há entre o tempo de uso de um objeto (vida útil) em comparação ao tempo de duração dos materiais que o compõem após serem descartados (vida como dejetos) [6]. Isso vai ao encontro das discussões sobre a relação entre sustentabilidade e design. A sustentabilidade ambiental aborda as condições sistêmicas nas quais as atividades humanas devem ser realizadas de forma a evitar interferências nos ciclos naturais que sustentam a resiliência do nosso planeta [28]. No setor de eventos, a real sustentabilidade é um aspecto ainda pouco discutido entre os organizadores. Porém, é urgente a inclusão da perspectiva de desenvolvimento sustentável em evento, observando todas as questões ambientais do mundo contemporâneo e as práticas realizadas em projetos de ambientes efêmeros. Uma das possíveis maneiras de atingir tal propósito é por meio da melhor gestão dos resíduos gerados [32], através de um pensamento estratégico e sistêmico.

A abordagem do design estratégico, desde seu início, coloca a sustentabilidade como um de seus objetivos primordiais, além de considerá-la um princípio metodológico fundamental [41], podendo contribuir com ferramentas que melhoram os processos e atividades com vistas à sustentabilidade, sobretudo em função de seu caráter sistêmico [42]. Escolhas epistemológicas, como o pensamento sistêmico, têm se mostrado cada vez mais comuns para o desenvolvimento de novas abordagens, resultando em processos projetuais abertos e em devir, em vez de resultados acabados e finitos [41]. Portanto, o foco do design, dado seu pensamento holístico, deixa de ser unicamente os resultados (produtos e serviços) e passa a contemplar os processos [41,43]. Nesse entendimento sistêmico, tanto os produtos quanto os resíduos têm valor, resultando em um melhor equilíbrio entre produção, ambiente e sociedade [43]. Isso pode ser alcançado por meio de estratégias como o *Upcycling*, ou seja, a reutilização de materiais que seriam descartados para o desenvolvimento de novos produtos [11]. Conforme Humbert e Pupo (2021, p. 155), “na atualidade, é dever dos designers, arquitetos e engenheiros projetar e colocar em prática maneiras de reaproveitamento de seus produtos e materiais, quando estes não puderem mais cumprir com sua função principal”. Dessa forma, o design ganha o adjetivo estratégico porque deve agir estrategicamente perante a complexidade, e não porque decorre de determinada estratégia ou nela resulte [41].

Portanto, uma boa gestão de resíduos sólidos, a qual integra a coleta, o transporte, o acondicionamento, o tratamento e a disposição final do resíduo, é fundamental para qualquer instituição que entenda sua responsabilidade socioambiental [13]. Para que isso aconteça, é essencial que haja engajamento de toda a população, o que leva à necessidade de incentivar estratégias de sensibilização e educação ambiental [7,9,12,13,14,20] bem como o estímulo à coleta seletiva [11,12,20]. De fato, os resíduos sólidos gerados por eventos causam preocupação, e a atenção aos seus impactos ambientais é necessária em todo o processo de planejamento, elaboração e realização [8,23,24,44], o que requer maior atenção às estratégias de gestão. Embora haja carência de definições legais e institucionais que regulem a prática no Brasil [24], a Gestão Sustentável de Eventos pode se amparar em algumas normas nacionais e internacionais que definem diretrizes para a elaboração de eventos sustentáveis [45]. Em revisão sistemática de literatura sobre o tema, Maciel e Damke (2021) localizaram 22 artigos nacionais e internacionais publicados entre 2010 e 2020. A análise revelou um aumento na visibilidade do assunto a partir da publicação da norma ISO 20121/2012, com expressivo número de artigos em 2014, mas subsequente declínio até 2020. Os autores argumentam que a falta de incentivo e estímulo às práticas sustentáveis neste setor, inclusive em políticas públicas, e a queda na produção científica sobre o tema demonstram a relevância de restabelecer o debate acerca do assunto [45].

Identifica-se, assim, a necessidade de maior disseminação do pensamento sustentável como uma prática possível, além de desejável, no design de interiores e ambientes em geral [46,47] e, particularmente, no setor de eventos [23]. Muitos profissionais têm consciência da importância de um design de interiores sustentável, porém não o aplicam com frequência [46,48]. Prevalecem a vontade do cliente, as necessidades projetuais, a estética e o custo como critérios de definição de materiais, fazendo com que o impacto ambiental do ciclo de vida destes materiais e a gestão dos resíduos gerados pelas construções não sejam motivos relevantes para suas escolhas [48]. Além disso, a crença dos profissionais de que adotar práticas sustentáveis nos projetos resulta em maior custo e tempo despendidos limita sua aplicabilidade, haja vista a pressão dos clientes por prazos cada vez mais reduzidos e investimentos mínimos [48]. Brito *et al.* (2022) confirmam que a adoção de medidas

sustentáveis no setor de eventos tende a elevar o seu custo. Esta certamente é uma das prováveis razões para que um modelo de eventos sustentáveis ainda seja escasso atualmente [8]. Contudo, o conceito de evento sustentável extrapola a atenção aos impactos ambientais e torna-se uma ferramenta de conscientização de todos os envolvidos, inclusive o público [8,45]. Nesse sentido, a adoção de medidas ambientalmente sustentáveis colabora para a imagem institucional e, conseqüentemente, representa uma vantagem competitiva no mercado [18]. As certificações ambientais são vistas, inclusive, como forma de atingir novos mercados e clientes, sendo implementadas com mais frequência por empresas de maior porte em função de suas estruturas serem mais sólidas financeiramente [18].

Na pesquisa empírica realizada com 14 Micro e Pequenas Empresas do setor de comércio e serviços, De Paula, Luppi e Da Silva (2022) constataram que a maioria delas tem pouco ou nenhum conhecimento a respeito de gestão ambiental e práticas ambientalmente sustentáveis, não está disposta a comprometer recursos financeiros para adoção de tais medidas, e as considera desnecessárias ou pouco importantes. Além disso, mais de 70% dos gestores entrevistados afirmaram não estarem preocupados com os impactos ambientais causados por suas empresas. Dentre os fatores que desestimulam a adoção de práticas sustentáveis estão a escassez de recursos financeiros e a ausência de suporte para a implantação. Dessa forma, os autores argumentam que possíveis benefícios econômicos trazidos por práticas sustentáveis, bem como a imagem positiva delas advinda, preponderariam na tomada de decisões, em detrimento a reais preocupações ambientais [17].

Em pesquisa empírica realizada com produtoras de festas de casamentos, Cipullo, Mareco e Uliana (2023) constataram não haver muito empenho das empresas por uma gestão sustentável. Por meio de observações e entrevistas com os responsáveis pelas empresas, os autores analisaram qualitativa e quantitativamente o descarte de resíduos gerados no pós-evento de cinco festas de casamento, e verificaram os protocolos adotados pelas empresas em relação à sustentabilidade ambiental. Relativo ao descarte de resíduos, foi constatada ineficiência na separação entre os orgânicos e os recicláveis, embora as empresas tenham alegado realizar a segregação. Além disso, não há ênfase em treinamentos e orientações aos funcionários sobre a questão. Apesar de demonstrarem preocupação quanto ao correto descarte dos resíduos gerados, as empresas investigadas desconhecem seu destino final. Nesse sentido, os autores concluíram que há uma lacuna entre os discursos e as práticas verificadas nos casos analisados [23].

Nos estudos de caso em duas grandes festas populares de rua do Brasil [24], foram analisados os processos de limpeza urbana com destaque para a atuação dos catadores de materiais recicláveis. Por meio de observação participante, registros fotográficos e entrevistas semiestruturadas, os autores identificaram os procedimentos adotados pelas empresas organizadoras e os tipos de resíduos gerados, discutindo as ações de limpeza urbana formal e informal.

No trabalho desenvolvido por Maciel *et al.* (2022), foi realizada uma análise da sustentabilidade de um evento acadêmico anual promovido pela Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), com base nos indicadores delineados no guia prático para eventos sustentáveis em instituições de ensino superior, assim como nas diretrizes estabelecidas pela norma ISO 20121/2012. A coleta de dados foi realizada por meio de pesquisa documental e entrevistas semiestruturadas com membros da comissão organizadora do evento. Os resultados evidenciaram que o evento apresenta características iniciais de sustentabilidade, mas há a necessidade de melhorias em diversos indicadores a

serem considerados no planejamento de futuras edições, sinalizando que a sustentabilidade é um processo contínuo de aprimoramento [21].

Já a concepção do evento acadêmico analisado por Berger, Zambenedetti e Eichenberg (2015) foi orientada pelo Design Estratégico considerando os princípios da sustentabilidade, os quais determinaram as soluções projetuais, as ações e os materiais empregados na cenografia. As ações relativas ao congresso foram articuladas de forma a promover o relacionamento entre as pessoas e seu engajamento com as pautas sustentáveis. A cenografia foi elaborada com material reutilizado e com a participação de grupos produtores de artesanato local em situação de vulnerabilidade social [22]. Destaca-se, assim, a inserção de atores que, normalmente, estão distanciados do sistema que apoia o mercado de eventos, impulsionando também a sustentabilidade social no setor.

Observa-se, portanto, enorme preocupação mundial quanto ao aumento da produção de resíduos levando à elaboração de diversos programas que incluem este quesito em suas pautas, como a Agenda 2030 [49] e o Pacto Global [50], ambas iniciativas da Organização das Nações Unidas (ONU). Em 2022, o Brasil registrou uma produção total de aproximadamente 81,8 milhões de toneladas de resíduos, o que corresponde a uma média diária de 224 mil toneladas. Isso significa que cada brasileiro gerou, em média, 1,043 quilos de resíduos por dia [51]. Dessa forma, a demanda por inovação sustentável é uma realidade, levando várias empresas a ajustarem suas práticas para atender às novas exigências do mercado [52], estando os designers em uma posição favorável para contribuir com melhores práticas nesta direção [6,28,52,53]. Sendo assim, apesar de sua natureza temporária, o impacto de uma criação efêmera transcende seu próprio tempo de existência, afinal, materiais duram mais do que ideias [6]. Sabendo que a principal característica do ambiente efêmero é a sua programada destruição [54] – termo este adotado por Carnide (2012) – por que não a fazer de maneira ideal? Ou, pelo menos, por que não adotar estratégias de design que possam ajudar a minimizar os impactos decorrentes da sua criação? Estas foram algumas das questões que motivaram a realização desta pesquisa.

3. Procedimentos metodológicos

Esta é uma pesquisa empírica, de abordagem qualitativa e apresenta o estudo de caso como procedimento. Iniciou-se com uma revisão bibliográfica contemplando o tema central e com a seleção do objeto de estudo: a 10ª edição do evento Nerd Experience, que aconteceu nos dias 21 e 22 de outubro de 2023 no Minas Shopping, em Belo Horizonte, reunindo amantes da cultura *nerd-geek* de Minas Gerais. Caracteriza-se como um evento dinâmico e conectado em um ambiente completamente lúdico e imersivo com cenografia inspirada em universos cinematográficos e de jogos.

O evento tem diversas atrações, como painéis com a participação de convidados especiais, concurso *Cosplay*, arenas de jogos eletrônicos, jogos de tabuleiro e RPG (*Role-Playing Game*), expositores oferecendo produtos exclusivos e praça gastronômica. A produção é feita pela empresa MOBOX Produções e a cenografia e montagem pelo Grupo Armind. Considerando a classificação da ABNT (2022) trata-se de um evento promocional, na categoria de megaeventos quanto ao porte (mais de sete mil pessoas nesta edição), sazonal (normalmente anual), para um perfil específico (ligado à cultura *nerd-geek*), aberto ao público, acesso pago, presencial, e de abrangência estadual. Configura-se como uma feira, quanto à tipologia, uma vez que apresenta uma “estrutura de estandes modernos e acolhedores, exclusivos em alguns casos” (Nakane, 2018, p. 45) com objetivo de

fortalecimento das marcas na memória dos consumidores. Além da cenografia para receber as atividades, há também os chamados ambientes “instagramáveis”, ou seja, cenários projetados de maneira a incentivar as pessoas a tirarem fotos para compartilhar em suas redes sociais, favorecendo a interatividade do público e a divulgação do evento [Figura 1].

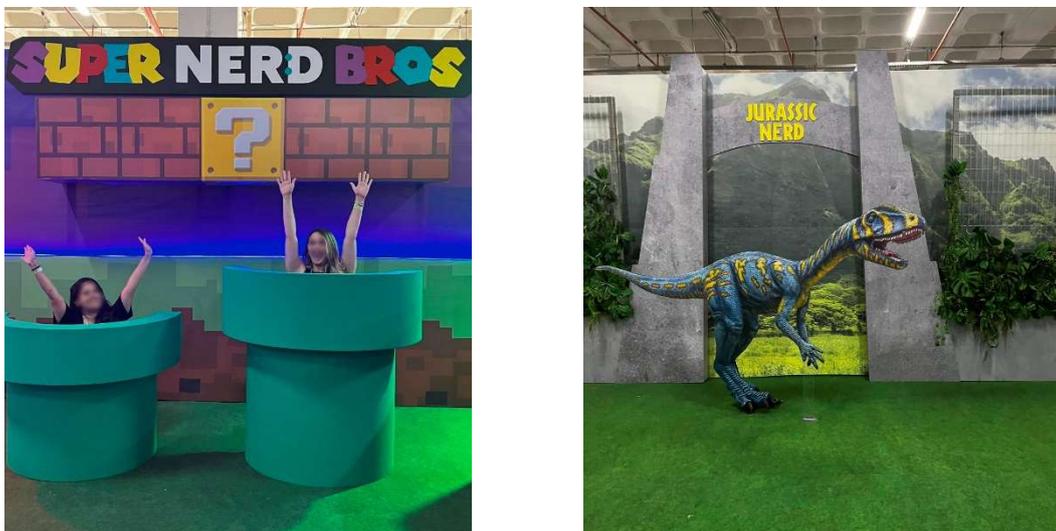


Figura 1: Alguns cenários da 10ª edição do Nerd Experience. Fonte: das autoras.

A realização do estudo de caso permitiu uma análise aprofundada do fenômeno em seu contexto real [55], buscando compreender as relações entre o design de ambientes, enquanto área de atuação, e a questão do descarte de resíduos. A escolha por este evento levou em consideração a data de sua realização, compatível com o desenvolvimento da pesquisa, além da sua dimensão e, conseqüentemente, o alto nível de produção que o envolve. O fácil acesso à equipe de produção, elaboração e implementação do projeto cenográfico possibilitou o acompanhamento de todas as etapas projetuais, bem como das etapas de montagem e desmontagem do referido evento, facilitando os contatos para a realização de entrevistas. Este estudo de caso, portanto, foi ancorado nas técnicas de observação participativa e entrevista semiestruturada, ambas amplamente empregadas em pesquisas no campo do Design. Salienta-se que a abordagem da pesquisa considera a perspectiva daqueles que elaboram e implementam os eventos, e não dos usuários que deles participam, conforme propõe o objetivo geral deste estudo.

A observação ocorreu em três momentos distintos em relação à produção do evento: a concepção, que envolve as etapas de elaboração e projeto; a montagem; e a desmontagem. Foi fundamental a observação de todos estes momentos uma vez que há, em todos eles, decisões importantes quanto à geração de resíduos da cenografia. Para a observação das etapas de montagem e desmontagem foram elaborados protocolos de coleta de dados de forma a sistematizar o que seria relevante para a pesquisa. Estes incluem informações sobre a situação do espaço físico no início da montagem/desmontagem, a equipe envolvida, a ordem de montagem/desmontagem dos elementos previstos pelo projeto, a ocorrência de imprevistos, o manuseio dos materiais e dos resíduos gerados, bem como a forma de acondicioná-los. Os registros da observação foram feitos por meio de vídeos e fotos, além das anotações.

As entrevistas semiestruturadas foram feitas com as principais pessoas envolvidas no processo de desenvolvimento da 10ª edição do Nerd Experience, sendo uma de cada área (comercial, projeto e produção) além do idealizador do evento. Foram elaborados quatro

roteiros de forma a contemplar algumas especificidades de cada área, ainda que as perguntas iniciais fossem comuns a todos, visando observar as diferentes percepções sobre uma mesma questão. Os dados coletados foram organizados e categorizados procedendo-se às análises, discussões e conclusões da pesquisa.

4. Apresentação e Discussão dos Resultados

A concepção desse evento iniciou-se cerca de seis meses antes da data de realização e a equipe de produção realizava reuniões semanais de alinhamento. Inicialmente foi desenvolvido um *briefing* baseado no tripé aprendizado, comunidade e experiência. A partir disso, foram elaborados os projetos de cenografia, os quais receberam diversas alterações ao longo do processo, sobretudo pela interferência dos patrocinadores e por questões orçamentárias, o que corrobora com os argumentos apontados por Kang e Guerin (2009). Estes fatores críticos desempenharam um papel fundamental na evolução e refinamento contínuo do design, refletindo a dinâmica interdependência entre as necessidades financeiras, as expectativas dos patrocinadores e a visão global do evento.

Nas reuniões observadas, a temática da sustentabilidade não foi objeto de discussão. Tal constatação foi validada pelas entrevistas, nas quais os participantes não atribuíram prioridade à sustentabilidade, assim como foi verificado por outras pesquisas similares [17,23]. Apesar da experiência dos entrevistados no setor de eventos, observa-se a carência de um conhecimento aprofundado em questões ambientais. Pinheiro *et al* (2019) destacam a importância de equipes multidisciplinares, bem como a presença de especialistas em temas sustentáveis, tanto liderando quanto apoiando as reuniões semanais. Dessa forma, aumentam-se as chances de sucesso na mitigação dos riscos ambientais associados aos projetos, o que certamente pode influenciar as tomadas de decisões [56].

A montagem ocorreu entre os dias 17 e 20 de outubro, com uma equipe composta por 14 profissionais, dentre eles o arquiteto responsável, a produtora, marceneiros, forradores e eletricitas. A ordem de montagem dos elementos segue um planejamento prévio estabelecido pelo projeto, considerando a disposição estratégica das estruturas, dos elementos modulares, cenários, palco, programação visual e demais componentes. A maioria dos elementos dos cenários é pré-produzida, sendo apenas montada no local, o que garante a agilidade necessária no processo. No entanto, ajustes são inevitáveis e alguns detalhes são praticamente fabricados durante a montagem. Os principais materiais que compuseram a cenografia foram estruturas metálicas e plásticas, tecidos, carpetes, lonas plásticas, madeira compensado de pinus em sarrafos e placas, adesivos, peças em pvc e papel. Os materiais eram fixados por meio de parafusos, pregos, grampos, fita dupla face e cola.

Relativo à produção de resíduos, o acompanhamento do processo de montagem permitiu verificar que houve grande volume de retalhos de carpetes, tecidos e lonas, bem como expressiva quantidade do papel (*liner*) que é removido da fita dupla face. Além disso, restos de madeira e serragem também foram significativos. Apesar das características diferentes dos materiais, não foi observada uma separação adequada para descarte, revelando consideráveis implicações para a gestão ambiental e destacando a necessidade de estratégias mais eficazes para o manuseio e disposição desses resíduos, confirmando achados da literatura [23]. Além disso, alguns elementos cenográficos precisaram ser substituídos por terem sido danificados durante a montagem, revelando que um planejamento e execução cuidadosos podem mitigar contratempos relacionados ao manuseio impróprio de materiais e minimizar o consumo de recursos. Contudo, observou-se que vários painéis de madeira eram

aproveitados de eventos anteriores demonstrando ser este um material que tem potencial de extensão de sua vida útil em ambientes efêmeros.

A desmontagem de eventos representa uma fase crítica dessas produções [5,6], exigindo uma abordagem estratégica para lidar de maneira eficiente com a gestão de resíduos dos cenários. Ao contrário da montagem, que durou aproximadamente uma semana, a desmontagem ocorreu na madrugada subsequente ao encerramento do evento. Isso mostra uma disparidade temporal significativa entre as duas fases do ciclo operacional, revelando que a proporção desigual de tempo alocado para tais atividades resulta na menor probabilidade de manipulação, armazenamento e transporte adequados dos materiais removidos. Compreende-se, portanto, a adoção dos termos “demolição” [6] e “destruição” [54] associados à fase da desmontagem.

A observação desta etapa permitiu constatar que alguns materiais que continham a identidade das marcas foram removidos pelos próprios expositores sugerindo uma intenção em reutilizá-los. Os demais materiais cenográficos, com exceção dos elementos estruturais metálicos e plásticos que são modulares e constantemente reaproveitados, foram todos reunidos em caminhões e depositados em caçambas de entulho, sem qualquer separação ou acondicionamento mais adequado [Figura 2]. Não foi percebida qualquer intenção de reaproveitamento ou reciclagem, apesar do potencial inerente desses materiais para tais propósitos. O manuseio inadequado, inclusive, pode impossibilitar o reuso de elementos caso estes sejam danificados. Esta prática, embora conveniente em função do prazo dedicado à etapa, negligencia oportunidades de adoção de práticas mais sustentáveis no ciclo de vida desses materiais, ressaltando a necessidade de considerações mais abrangentes e ecológicas no que tange à gestão de resíduos gerados em eventos, como sugerem diversos autores [6,8,11,23,24,32,44]. A ausência de uma atitude proativa para a reutilização ou reciclagem destes materiais destaca um ponto de melhoria significativa no contexto da responsabilidade ambiental associada às atividades de design destes ambientes efêmeros analisados.

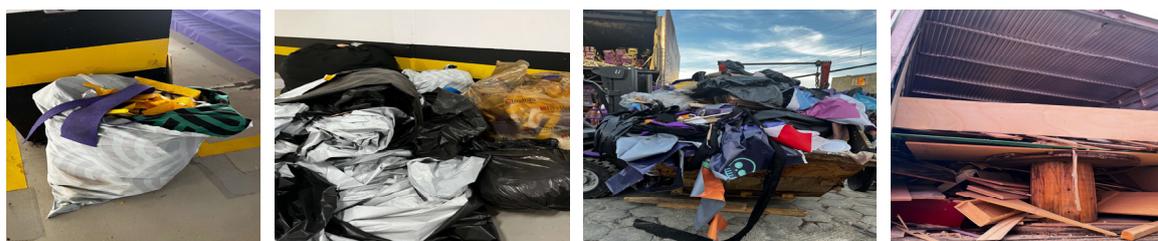


Figura 2: Resíduos provenientes da cenografia. Fonte: das autoras.

Com relação às entrevistas, os quatro participantes partilham uma trajetória profissional consolidada em eventos, com no mínimo 5 anos de experiência, e desempenharam funções de liderança em suas áreas na realização do evento estudado. Notou-se que nenhum deles tem formação em Design, mas em Arquitetura, Direito, Publicidade e Propaganda, e Relações Públicas. Todos reconhecem a importância da cenografia para o evento Nerd Experience, destacando a imersão, o aprendizado e a recepção por ela proporcionados. Acreditam que a cenografia é capaz de transportar o público para o universo ao qual o evento faz referência, de forma lúdica, fantástica e mágica. Os entrevistados consideram que os materiais mais utilizados são madeira, metalon e lona por proporcionarem mais versatilidade e durabilidade às estruturas. Curioso mencionarem a durabilidade em se tratando de ambientes efêmeros e considerando que a maioria dos elementos foram descartados ao final de dois dias de evento. As estruturas plásticas e metálicas pré-montadas foram mencionadas

como recorrentes na configuração destes ambientes em função de sua robustez e resistência, conferindo um suporte adequado aos outros objetos cenográficos. A iluminação, sobretudo com os painéis de LED, também foi considerada fundamental para a criação dos ambientes imersivos pretendidos pelo projeto cenográfico.

Na visão dos entrevistados, os materiais que mais geram resíduos são os carpetes, lonas e adesivos, por causa dos recortes muito específicos, do acúmulo de sujeira durante o uso e da programação visual neles impressa, o que inviabiliza o reaproveitamento. Eles também reconhecem que há muito desperdício de material devido ao descuido no manuseio e aos prazos muito enxutos. Assim, a interseção entre os prazos limitados e a necessidade de criar ambientes cenográficos impactantes levanta questões cruciais sobre a busca de equilíbrio entre a eficiência temporal e a responsabilidade ambiental no campo da cenografia.

Foram apresentados aos participantes oito critérios de escolha de materiais, selecionados conforme a literatura, para que cada um os ordenasse de acordo com a sua percepção de prioridade para a definição dos materiais utilizados na cenografia do evento. Os critérios elencados foram: custo; disponibilidade no mercado; estoque; facilidade de manuseio; flexibilidade e leveza; potencial sustentável; resistência; tempo de montagem e desmontagem. Os quatro entrevistados colocaram “custo” em primeiro lugar e “tempo de montagem e desmontagem” na sequência. Isso mostra claramente que demandas orçamentárias e prazos são os principais condicionantes projetuais em se tratando de eventos desta natureza, o que vai ao encontro do que menciona a literatura [5,6,8,48]. O “potencial sustentável” foi colocado em terceiro lugar por um dos participantes, em sexto lugar por outro, na última posição por outro entrevistado, e a quarta pessoa sequer o considerou um critério relevante. Isso demonstra a oportunidade de uma atuação em design e sustentabilidade de tal forma que seja possível conciliar estratégias financeiras e operacionais com as práticas ambientais no âmbito da produção de eventos.

É nítido que todos os entrevistados percebem que a demanda por inovação sustentável é uma realidade inevitável e que há uma carência no setor de eventos. Nesse sentido, os designers têm muito a contribuir [52], uma vez que seu papel vai além da simples programação de uma destinação adequada para os resíduos, mas reside na valorização e na criação de estratégias (tanto projetuais, quanto de gestão) que prolonguem o uso dos materiais, assim como toda logística necessária para que isso aconteça. O design, por meio de metodologias e pensamentos estratégicos e sistêmicos, pode contribuir para otimizar os processos, alternativas e parcerias dentro de uma cadeia produtiva complexa, pois faz parte da responsabilidade do designer determinar e orientar todas as fases do processo de trabalho, desde a concepção inicial do projeto até o momento de sua utilização [6, 41]. E, para isso, o pensamento sistêmico do design é a maior e a mais valiosa contribuição para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo [33,41,42,43]. Assim, a tarefa não é a de projetar estilos de vida sustentáveis, mas propor oportunidades que tornem praticáveis estilos sustentáveis de vida [7], inclusive no design de ambientes efêmeros que, em princípio, seriam “descartáveis”.

Como possíveis contribuições do Design quanto ao impacto ambiental dos resíduos gerados por cenografias de eventos destaca-se a aplicação das metodologias do Design Sistêmico e Design Estratégico [41,42,43] como forma de melhorar as práticas de gestão de resíduos sólidos em empresas produtoras e montadoras de eventos, permitindo uma visão holística do ciclo de vida dos materiais e identificando pontos de intervenção ao longo da cadeia produtiva. Além disso, o investimento em sensibilização e educação ambiental

[7,9,12,13,14,20], bem como em treinamentos dos profissionais envolvidos [23], é crucial para promover uma mudança de comportamento em relação ao gerenciamento de resíduos, resultando em práticas mais responsáveis e na adoção de medidas de redução e reciclagem [8,10,11,14,25].

O desenvolvimento de projetos cenográficos com apelo sustentável oportunizado por projetos de design de ambientes mais responsáveis [23,46,47], com uso de materiais mais adequados e estratégias de *upcycling* [11], bem como o estímulo às certificações de sustentabilidade para as empresas de eventos, também representam uma vantagem competitiva na contemporaneidade [18]. Por fim, o compromisso ético dos profissionais envolvidos, como designers, arquitetos e engenheiros, é fundamental na promoção e implementação de projetos sustentáveis [11], garantindo que as considerações ambientais sejam integradas desde a concepção até a execução dos eventos. Esses elementos destacam a importância de uma abordagem abrangente e colaborativa para enfrentar os desafios relacionados à gestão de resíduos em eventos, buscando soluções inovadoras e sustentáveis.

5. Considerações Finais

As investigações propostas por este estudo revelaram práticas ainda incipientes no que diz respeito à sustentabilidade na elaboração e implementação do evento analisado, principalmente quanto aos procedimentos aplicados aos resíduos gerados. Constatou-se que há consciência do setor sobre a necessidade de incrementar as práticas adotadas em vias de uma responsabilidade ambiental aprimorada, mas que pressões orçamentárias e prazos extremamente exíguos preponderaram nas tomadas de decisões projetuais e de gestão. Identifica-se, assim, oportunidades de contribuições dos profissionais de Design, sobretudo de Design de Ambientes, nos processos de projetos cenográficos, detalhamentos e especificações de materiais, definições estratégicas e elaboração de protocolos de gestão de resíduos, que conciliem as necessidades operacionais do negócio com as demandas por sustentabilidade ambiental, considerando o pensamento sistêmico e estratégico do Design.

Espera-se que esta pesquisa desempenhe um papel significativo no enriquecimento das discussões sobre sustentabilidade no domínio da cenografia de espaços efêmeros. Ao explorar a interseção entre o Design de Ambientes e a minimização do impacto ambiental dos resíduos gerados em eventos, este trabalho pretendeu fornecer indicações valiosas para profissionais da área e acadêmicos interessados na convergência entre estética e práticas sustentáveis. Embora a pesquisa aborde questões relevantes, reconhece-se que o escopo do trabalho é limitado e não pode abranger todos os aspectos do vasto campo de estudo, bem como as diversas tipologias que o compõem. Importante ressaltar que, ao adotar a metodologia do estudo de caso, a análise concentra-se em uma situação específica. Portanto, ainda que sejam possibilitadas relações com outras pesquisas, as conclusões são contingenciais, intrinsecamente ligadas ao contexto particular investigado. Assim, a expectativa é que este estudo estimule futuras pesquisas, inspirando novas abordagens, metodologias e investigações que aprofundem ainda mais o entendimento e a implementação de práticas sustentáveis na cenografia de eventos. Este trabalho aspira a ser um ponto de partida para uma discussão contínua e um convite para a ampliação do conhecimento nesse domínio em constante evolução.

Referências

- [1] CUNHA, Alessandra Santos Lima da; COSTA, Roberta Xavier da. Signos culturais em projetos de espaços efêmeros. *In.*: 13º Congresso de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, 13., 2018, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Blucher, 2019. p. 3650-3664.
- [2] NOLA, Luiz Henrique de Sena; CORRÊA, Maira Pires. A atuação do Designer de Ambientes. *In.*: REZENDE, Edson José Carpintero (org.). **Design de Ambientes em pauta**. Curitiba: Editora CRV, 2020. Cap. 9. p. 127-136.
- [3] FORTE, Joana Margaria Parra. **Cenografia**: Uma trança de muitos fios. 2017. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade da Beira Interior, Corvilhã, 2017.
- [4] MANTOVANI, Anna. **Cenografia**. São Paulo: Ática, 1989.
- [5] BRASIL, Governo Federal. **Plano de Gestão de Resíduos Sólidos da Conferência Rio+20**. Rio de Janeiro, 2012.
- [6] RIBEIRO, Suzane de Queiroz. **Do descartável ao efêmero**: a redução do impacto ambiental no design de espaços do acontecimento. 2019. Dissertação (Mestrado em Design) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.
- [7] AQUINO, D. S.; RIBEIRO, F. G. de M.; LIMA, K. F. P. de; SANTOS, V. S. Sensibilização ambiental para redução da geração de resíduos sólidos num escritório de engenharia. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 319-332, 2022.
- [8] BRITO, I. K.; ARAÚJO, G. M.; MATIAS, R.; OLIVEIRA, A. K. M. Educação ambiental na gestão dos resíduos sólidos gerados por eventos culturais no Parque das Nações Indígenas, Campo Grande (MS). **Revista Brasileira de Educação Ambiental**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 480-497, 2022.
- [9] DECOREGIO, M. A.; DOMINGOS, D. G.; JAPPUR, R. F. Proposta de gerenciamento de resíduos sólidos em uma cooperativa de energia elétrica. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. esp., p. 41-57, 2020.
- [10] DIAS, G. H. R.; MOL, M. P. G. A coleta seletiva na gestão de resíduos sólidos do município de Ouro Branco-MG. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 13, n. 1, p. 20-35, 2024.
- [11] HUMBERT, L. V.; PUPO, R. T. Resíduos sólidos de espaços *maker*: uma estratégia ecológica. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. esp., p. 149-162, 2021.
- [12] ORNELLAS, S. dos S.; MIGLIOZZI, B. F. B.; BARBADO, N. Resíduos sólidos urbanos: um estudo de caso na cidade de Perobal – PR. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 209-229, 2021.
- [13] PERLIN, A. P.; ALVARES, M. V.; KNEIPP, J. M.; VESTENA, D.; ROSSATO, G. Gestão de resíduos sólidos em uma organização militar do Rio Grande do Sul. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 500-520, 2020.
- [14] PIMENTA, M. F. de C.; NEVES, A. C.; OLIVEIRA, L. F.; COELHO, C. W. G. A.; VIMIEIRO, G. V. A coleta seletiva em Belo Horizonte, Minas Gerais: uma análise

da importância do engajamento popular. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n.1, p. 290-309, 2022.

[15] DUTRA, A. R. de A.; VIEIRA, A. L.; BROUQUET, J.; MIRANDA, R. M. Gestão e tratamento de resíduos: estudos em padarias-confeitarias de Florianópolis (SC). **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. esp., p. 606-625, 2020.

[16] FORNER, J.; DE CONTO, S. M. Geração de resíduos sólidos de um restaurante em uma instituição de ensino superior. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 255-272, 2020.

[17] DE PAULA, A. C. B.; LUPPI, L.; DA SILVA, P. M. Gestão ambiental: um estudo acerca das práticas ambientalmente sustentáveis adotadas pelas micro e pequenas empresas de Tangará da Serra/MT. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 30-50, 2022.

[18] VIEIRA, F. M.; SILVEIRA, D. da C.; BAIERLE, D. C.; VENANCIO, M. G.; BEM, J. S. de. Certificação ambiental como estratégia empresarial: estudo em empresas de gerenciamento e descarte de resíduos sólidos. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 10, n. 2, p. 65-83, 2021.

[19] RODRIGUES, L. S.; HENKE, J. A. Gerenciamento de resíduos sólidos em uma indústria têxtil. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 700-744, 2018.

[20] SANTANA, M. J. B.; BILUCA, J. Análise de resíduos sólidos: estudo de caso no conjunto residencial Júlio Zacharias. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 644-663, 2020.

[21] MACIEL, L. T.; MACIEL, N.; DECHECHI, C.; DAMKE, J. Gestão sustentável de eventos: análise da sustentabilidade de um evento acadêmico. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 117-129, 2022.

[22] BERGER, Ana von F.; ZAMBENEDETTI, Gabriela W.; EICHENBERG, Carolina H. Práticas sustentáveis orientadas pelo design: relato da projeção de um evento. **MIX Sustentável**, [S. l.], v.1, n. 2, p. 94-100, 2015.

[23] CIPULLO, A. N.; MARECO, E. A.; ULIANA, M. R. Análise quantitativa e qualitativa da sustentabilidade ambiental em três empresas de eventos em Presidente Prudente. **Revista Alomorfia**, Presidente Prudente, v. 7, n. 2, p. 694-704, 2023.

[24] LIMA, D. R.; SIMÕES, A. F.; MERCEDES, S. S. P.; JACINO, R. A. (in) sustentabilidade dos megaeventos: regulação, autorregulação e injustiça ambiental da reciclagem de resíduos nas grandes festas brasileiras. **Revista Geográfica de América Central**, v. 1, n. 66, p. 439-477, 2021.

[25] LIMA, D. R.; SIMÕES, A. F.; MERCEDES, S. S. P. Inclusão socioeconômica de catadores na limpeza urbana de eventos de grande porte: uma análise comparativa entre o Círio de Nazaré e o carnaval de rua de São Paulo. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 7, n. 1, p. 486-521, 2018.

[26] SILVA, T. G. B. da; ARAÚJO, G. C. de. Gestão de Resíduos Sólidos em Eventos: Um Estudo em Paranaíba-MS. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 5, n.2, p. 310, 2016.

- [27] PEREIRA, F. V. de A.; ALVES, J. A. Eventos verdes: análise das ações de desenvolvimento sustentável para realização da Copa 2014 no Brasil. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, v. 5, n.1, p. 110-128, 2015.
- [28] MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**. São Paulo: Edusp, 2002.
- [29] ABREU, Simone Maria Brandão Marques. **Aspectos subjetivos relacionados ao Design de Ambiente: um desafio no processo projetual**. 2015. Dissertação (Mestrado em Design) - Universidade do Estado de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.
- [30] HSUAN-NA, Tai. **Design: conceitos e métodos**. São Paulo: Blucher, 2017.
- [31] OLIVEIRA, Ana Célia Carneiro; MINCHILO, Paula Márcia Alves Quinaud. Aspectos conceituais do Design de ambientes. *In.*: REZENDE, Edson José Carpintero (org.). **Design de Ambientes em pauta**. Curitiba: Editora CRV, 2020. Cap. 1. p. 15-29.
- [32] GOMES, Ângela Araújo; ALMEIDA, Valéria Gentil de. Gestão de resíduos sólidos e sua importância no planejamento de eventos em busca da sustentabilidade. **Fólio Revista Científica Digital - Jornalismo, Publicidade e Turismo**, Porto Alegre, n. 1, 2015, p. 1-16.
- [33] CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosac Naify, 2012.
- [34] MANZINI, E.; MARGOLIN, V. **Carta aberta para a comunidade de Design: levante pela democracia**. Tradução: SeedingLab. Chicago, 2017. Disponível em: <https://www.unisinos.br/seedinglab/271/>. Acesso em: 15 maio 2023.
- [35] CUNHA, Alessandra Santos Lima da; ABREU, Simone Maria Brandão Marques de; LANA, Sebastiana Luiza Bragança. Aspectos subjetivos no processo comunicativo do design de espaços efêmeros: uma análise do espetáculo “Cão Sem Plumas”. **Projética**, Londrina, v. 12, n. 2, p. 215-239, 2021.
- [36] CUNHA, Alessandra Santos Lima da. Design de espaços efêmeros em Belo Horizonte: a contribuição dos docentes da Escola de Design da UEMG. *In.*: BRAGA, Marcos da Costa; ALMEIDA, Marcelina das Graças de; DIAS, Maria Regina Álvares Correia (org.). **Histórias do design em Minas Gerais II**. 1. ed. [S. l.]: Editora UEMG, 2022. Cap. 5, p. 143-171.
- [37] ROLIM FILHO, Eliézer Leite. Um Artefato Cenográfico na invenção espetacular do cotidiano. *In.*: II Seminário Internacional Urbicentros, 2., 2011, Maceió. **Anais [...]**. p. 1-17, 2011. Disponível em: <http://www.laboratoriourbano.ufba.br/arquivos/arquivo-105.pdf>. Acesso em: 03 jul. 2023.
- [38] DEL NERO, Cyro. **Cenografia: uma breve visita**. São Paulo: Editora Martins Fontes, 2010.
- [39] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16004: Eventos — Terminologia, tipologia e classificação**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2022.
- [40] NAKANE, Andréa Miranda (org.). **Gestão e organização de eventos**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.
- [41] FRANZATO, Carlo. Contribuições do Design Estratégico ao Design para a sustentabilidade. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 8, n. 4, p. 87–95, 2022.

- [42] BARBOSA, A. B. A.; ZACAR, C. R. H.; LEITE, M. K. Design Estratégico e Sustentabilidade: a dimensão social em coletivos que atuam em processo produtivo artesanal. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Palhoça, v. 12, n. esp., p. 1-19, 2023.
- [43] SENNA, G. de M.; TEIXEIRA, J. V. S.; MONTEIRO, L. A.; VIANA, A. P. Q.; PÊGO, K. A. C.; PEREIRA, A. F. Design sistêmico e inventário do ciclo de vida visando um aperfeiçoamento metodológico. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 10, n. esp., p. 119-133, 2021.
- [44] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 20121: Sistemas de gestão para sustentabilidade de eventos — Requisitos com orientações de uso**. 1. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2012.
- [45] MACIEL, A. L. T.; DAMKE, E. J. Gestão Sustentável de eventos: uma revisão sistemática por meio da Metodologia PROKNOW-C. **Revista Metropolitana de Sustentabilidade**, São Paulo, v. 11, n. 1, p. 257–285, 2021.
- [46] LINHARES, Talissa Bedran. O Design de Interiores como estratégia de promoção da sustentabilidade. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 994-1014, 2019.
- [47] PEREIRA, Érica F. dos S.; PEREIRA, F. Modelo do inventário de ciclo de vida: embasamento ambiental para design de ambientes. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 8, n. 3, p. 19–34, 2022.
- [48] KANG, M. Y.; GUERIN, D. A. The state of environmentally sustainable interior design practice. **American Journal of Environmental Sciences**, v. 5, n. 2, p. 179-186, 2009.
- [49] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. **Sobre o nosso trabalho para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil**. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/91223-onu-e-o-meio-ambiente>. Acesso em: 14 maio 2023.
- [50] UN GLOBAL COMPACT REDE BRASIL. **Pacto Global Nações Unidas**. Disponível em: <https://www.pactoglobal.org.br/a-iniciativa>. Acesso em: 13 set. 2023.
- [51] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2022**. São Paulo, 2022. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 14 jun. 2023.
- [52] ENGLER, Rita de Castro. Inovar ou morrer: inovação sustentável. *In.*: MORAES, Dijon de; KRUCKEN, Lia (orgs.). **Cadernos de Estudos Avançados em Design: Design e Sustentabilidade II**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UEMG, 2016. p. 63-76.
- [53] SALES, Rosemary do Bom Conselho *et al.* Materiais e Design de Ambientes. *In.*: REZENDE, Edson José Carpintero (org.). **Design de Ambientes em Pauta**. Campinas: EDITORA CRV, 2020. Cap. 6, p. 89-106.
- [54] CARNIDE. Sara Joana Ferreira. **Arquiteturas expositivas efêmeras: pavilhão temporário de Roma**. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2012.

[55] YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.

[56] PINHEIRO, A. P.; FROIO, J.; JUGEND, D.; BATTISTELLE, A. G. Integrando Sustentabilidade Ambiental ao Portfólio de Projetos: Estudo de caso no setor de construção. **MIX Sustentável**, [S. l.], v. 5, n. 2, p. 165–175, 2019.

Como a estamparia pode contribuir para a redução de resíduos têxtil

How printing can contribute to the reduction of textile waste

Bruna Boni, pós-graduada em Inovação e Tecnologia em Design de Estampas – SENAI CETIQT

E-mail: brunaboniestampas@gmail.com

Resumo

Este artigo tem o objetivo de analisar os principais processos de estamparia na indústria têxtil, identificando aqueles com menores impactos ambientais. Explorando a influência da modelagem na estamparia, como um meio de diminuir os resíduos de tecidos durante o corte das peças. Aborda também como profissionais e marcas dedicadas à criação podem fazer as escolhas mais sustentáveis. O foco é evidenciar as vantagens e desvantagens dos métodos de impressão em superfícies têxteis, buscando um equilíbrio entre sustentabilidade e viabilidade comercial dentro do dinâmico mercado da moda.

Palavras-chave: Designer de Estampas; Tipos de impressão; Modelagem; Aplicabilidade

Abstract

This article aims to analyze the main printing processes in the textile industry, identifying those with the least environmental impact. It explores the influence of pattern making in printing, emphasizing solutions to reduce waste during the cutting of pieces. The article also discusses how professionals and brands dedicated to creation can make more sustainable choices. The focus is on highlighting the advantages and disadvantages of textile surface printing methods, seeking a balance between sustainability and commercial viability in the dynamic fashion market. The goal is to guide choices toward a more conscious and efficient production.

Keywords: Pattern Designer, Printing Types, Print Making, Applicability

1. Introdução

Mesmo antes da invenção do tecido, o ser humano já produzia pinturas sobre a própria pele, e posteriormente no couro. Nesta época eram utilizados corantes naturais como o barro, iniciando assim o conceito de estamparia (Pezzolo, 2009) [1]. No final da Idade Média, no século XV, o termo moda passou a ter um novo conceito, relacionado com o surgimento da estamparia, começando a significar aquilo que é repetido (Chataignier, 2006) [2]. Os primeiros processos de estamparia têxtil iniciaram concomitantemente no Japão, China, África e Índia, onde a técnica era utilizada para retratar a história e enaltecer as respectivas culturas da época (Fogg, 2013) [3]. Desde o início até a atualidade a estamparia e a arte andam juntas, uma sendo fonte de inspiração a outra principalmente com o advento das artes plásticas (Chataignier, 2006) [2].

A moda tem um grande poder de expressão e disseminação, assumindo um papel relevante na sociedade. Sendo assim, é importante ter responsabilidade para trabalhar com essa área tão impactante nesse planeta de recursos finitos. A autora Berlim (2016) [4], uma das primeiras a escrever sobre moda e sustentabilidade, aborda no seu estudo sobre o tingimento e a estampagem, com ênfase nos efluentes resultantes dos beneficiamentos e acabamentos têxteis, e como essa química em contato com outros componentes pode prejudicar o meio ambiente e o próprio ser humano. No tingimento, cita como exemplo o uso em grande quantidade de corantes dos mais diversos tipos, os corantes espessos e uso de tintas nas técnicas de estamparia.

Precisa ficar claro que tecidos diferentes requerem tintas diferentes e métodos de aplicações distintos para maximizar o efeito que se quer dar à estampa (Fogg, 2013) [3]. Segundo Cores e Tons Estamparia, nenhum método de impressão é superior ao outro, cada um se adequa as diferentes situações e bases têxteis. E o objetivo deste trabalho é abordar sobre as principais formas de impressão de estampas existentes no mercado, trazendo as suas vantagens e desvantagens, com foco no impacto que causam ao meio ambiente. O conceito de sustentabilidade ainda não tão compreendido pelas suas múltiplas facetas, "quando aplicado ao segmento da moda pode significar muito mais que gerar bens ecologicamente corretos... pode redefinir o papel do usuário, do designer e, especialmente, do consumidor" (Berlim, 2016) [4].

O desenvolvimento de estampas aliado à modelagem será também uma questão importante trazida para este estudo, com o enfoque em reduzir resíduos têxteis no processo de talhação, corte dos tecidos estampados. A seguir o estudo irá abordar os principais métodos de estamparia utilizados no mercado da moda, e sobre a evolução do tingimento natural. E, para finalizar, será feito uma análise pensando em um futuro mais sustentável, com as considerações finais.

2. Procedimentos Metodológicos

2.1 Processos de Estamparia

Neste estudo serão analisadas as principais técnicas de estamparia utilizadas no mercado atual da moda. Segundo Silva e Menezes (2013) [5] a modernização da produção das estampas se deve ao avanço da tecnologia e invenções de melhores processos de impressões em superfícies têxteis, que aconteceram ao longo dos anos.

O designer de estampas, também conhecido como designer de superfícies, realiza a criação de imagens e ilustrações para serem utilizadas nas mais variadas superfícies, e costuma trabalhar de acordo com o briefing de cada marca. É dever desse profissional estar atualizado com os avanços do setor para conseguir gerar soluções mais inteligentes, criativas e sustentáveis

para os clientes. Segundo Ambrose e Harris (2011) [6] o briefing precisa conter todas as informações necessárias para que o projeto possa ser analisado com assertividade pela equipe de design, documento esse que "apresenta as solicitações do cliente para determinado trabalho e contém um objetivo específico que deve ser atingido".

Juntamente com essa melhoria das técnicas de estampa aconteceu o avanço no desenvolvimento dos materiais empregados. Novas pesquisas na área da química e o surgimento de novas máquinas, juntamente com as revoluções industriais, resultaram no surgimento de corantes sintéticos e uma maior variedade de cores e texturas para as estampas (Silva e Menezes, 2013) [5]; permitindo dessa forma uma maior liberdade para as criações.

2.1.1 Serigrafia

A invenção do processo de silkscreen foi fundamental para proporcionar ao mercado os primeiros tecidos de moda em quantidade (Fogg, 2013) [3]. O processo de serigrafia ou "*Silk*" é um dos mais antigos a serem utilizados na estampa em grande escala.

Para realizar esse método é necessário a gravação de quadros, e a vantagem desse tipo de impressão têxtil é a liberdade na escolha da base têxtil escolhida para o processo, que pode ser estampado em qualquer tipo de base. Segundo Chataignier (2006) [2] essa técnica: "é realizada por intermédio de quadros feitos com molduras de madeira recobertas com telas de gaze de poliéster, nos quais os desenhos se acham gravados", processo que pode ser realizado em uma mesa especial para estampa ou em quadros rotativos, os quais são movimentados automaticamente na aplicação da tinta no tecido. Para cada cor diferente usada em uma estampa de *silk* é preciso gravar um novo quadro, tendo aqui o desafio da limitação de cores, sendo preciso estabelecer uma quantidade de quadros mais reduzida para gerar um melhor custo de produção, e resultar em boa aplicabilidade deste produto na hora da venda final.

É importante perguntar para a empresa que presta esse tipo de serviço de serigrafia, se há a possibilidade de reutilizar os quadros, felizmente muitas empresas trabalham com quadros regravados. Outro ponto importante, pensando em sustentabilidade, é observar como a empresa contratada realiza o seu tratamento de água; as estamparias de serigrafia deveriam realizar um tratamento especial para que os resíduos, que sobram após o processo de impressão dos quadros, não sejam mal descartados e poluam os rios. Sendo de extrema importância realizar o descarte correto dos restos de tintas e solventes (resíduos sólidos), pois eles se forem absorvidos pelo solo podem atingir as águas subterrâneas e até mesmo contaminar os lençóis freáticos.

2.1.2 Cilindro

Segundo Silva e Menezes (2013) [5] no século XVII foi criado o cilindro para estampar, o que significou um grande avanço para a estampa têxtil. Este fato aconteceu após a grande popularização da técnica de impressão por quadros ou serigrafia, que resultou que esse processo fosse automatizado no ano de 1950. E então, em 1962 surgiu um novo processo combinando esse antigo sistema aos rolos, sendo chamado de cilindro rotativo, que foi desenvolvido e passou a dominar as técnicas de impressão têxtil da época (Pezzolo, 2009) [1].

A técnica de impressão por cilindro é ideal para a produção em grandes quantidades, mas parecida com a serigrafia ela também exige uma limitação de cores, e é preciso analisar bem como fazer a produção e criação da estampa, para assim garantir uma margem interessante no custo final da peça. E entrando em informações mais técnicas para os profissionais designers de estampa, o interessante nesse método é trabalhar o *Rapport* (módulo de repetição da arte) com largura máxima de 64 centímetros ou múltiplos de 8. A estampa por cilindro, "é feita

com o emprego de cilindros de cobre gravados com perfurações e recobertos com massas corantes sobre as quais o tecido que será estampado passa direto, antes de ser secado. O corante é injetado dentro dos cilindros e sai pelos orifícios do desenho gravado" (Chataignier, 2006) [2].

Diferente da serigrafia, para cada cor é gravado um novo cilindro ao invés de um novo quadro, os cilindros costumam ter tamanhos muito maiores que os quadros, então por se tratar de um processo de valor mais agregado é indicado para produções em larga escala. Nesse tipo de estamparia também é preciso ter um cuidado especial no descarte de efluentes, a marca de moda precisa conhecer melhor o seu fornecedor e entender se a indústria possui um tratamento adequado para que esses resíduos de tintas não cheguem de forma errônea nos rios e mares.

Aqui pode-se citar como exemplo positivo o projeto "Água, nosso bem maior" da empresa Lancaster (estamparia digital, rotativa e tinturaria), que está no mercado há mais de quarenta anos, e foi a primeira empresa têxtil no sul do Brasil a fazer o tratamento de efluentes descartados, deixando a água do rio até melhor do que estava, e beneficiando a comunidade em sua volta. Segundo vídeo institucional da empresa, o técnico da estação de tratamento de água Wilson Melo diz que a empresa capta a água do rio com uma carga orgânica bem elevada, visto que a cia de abastecimento não faz o tratamento de esgotos, e então levam essa água para a indústria, onde dão início ao tratamento, a qual é distribuída entre tinturaria, acabamentos e estamparia. Essa água passa por todo um tratamento especial de diversas etapas, e após todos os processos necessários, a água já está limpa com eficiência de noventa e sete por cento, voltando para o rio até mais limpa de quando foi captada para a indústria, com a carga orgânica muito mais baixa.

2.1.3 Sublimação

O fio sintético, peça essencial para o método de sublimação, foi criado na Alemanha em 1869, mas foi só em 1920 que passou a ser usado por uma companhia inglesa na fabricação de tecidos. No final do século XIX, segundo Copolla (2010) [7], iniciou-se a Era da Química, a qual trouxe ao mercado da moda as fibras artificiais e sintéticas. Essas fibras foram primeiramente utilizadas em setores de alta tecnologia como a indústria aeroespacial, militar e esportiva, popularizando-se só mais tarde no vestuário cotidiano (Menegucci et al, 2012) [8]. Essa popularização deu-se principalmente no período pós-guerra devido à escassez dos materiais naturais (Silva e Menezes, 2013) [5].

As empresas de estamparias sublimáticas trabalham com fibras sintéticas, a vantagem dessa técnica é que não existe limite de cores, deixando o profissional criativo muito mais livre no design de coloração. Outro ponto interessante é em relação ao custo, principalmente para as marcas que estão iniciando no mercado, esse tipo de impressão é o mais utilizado por ser o tipo de estamparia mais barata e que permite fazer trabalhos em pequenas quantidades com inúmeras cores. Uma peça sublimada precisa ter na composição da sua base têxtil pelo menos setenta por cento de poliéster (fio sintético) para gerar uma boa qualidade de impressão, com um bom contraste e nitidez da estampa.

Quando falamos a palavra sintético para quem está pesquisando sobre a sustentabilidade na moda, esse termo já cria um alerta, pois este pigmento sintético é elaborado através de fórmulas químicas obtidas de substâncias provenientes do petróleo. De acordo com Magossi (2003) [9] o petróleo ao entrar em contato com as águas forma uma fina camada superficial, impedindo que ocorra a troca de gases entre a água e o ar, quando há vazamentos de petróleo no mar, todas as formas de vida a ele ligadas são atingidas: peixes, crustáceos, moluscos, aves e mamíferos

marinhos. O problema para os peixes e plantas é que o óleo pode recobrir os órgãos respiratórios, impedindo que eles recebam oxigênio, e as aves aquáticas ficam com suas penas besuntadas de óleo, impedindo-as de voar, causando a sua morte.

Uma solução para utilizar a sublimação de uma forma mais sustentável é dar preferência para as malhas feitas de fios reutilizados de garrafas PET. Berlim (2016) [4] também traz um bom exemplo e ótima reflexão da professora Evelise Anicet, relatando os seus trabalhos como designer de superfície, ela fez uma relação da serigrafia com a sustentabilidade, utilizando de *transfers* sublimativos rejeitados no seu projeto de coleções de moda, resultando em peças únicas e sem tendências.

2.1.4 Estamparia Digital

O último processo de estamparia a ser desenvolvido foi o jato de tinta, ou estamparia digital, no final do século XX. Com a evolução da tecnologia esta técnica permite a reprodução fiel de desenhos com mais cores e maior riqueza de detalhes, e apresenta um maior aproveitamento de materiais, sendo um processo menos poluente (Silva e Menezes, 2013) [5].

Além da variedade de cores que possibilita, uma estampa pode ser modificada em segundos, seja para mudar a escala, cor ou reconfigurar a imagem; esse tipo de impressão permite a impressão em tecidos com base de algodão, uma ótima vantagem em relação à sublimação por exemplo que não tem nenhuma fixação em tecidos naturais.

Ao pensar na questão da sustentabilidade, o melhor dos mundos seria se esse algodão fosse orgânico. "Pense na ideia de comprar roupas feitas com algodão orgânico. A compra de uma camiseta e de uma calça jeans feitas de algodão 100% orgânico elimina pelo menos 150g de fertilizantes, pesticidas e herbicidas do meio ambiente" (Rogers e Kostigen, 2009) [10]. Opções interessantes de algodão orgânico hoje no mercado da moda: Sou de Algodão (projeto endossado pela ABRAPA - Associação Brasileira de Produtores de Algodão), e Ilumiara Algodão orgânico do Ingá (projeto conjunto das empresas Cataguases e Dalila Ateliê Têxtil).

Esse tipo de impressão tem um ponto que deve ser levado em consideração, por se tratar de um processo relativamente novo no mercado, possui um valor mais agregado, sendo muito mais caro se for realizado em pequenas quantidades. Um exemplo: para estampar um metro de tecido em base de poliéster por sublimação precisa investir em média vinte reais no metrô, em contrapartida para imprimir digitalmente em tecido natural um metro de tecido se gasta em torno de setenta reais. Percebe-se que para fazer sentido esse processo o ideal é trabalhar com estamparia digital em larga escala de produção, quando há negociação por volume o preço pode cair drasticamente. Infelizmente certos processos na área da moda ganham vantagem pela grande escala, o entrave do *slow fashion* versus o *fast fashion*.

2.1.5 Tingimento Natural

Os corantes vegetais podem ser encontrados em várias partes das plantas, na sua folha, raiz, caule, fruto ou flor. Quanto mais alta for a localização, mais próxima da luz, então a cor será mais luminosa; e quanto mais perto das raízes e do solo, o resultado serão tintas mais densas, com maior durabilidade (Chataignier, 2006) [2].

Segundo Flávia Aranha, em entrevista para a Casa Vogue de dezembro de 2021, "o tingimento natural nos conecta com questões relevantes para nós: a biodiversidade, a ancestralidade, o desenvolvimento sustentável e tecnológico. A minha peça no final da sua vida útil, vira adubo enterrada." A precursora dessa técnica natural, Flávia Aranha exporta boa parte

de suas "roupas vivas" para a Europa, marca de extrema qualidade com ateliê e loja em São Paulo.

Kiri Miyazaki, aluna de Flávia Aranha, e especialista em tingimento com o índigo japonês, utiliza o termo "moda regenerativa" para falar de moda sustentável, e cita a importância de "nos incomodarmos juntos". Em sua palestra na faculdade Belas Artes, Kiri diz que por muito tempo falamos de moda sustentável, há mais de 20 anos, porém já passamos do tempo de sustentar, temos que pensar em regenerar, e arrumar a bagunça. "Pegar um solo danificado e regenerar, plantar água, o tempo é vida, a roupa desbota e cria memórias; quando a gente trabalha com tingimento natural, que leva muito tempo, olha quanta vida que esse processo tem". Alguns tipos de plantas demoram até 2 anos para tingir, o índigo japonês um ano. O tingimento natural é ainda uma técnica que deve ter maior conhecimento pelo público que consome moda, mas infelizmente muitos não entendem o grande valor deste produto (Casa Vogue Brasil, 2021) [11].

Dados do Banco Mundial relatam que entre 17 e 20% de toda água poluída gerada pela indústria têxtil está relacionada a processos de coloração e acabamentos de tecidos (Casa Vogue Brasil, 2021) [11]. Em entrevista para o curso "Da Criação a Proteção" Kiri Miyazaki, que possui patente do registro da planta índigo japonês no Brasil, fala que: "tingimento é um beneficiamento, já na faculdade começou a pesquisar e fazer trabalhos sobre tingimento natural, um tingimento natural sólido, que dura e não vai sair na primeira lavagem".

O que nos limita nesse processo é a escala, e novamente na questão do preço, que fica com um valor mais agregado, sendo um desafio ainda para as marcas do setor. Uma sociedade que não entende a importância de se ter uma roupa com um "tecido vivo", porém também é uma oportunidade de mercado, para aqueles com uma visão de futuro. Como exemplos atuantes no mercado de moda, trazendo inovações nesse sentido, temos a empresa mineira de tecidos Cataguases, fundada em 1936, que lançou em 2023 a sua primeira base de algodão orgânico com tingimento natural. E a empresa Química Inteligente, que realiza processos e produtos sustentáveis e inteligentes, como a sua linha de corantes naturais, frase da empresa "o nosso foco é gerar soluções e processos de alta eficiência, a base de matérias primas naturais de reciclo, reduzindo o consumo de água, energia e insumos químicos sintéticos, contribuindo para minimizar os impactos causados pela indústria têxtil ao meio ambiente."



Figura 1. Tingimento Natural Índigo japonês com Kiri Miyazaki (Acervo pessoal).

2.2 Aplicações - A estampa aliada a modelagem

O melhor dos mundos é utilizar a tecnologia a favor do meio ambiente, como na modelagem digital conectada com o melhor aproveitamento do tecido, trazendo vantagens através do encaixe mais preciso na etapa de desenvolvimento de estampas.

Segundo Briggs-Goode (2014) [12] "podemos dizer que a Estampa de Engenharia é uma técnica de desenvolvimento de estampas que tem como objetivo definir previamente à impressão a exata localização dos motivos na peça finalizada," garantindo um trabalho de baixo impacto. Isso, graças a impressão digital, um sistema de impressão com menos etapas na produção, permitindo a localização exata das estampas nos moldes, e criando possibilidades estético-formal diferenciadas ao produto.

Podemos dizer que a estampa de engenharia alia o que temos de melhor na modelagem com o melhor dos tipos de impressão têxtil. Vieira (2014) [13], afirma que a estamparia digital, traz novas possibilidades para as estampas, e acaba abandonando um dos processos mais tradicionais da estamparia, como por exemplo a serigrafia, "por ser ecologicamente mais viável, por eliminar etapas e por proporcionar maior rapidez também na metragem impressa". A estampa de engenharia é interessante pois incentiva "a redução de resíduos, uma vez que a estampa só será impressa nos moldes de forma localizada" (Laschuk & Ruthsciling, 2013) [14]. Ela possibilita o encaixe da estampa em todos os pedaços do molde, diminuindo a utilização de tinta e gerando menos resíduos têxteis na hora do corte, através de um programa de modelagem que faz um estudo computadorizado com inteligência programada para esse fim.

A Lez a Lez e FARM são marcas de moda que realizam muito bem esse processo na moda, com o objetivo de gerar um melhor encaixe e aproveitamento da largura útil do tecido ou malha, e resulta numa estética perfeita para a comunicação das suas coleções. Um dos melhores programas de modelagem do país, o Audaces, empresa catarinense que realiza moldes de alta precisão, tem um valor alto para ser adquirido, sendo mais viável para as empresas que conseguem fazer maiores investimentos. A solução para empresas menores é procurar por prestadores de serviço que tem o programa, e desenvolvem trabalhos em menor escala como prestação de serviços para terceiros.

3. Discussões

Vestimos plantas, bichos e petróleo (Berlim, 2016) [4]. Mesmo com toda a preocupação sobre o esgotamento de recursos do planeta, "vem crescendo a fabricação de peças com poliéster, que tem como base o petróleo, um material finito, não renovável, que causa tantos danos ao meio ambiente em seu processo de extração e pós-consumo" (Carvalho, 2022) [15]. No setor têxtil a água é um dos principais recursos que vêm sendo explorados de maneira imprópria, principalmente nos setores de acabamentos e beneficiamento. Anualmente, a indústria da moda descarta entre 40 e 50 mil toneladas de corantes em rios e riachos. "Sabe-se que a água é um dos elementos básicos para o processo de produção da indústria têxtil, principalmente nas etapas de alveamento e tingimento dos tecidos planos e das malhas de algodão", e se as indústrias não fizerem um tratamento adequada, podem provocar a contaminação da água utilizada devida às substâncias químicas que fazem parte do processo (Lee, 2009) [16].

De acordo com Lee (2009) [16], "para tingir uma camiseta comum, de 200 gramas, são usados entre 16 e 20 litros de água. Em escala industrial esses números alcançam valores muito maiores", assim há duas questões sérias no uso da água: o uso abusivo do recurso hídrico e a poluição deste (Berlim, 2016) [4]. Falando sobre tingimento e sustentabilidade, Rogers e

Kostigen (2009) [10] afirmam que "Cada litro de tinta 100% reciclada que você compra evita que 1 litro de tinta seja jogado em um depósito de lixo tóxico. Tinta reciclada normalmente custa entre 30 e 50% a menos que tinta virgem". A água também é um dos principais recursos que vêm sendo explorados de maneira imprópria pelo setor têxtil na irrigação de plantações de algodão (Lee, 2009) [16].

Carvalho (2022) [15] se refere à sustentabilidade como "valores naturais", expressão interessante, que traz consigo muito significado, a ideia é conseguir comunicar a mensagem sobre a importância com o que temos de mais belo e puro nesse mundo: o natural, a natureza. E sobre valor, essa palavra tão profunda que está tão relacionada com a nossa ética, o que realmente importa, onde depositamos o nosso tempo, em que colocamos a nossa energia para realizar as nossas ações, quais são os nossos reais valores, aqueles que nos movimentam.

Como resultado teórico, através de análise desta pesquisa, a solução encontrada é combinar a melhor escolha de processo de estamparia com a criação de uma modelagem inteligente, utilizando uma base têxtil natural de algodão orgânico ou tingida naturalmente. Sendo uma escolha assertiva utilizar a estampa de engenharia na parte de encaixe de moldes conectada com a melhor estética para a estampa, e optar por um processo de impressão de baixo impacto ambiental e com ótima qualidade de coloração como a estamparia digital. Aliado com esse propósito sugere-se também utilizar o serviço de modelagem de um programa que auxilie o encaixe dos moldes com melhor precisão e eficiência na hora corte, tudo isto para gerar o mínimo de resíduos têxteis possíveis, e manter o foco numa criação criativa e consciente.

4. Considerações Finais

Não existe mais jogar para fora, é preciso entender de que quando jogamos algo fora estamos na verdade jogando algo para dentro do mundo novamente. Para Chataignier (2006) [2] "a influência sociocultural é um fator que define com precisão os motivos estampados nos tecidos". E estampa é uma forma de comunicação da moda, a sustentabilidade tem muito mais a ver com consciência do que com qualquer outra coisa.

Há inúmeras formas de progredir sem prejudicar o meio ambiente, bastando para isso que se inclua em todo empreendimento a preocupação com a natureza e qualidade de vida, não é preciso parar de progredir, mas sim aprender a progredir sem afetar de modo drástico o meio em que vivemos (Magossi, 2003) [9]. O objetivo é inspirar mudanças com baixo impacto na indústria da moda, não se pode forçar a sustentabilidade, mas podemos ser uma inspiração, como percebe-se nos exemplos positivos citados durante este estudo.

Deve-se olhar para a questão da sustentabilidade sem banalizar essa palavra, "o oportunismo em falar de produtos verdes, de inclusão social e de meio ambiente foi se tornando lugar comum no discurso de empresas e criadores, transformando, na maioria das vezes, uma área de pesquisa em estratégias de marketing esvaziadas de significados. Acredito que a relação dos indivíduos com o universo de bens que eles consomem e descartam, deveria ser tão pesquisada quanto o produto em si" (Berlim, 2016) [4]. Segundo Carvalho (2022) [15] "Nossas práticas podem causar uma verdadeira escassez de recursos têxteis em nível mundial, muito antes do que possamos imaginar."

É muito mais uma questão de consciência, para entender que precisamos cuidar dos resíduos como se fossem novas possibilidades de produtos, procurando ser criativos para gerar novos rumos, novas soluções para o problema do lixo têxtil. É de responsabilidade de cada um pensar no resultado das ações. Além do mercado de moda, vejo aqui uma análise para as áreas de sociologia, marketing e comportamento, para futuras interpretações do tema.

AGRADECIMENTOS: Agradeço a empresa Lancaster Beneficiamentos Têxteis Ltda de Blumenau, Santa Catarina, na forma da profissional Magda Giacomelli pela oportunidade de evidenciar o processo de tratamento de efluentes da estamparia.

Referências

- [1] PEZZOLO, D. B. Tecidos – **História, Tramas, Tipos e Usos**. Editora: SENAC. 2009.
- [2] CHATAIGNIER, Gilda. **Fio a fio: tecidos, moda e linguagem**, São Paulo: Estação da Letras, Editora 2006.
- [3] FOGG, Marnie. **Tudo sobre moda**. 1ªed. Rio de Janeiro, Sextante, 2013. 576 p.
- [4] BERLIM, Lilyan. **Moda e sustentabilidade: uma reflexão necessária**, São Paulo, Estação das Letras e Cores, 2016, 2 reimpressão.
- [5] SILVA, Dailene Nogueira da; MENEZES, Marizilda dos Santos. **Design Têxtil: revisão histórica, surgimento e evolução de tecnologias**, 2013. Artigo, Florianópolis, Santa Catarina.
- [6] AMBROSE, Gavin; HARRIS, Paul. Design Thinking. Porto Alegre: Bookman, 2011.
- [7] COPOLLA, Soraya. **Arte, Moda, ciência e tecnologia: permeabilidade e experimentação**. Cienc. Cult., São Paulo, v.62, n. 2, 2010
- [8] MENEGUCCI, Franciele; MARTINS, Edna; MENEZES, Marizilda; SANTOS FILHO, Abílio. **Experimentações Têxteis e Inovação no Design de Moda**. In: O Colóquio de Moda, 2012, Rio de Janeiro.
- [9] MAGOSSO, Luiz Roberto; BONACELLA, Paulo Henrique. **Poluição das águas**, São Paulo, Moderna, 2003.
- [10] ROGERS, Elizabeth; KOSTIGEN, Thomas M. **O livro verde**. Editora: Sextante, tradução de: The green book, apresentação Cameron Diaz e William McDonough. Rio de Janeiro, 2009
- [11] CASA VOGUE BRASIL, 2021. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/>. Acesso em: 10 fev. 2024.
- [12] BRIGGS-GOODE, Amanda. Design de estamparia têxtil. Porto Alegre: Bookman, 2014
- [13] VIEIRA, Liliane Bellio. **A estamparia têxtil contemporânea: produção, produtos e subjetividades**. Dissertação de mestrado USP. São Paulo, 2014.
- [14] LASCHUK, Tatiana; RUTHSCHILLING, Evelise Anicet Processos contemporâneos de impressão sobre tecidos. **Moda palavra** E-periódico/ Universidade do Estado de Santa Catarina. Centro de Artes / Departamento de Moda, Ano 6, n.12, [no prelo] jan-jul (2013). Florianópolis: UDESC/CEART, 2013. Periodicidade: Semestral. ISSN: 1982 - 615x
- [15] CARVALHAL, André. **Moda com propósito: manifesto pela grande virada**, 2 ed. rev. e atual, São Paulo: Paralela, 2022.
- [16] LEE, Matilda. **Eco chic: o guia da moda ética para a consumidora consciente**. São Paulo: Editora Larousse do Brasil, 2009.

O Design de Serviço como abordagem para a definição dos stakeholders no projeto do módulo habitacional do Programa Antártico Brasileiro Criosfera 1

Service Design as an approach to defining stakeholders in the housing module project of the Brazilian Antarctic Program Criosfera 1

Dayane Cabral Ziegler, Mestra, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

ziegler.dayane@posgraduacao.uerj.br

Sydney Freitas, Doutor, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

sydneydefreitas@gmail.com

Pedro Zöhrrer Rodrigues da Costa, Doutor, Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

pzohrer@esdi.uerj.br

Resumo

O presente artigo relata o início da investigação sobre a aplicação do Design de Serviço no âmbito do projeto Criosfera 1, que integra o Programa Antártico Brasileiro. Como ação inicial, optou-se pelo mapeamento dos stakeholders envolvidos no desenvolvimento do módulo habitacional. A abordagem do Design de Serviço foi utilizada para investigar o perfil dos stakeholders, os impactos de sua atuação no projeto e como eles serão impactados. O conhecimento de suas necessidades auxiliará no encaminhamento de soluções sustentáveis que considerem os aspectos humanos, ambientais e econômicos neste contexto. A partir da organização das informações levantadas, são listados: os stakeholders, as necessidades do projeto e as ecologias do serviço.

Palavras-chave: Design de Serviço; Sustentabilidade; Programa Antártico Brasileiro; Stakeholders

Abstract

This article reports on the initial investigation into the application of Service Design within the scope of the Criosfera 1 project, which is part of the Brazilian Antarctic Program. As an initial action, it was decided to map the stakeholders involved in the development of the housing module. The Service Design approach was used to investigate the stakeholders' profile, the impacts of their participation in the project, and how they will be impacted. Knowledge of their needs will assist in the development of sustainable solutions that consider human, environmental, and economic aspects in this context. Based on the organization of the information gathered, the following are listed: stakeholders, project needs, and service ecologies.

Keywords: Service Design; Sustainability; Brazilian Antarctic Program; Stakeholders

1. Introdução

Este artigo apresenta a parte introdutória de uma pesquisa que tem como tema o uso de Design de Serviço no projeto Criosfera 1. A referida pesquisa tem como objetivo mapear os stakeholders do projeto Criosfera 1 vinculado ao Programa Antártico Brasileiro o PROANTAR, para através destas informações, ter embasamento para avançar para a fase de prescrição de diretrizes para o projeto de desenvolvimento de módulos habitacionais a serem instalados na Antártica.

Compreender e mapear as ecologias de serviços ajuda a identificar oportunidades e recursos para reformular as configurações e interações do serviço [01]. No contexto do desenvolvimento de um módulo para habitação no Criosfera 1, os clientes finais do Serviço ou Sistema Produto-Serviço são os pesquisadores que permanecerão alojados no módulo durante o período de realização das suas pesquisas na Antártica. Inicialmente foi organizado o tópico do perfil dos stakeholders do projeto; planeja-se identificar a jornada dos usuários dos módulos habitacionais com vista ao design de produto.

Por razões ainda não identificadas o projeto Criosfera 1, que em 2024 completou doze anos de instalação, não conta com uma equipe de designers para apoiar a realização de suas atividades. A partir de informações obtidas em entrevista exploratória com pesquisadores do projeto, observou-se que não existe uma sistematização para a jornada dos pesquisadores que viajam ao continente antártico. Tarefas essenciais para a sobrevivência do grupo, como escolher quantas peças de roupas ou a quantidade de comida que precisa ser levada para a missão ficam a cargo de um único pesquisador, que toma as decisões com base na sua experiência em missões anteriores.

A Antártica, um dos seis continentes que formam o planeta Terra, está localizada no extremo sul e é praticamente inabitada. Apresenta condições atmosféricas extremas, como frio intenso e persistente, temperaturas que chegam a -89°C , ventos fortes, tempestades de neve e umidade do ar baixíssima, sendo considerada o maior deserto do mundo.

O Programa Antártico Brasileiro busca promover a pesquisa científica diversificada e de alta qualidade na região antártica, com o intuito de compreender os fenômenos que ali ocorrem, que tenham repercussão global e, em particular, sobre o território brasileiro.

Parte-se da constatação de que estão em desenvolvimento módulos habitacionais para pesquisadores do projeto Criosfera 1, porque atualmente existem módulos apenas para os equipamentos e os pesquisadores ficam alojados em barracas e sujeitos à condição climática extrema. Os pesquisadores da UERJ realizam missões na estação Criosfera 1 em intervalos de um a dois anos, durante o verão antártico, período que inicia em meados de novembro e se estende até janeiro, e costumam permanecer no local em torno de vinte dias.

A UERJ faz parte do PROANTAR, e convidou professores e pesquisadores para desenvolverem os módulos. O projeto apresenta diversas restrições devido às peculiaridades climáticas do local onde será instalado. Deve-se ressaltar também a necessidade de gerar mínimos impactos ao meio ambiente, as dificuldades logísticas para o seu transporte e montagem; e a necessidade de abrigar aproximadamente seis pesquisadores em espaço reduzido. Outros espaços também são críticos, como a cozinha e o sanitário.

A busca de soluções requer o engajamento dos stakeholders de forma mais completa possível. São problemas graves que demandam soluções urgentes. São muitos os desafios quanto à sustentabilidade do projeto, sendo os principais: escolha de materiais, formato da

construção, divisão e organização dos espaços, destinação de rejeitos e efluentes, conforto térmico, ergonomia dos móveis e utensílios, transporte até o local de instalação, entre outros.

2. PROANTAR - Programa Antártico Brasileiro

O continente Antártico é um ambiente importante para a regulação climática do planeta, além de ser um habitat para várias espécies animais e vegetais. É um dos principais reguladores do clima global, sendo responsável por regular a circulação das correntes oceânicas e atmosféricas [02]; [03]. A criosfera é a parte da Terra que é coberta por gelo e neve, incluindo as regiões polares, geleiras, calotas polares, permafrost e neve sazonal. Este sistema é importante para a regulação do clima global, pois reflete a luz solar de volta para o espaço, ajudando a manter a temperatura da Terra em equilíbrio.

A partir de 1904 a presença humana na região Antártica tornou-se constante. Nesse período a Argentina instalou seu refúgio meteorológico na ilha Laurie, no arquipélago das Orcádas do Sul. Atualmente, há aproximadamente 112 bases e estações, dentre as quais a maioria funciona exclusivamente entre novembro e março e está localizada na costa, mais acessível do que aquelas localizadas no interior do platô antártico [04].

O Brasil aderiu ao Tratado Antártico em 1975 e, em dezembro de 1982, realizou sua primeira Operação Antártica, a OPERANTAR I. Em 1984 realizou a OPERANTAR II, que foi marcada pela implantação da Estação Antártica Comandante Ferraz - EACF, localizada numa ilha ao norte da península Antártica. Nos anos seguintes foram realizadas novas operações. Em 2001 foi elaborado um amplo diagnóstico da estrutura física da estação e dos refúgios brasileiros na Antártica, que serviram de base para a elaboração de um planejamento para a recuperação e manutenção contínua da Estação. As operações continuam ocorrendo. No ano de 2023 ocorreu a OPERANTAR número 42 [05].

O objetivo da OPERANTAR é apoiar a presença e as pesquisas brasileiras no continente austral do Programa Antártico Brasileiro, o PROANTAR. Realizadas durante o período de verão, as pesquisas científicas são desenvolvidas a bordo dos navios da Marinha do Brasil, na Estação Antártica Comandante Ferraz, em acampamentos isolados e em estações estrangeiras, por meio de cooperação entre os países [06].

O Programa Antártico Brasileiro busca promover a pesquisa científica diversificada e de alta qualidade na região antártica, com o intuito de compreender os fenômenos que ali ocorrem, que tenham repercussão global e, em particular, sobre o território brasileiro. Essas pesquisas também garantem ao país a condição de Membro Consultivo do Tratado da Antártica, que assegura a participação do Brasil nas decisões sobre o futuro do continente antártico [05].

Anualmente, o PROANTAR apoia em média 20 projetos de pesquisa em diversas áreas como, oceanografia, biologia, glaciologia, geologia, meteorologia, entre outras. Os projetos são selecionados pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico CNPq.

O projeto Criosfera foi iniciado em 12 de janeiro de 2012. O módulo Criosfera 1 foi o primeiro laboratório científico brasileiro instalado no interior da Antártica, localizado no paralelo 84°S, a 2.500 km ao sul da estação antártica brasileira Comandante Ferraz. É uma plataforma científica autossustentável, que utiliza energia solar e eólica para suprir toda a energia necessária aos equipamentos de pesquisa e uma estação meteorológica ao longo do ano. Permite investigar as interações entre as massas de ar antárticas e do Brasil, contribuindo para o avanço do conhecimento sobre as frentes frias que afetam nossa produção agrícola [07].



Figura 1: Módulo Criosfera I instalado na Antártica em 2012. [08]

Em janeiro de 2023, foi instalado na Antártica o módulo Criosfera 2, que visa medir a emissão de gás de efeito estufa e a poluição na América do Sul. O novo módulo ampliará o escopo da pesquisa brasileira no interior do continente antártico, por estar instalado em uma área geográfica com forte sinal ambiental dos processos relacionados ao fenômeno El Niño e La Niña, entre outros fenômenos de variabilidade climática hemisférica com o Brasil e a América do Sul [09]. Isso implica inserir a problemática da sustentabilidade nesse contexto. Até porque, um dos objetivos do projeto Criosfera é fomentar pesquisas para o desenvolvimento sustentável.

3. Sustentabilidade em projetos

O termo sustentabilidade tem diferentes definições, a depender da área pela qual esteja sendo abordado. Para o designer e pesquisador Ezio Manzini [10] são dois os tipos de sustentabilidade: a Sustentabilidade Ambiental, baseada na capacidade de um ecossistema tolerar uma atividade sem perder irreversivelmente seu equilíbrio; e a Sustentabilidade Social, baseada nas condições sistêmicas através das quais as atividades humanas estão de acordo com a responsabilidade em relação ao futuro. Ambos os conceitos se aplicam aos projetos na Antártica.

Diante desse panorama, o design, como área integrante dos sistemas produtivos, tem relevância econômica e ambiental em nossa sociedade, visto que seus projetos podem orientar tanto a produção de artefatos geradores de poluição quanto a de produtos integrados aos pilares da sustentabilidade. Com relação ao tema, Russo e Berlim [11] observam: “A perspectiva do design como a ciência do artificial nos mostra que a crise socioambiental não está nos ambientes, nem nas pessoas em si, mas nas interfaces que criamos com o natural, na nossa intenção para esse design, nas políticas que propomos para o nosso design”.

A ideia é legitimada por Manzini e Vezzoli [12] quando afirmam que a sustentabilidade ambiental não será alcançada melhorando o que já existe, mas criando produtos, serviços e comportamentos diferentes dos aplicados até hoje. O designer promove comunicação e faz parte de um contexto social, o que implica responsabilidades éticas e ambientais. As complexas relações associadas a um projeto ao longo do tempo, muitas vezes não são previstas em projeto e frequentemente saem do controle de seu criador. Esse problema evidencia a importância de

compreender a teoria dos sistemas complexos no contexto do design, já que qualquer objeto projetado e posto no mundo fará parte de um ecossistema [13].

Nesse sentido, o desenvolvimento de módulos habitacionais para o projeto Criosfera 1 PROANTAR traz, além das contribuições alvo, também a oportunidade de testar, mesmo que em teoria, modelos de organização como o Design de Serviço.

4. Procedimentos Metodológicos

Para compreender o contexto e as necessidades de quem precisa dos abrigos na Antártica elegeu-se a abordagem do Design de Serviço, apoiada em autores que pesquisam o diálogo com os stakeholders.

O Design de Serviço é uma abordagem de projeto com foco na visão holística e sequencial da experiência de um usuário ou cliente em relação a um determinado serviço. A abordagem ajuda as organizações a enxergarem seus serviços pela perspectiva do cliente, buscando projetar serviços para equilibrar as necessidades do cliente e do negócio.

O objetivo do Design de Serviço é assegurar que as interfaces de serviço sejam úteis, utilizáveis e desejáveis do ponto de vista do cliente e eficazes, eficientes e distintas do ponto de vista do fornecedor. Os designers de serviço visualizam, formulam e prescrevem soluções para problemas que podem ainda nem existir; eles observam e interpretam requisitos e padrões de comportamento e os transformam em possíveis serviços futuros.

É necessário entender como os serviços são e podem ser inovadores, como complementam os modelos tradicionais de inovação baseados em ciência e tecnologia, como podem abordar os desafios sociais e ambientais e, finalmente, quais contribuições o design e a criatividade oferecem em inovação e crescimento [01].

As ecologias de serviços são sistemas de entes e relacionamentos que formam um serviço, incluindo participantes diretos e aqueles afetados indiretamente. Os serviços são vistos como a convergência entre as estruturas sociais, tecnológicas e culturais dos participantes e o conhecimento tecnológico incorporado nos artefatos usados para realizar o serviço.

Como uma das premissas do Design de Serviço é tornar tangível o intangível [01], observa-se que a abordagem tem potencial para auxiliar na visualização da estrutura dos vários sistemas que compõem o PROANTAR e possibilitar o projeto de um futuro desejável no âmbito do módulo habitacional do projeto Criosfera 1.

Os stakeholders podem ser definidos como todas as partes interessadas nas atividades de uma empresa. É necessário que eles sejam capazes de influenciar o seu desempenho de forma positiva ou negativa, sendo também, influenciados de forma direta ou indireta pelas ações da organização. Estes grupos de interesse representam qualquer público que afeta a empresa ou por ela é afetado em seus objetivos organizacionais [14].

Com a intenção de gerenciar os stakeholders e a sua influência sobre a empresa Savitz [15] indica o ‘Mapeamento dos Stakeholders’, uma ferramenta de diagnóstico que ajuda a definir a posição da empresa em relação a vários grupos de pressão capazes de afetar a sua operação.

De acordo com Savitz [15], a identificação e a segmentação dos stakeholders propiciam a geração de novas ideias para melhorar a interação da empresa com as partes interessadas, além de situar a posição de cada um em termos de sustentabilidade. As corporações apresentam três tipos de stakeholders, sendo eles: a) internos, que estão na empresa, ou fazem parte dela, são os

gestores, acionistas e empregados; b) cadeia de valor, aqueles com quem se faz negócios, ou seja, são stakeholders que possuem ligação direta com a empresa, são clientes, fornecedores e prestadores de serviços; c) externos, os quais estão fora da empresa, ou seja, governo, órgãos fiscalizadores, ONGs, comunidade do entorno da planta operacional, mídia, entre outros.

No cenário da pesquisa aqui relatada, os stakeholders não estão ligados a uma empresa e o objetivo final não é vender nenhum produto ou serviço. No entanto, o Programa Antártico Brasileiro constitui um complexo sistema, gerenciado por uma secretaria interministerial, sendo formado por cinco órgãos: Marinha, Aeronáutica, Ministério de Relações Exteriores, Ministério do Meio Ambiente, Ministério da Ciência Tecnologia e Inovação, e recebe fomento através de editais do CNPq.

O projeto é afetado por decisões e atividades de diversas esferas de poder. Por se tratar de um projeto ligado ao governo e às forças armadas, é regido por uma intrincada cadeia de personagens. Decisões políticas afetam diretamente o seu funcionamento através do aumento ou da diminuição do fomento, assim como da continuidade ou não de parcerias internacionais.

Considerados os fatores descritos, é perceptível o grande número de stakeholders envolvidos com o Programa Antártico Brasileiro. Como forma de tornar factível o diagnóstico deste sistema, optou-se por iniciar pelo reconhecimento dos Stakeholders do projeto Criosfera 1, que é o sistema alvo desta pesquisa.

A) Mapa de stakeholders do projeto Criosfera 1

- Internos (primários): os pesquisadores que participam da missão para a Antártica e vão se abrigar no módulo.
- Cadeia de Valor (secundários): os pesquisadores do projeto que ficam nas universidades, as agências de fomento, o governo, as empresas privadas patrocinadoras, a empresas e os técnicos que vão construir e transportar o módulo.
- Externos (terciários): os pesquisadores de diversas áreas que utilizam os dados gerados pelo projeto Criosfera 1 e a opinião pública.

B) Mapa das necessidades do projeto

Deve considerar a segurança contra as condições climáticas, conforto para o descanso, uso de matérias-primas sustentáveis e que não liberem partículas no ambiente (micro plástico, metais, gases, etc.) neutralização de carbono, facilidade na reparabilidade, móveis e utensílios com múltiplas funções e eficácia nas tarefas que precisam ser realizadas pelos pesquisadores durante a missão.

C) Mapa das ecologias do serviço

Deve descrever todas as entidades, fluxos e relações que caracterizam o ecossistema envolvente. O mapa do ecossistema é uma representação sintética que captura todos os papéis-chave que influenciam o usuário, a organização e o ambiente de serviço. O mapa do ecossistema é construído exibindo primeiro todas as entidades e depois conectando-as com base no tipo de valor que trocam [16].

5. Resultados esperados

A partir do emprego das ferramentas de Design de Serviço: mapeamento das ecologias do serviço e mapeamento dos stakeholders, pretende-se identificar parâmetros que possam resultar em diretrizes para o projeto do módulo de habitação do projeto Criosfera 1.

Embora ainda não tenha sido definido como as diretrizes serão entregues, uma das possibilidades consideradas é a organização de um conjunto de conceitos em um Framework, que é um termo que se refere a estratégias e ações que visam solucionar um tipo de problema, no caso desta pesquisa, a necessidade de implementar a sustentabilidade no projeto de módulos habitacionais que serão instalados em um ambiente de clima extremo.

Para orientar as escolhas do projeto de design, o framework poderá organizar o Ecossistema e os Stakeholders que integram o projeto Criosfera 1, possibilitando que a hierarquia dos sistemas seja visualizada e que também as principais necessidades dos integrantes sejam percebidas e consideradas no desenvolvimento do projeto do módulo habitacional.

6. Conclusão

Este artigo marca o início da investigação sobre como empregar o Design de Serviço focado na sustentabilidade no projeto Criosfera 1 e no Programa Antártico Brasileiro. A partir das informações levantadas foi possível observar a complexidade das atividades e a necessidade de uma abordagem sistêmica que possa englobar as diferentes esferas e atores envolvidos neste importante projeto de pesquisa.

Percebe-se uma grande oportunidade de melhoria para as condições de permanência dos pesquisadores na Antártica, assim como possibilidades de avanços nas pesquisas em Design de Serviços para condições extremas e locais isolados e com clima hostil. O uso de ferramentas de design de serviço para um entendimento dos processos sistêmicos que estão envolvidos também pode ser explorado. A cocriação apresenta-se como uma estratégia valiosa para o desenvolvimento de melhorias através da interação entre designers e pesquisadores com experiência de mais de vinte missões antárticas realizadas.

Entende-se que o módulo habitacional do projeto Criosfera 1 vai prestar um serviço aos pesquisadores que viajam para a Antártica anualmente, e que quanto maior for a qualidade desse serviço, melhores serão as condições físicas e mentais dos cientistas para desempenharem as funções e realizarem as suas pesquisas em um ambiente de clima extremo, causando o mínimo possível de impactos no ecossistema antártico.

Um possível desdobramento para a pesquisa no âmbito do PROANTAR é a prospecção de modelos para criação de cenários futuros, visto que, em decorrência das rápidas mudanças climáticas, a Antártica é um local com muitas oportunidades de aprendizado para a sobrevivência humana em condições climáticas extremas e para o desenvolvimento de novas tecnologias com este objetivo.

Referências

- [01] MERONI, Anna; SANGIORGI, Daniela. Introduction to Design for Services. In: Meroni, Anna; Sangiorgi, Daniela. Design for services. Farnham: Gower Publishing, 2011.
- [02] KELLNER, Alexander W.A. Pesquisa do Brasil na Antártica ajuda a compreender as mudanças climáticas e o futuro do planeta. 2022. Disponível em: <https://pressreleases.scielo.org/blog/2022/12/22/pesquisa-do-brasil-na-antartica-ajuda-a-compreender-as-mudancas-climaticas-e-o-futuro-do-planeta/>. Acesso em: 06 nov. 2023.
- [03] CRIOSFERA. Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia da Criosfera. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/inctcriosfera/Acriosfera.html>. Acesso em: 08 nov. 2023.
- [04] BARBOSA, João Paulo. Atlas do Habitat Antártico. 2023. Disponível em: <http://antartica.museuvirtual.unb.br/index.php/estacoes-cientificas>. Acesso em 10 dez. 2023.
- [05] REDAÇÃO FORÇAS DE DEFESA. 2023. Disponível em: <https://www.naval.com.br/blog/2023/10/09/navios-da-marinha-do-brasil-dao-inicio-a-42a-operacao-antartica-operantar/>. Acesso em: 06 nov. 2023.
- [06] MCTI, Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. 2023. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202310/42a-operacao-antartica-inicia-com-apoio-a-23-projetos-brasileiros-no-ambito-do-programa-antartico-brasileiro>. Acesso em: 06 nov. 2023.
- [07] INPE. 2012. Disponível em: http://www.inpe.br/noticias/noticia.php?Cod_Noticia=2806. Acesso em 06 nov. 2023.
- [08] GUERRA, Rodrigo. Foto Criosfera 1. Disponível em: <https://brazilianspace.blogspot.com/2013/01/modulo-criosfera-1-completa-um-ano-na.html#gsc.tab=0>. Acesso em 06 dez. 2023.
- [09] FINEP. 2023. Disponível em: <http://www.finep.gov.br/noticias/todas-noticias/6532-criosfera-2-modulo-cientifico-instalado-na-antartica-com-apoio-da-finep-mcti-vai-medir-emissao-de-gas-de-efeito-estufa-e-poluicao-na-america-do-sul>. Acesso em 10 dez. 2023.
- [10] MANZINI, Ezio. Design para Inovação Social e Sustentabilidade: Comunidades Criativas, Organizações Colaborativas e Novas Redes Projetuais. Rio de Janeiro: E-Papers, 2008.
- [11] RUSSO, Beatriz; BERLIM, Lilyan (Org.). Políticas periféricas para um design responsável. Rio de Janeiro: E-papers, 2020.
- [12] MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis. São Paulo: Editora USP, 2016.
- [13] QUEIROZ, Natália; RATTES, Rafael; BARBOSA, Rodrigo. Biônica e Biomimética no contexto da complexidade e sustentabilidade em projeto. In: Métodos e processos em biônica e biomimética: a revolução tecnológica pela natureza. org. de Amilton J. V. [14] Arruda. São Paulo: Blucher, 2018.
- [14] FREEMAN, R.E. Strategic Management: A Stakeholder Approach. Pitman, Boston, 1984.
- [15] SAVITZ, A.W. E WEBER, K. A empresa sustentável: o verdadeiro sucesso é o lucro com responsabilidade social e ambiental. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2007.
- [16] SERVICE DESIGN TOOLS. Disponível em: <https://servicedesigntools.org/tools/ecosystem-map>. Acesso em 13 dez. 2023.

O processo de sensibilização para reuso de materiais em um curso de Design e sustentabilidade para jovens

The process of raising awareness about reusing materials in a Design and Sustainability course for Young people

Julia Teles da Silva, doutora, PUC-Rio

julitateles@gmail.com

Maria Lúcia Espanhol, doutoranda, PUC-Rio

luci.espanhol@gmail.com

Jackeline Lima Farbiarz, doutora, PUC-Rio

jackeline@puc-rio.br

Resumo

Este artigo tem como objetivo refletir sobre habilidades adquiridas por jovens que participaram do curso “Design, sustentabilidade e reuso de materiais”. O percurso metodológico do curso foi a teoria da ação-na-reflexão, na intenção de desenvolver competências baseadas na prática. A escolha do tema da sustentabilidade através do design, por meio de oficinas práticas de *upcycling* com diferentes materiais e reflexões teóricas, se deu pelo local onde residem os jovens, a favela da Rocinha. O conceito de *upcycling* é apresentado, acreditando que ele faz uma ponte entre materiais acessíveis no cotidiano dos estudantes e a ideia mais ampla de sustentabilidade por meio do pensamento projetual do design.

Palavras-chave: Design; Sustentabilidade; Pensamento projetual; Reflexão-na-ação; *Upcycling*

Abstract

This article aims to reflect on skills acquired by young people who participated in the “Design, sustainability and reuse of materials” course. The methodological path of the course was the theory of action-in-reflection, with the intention of developing skills based on practice. The choice of the theme of sustainability through design, through practical upcycling workshops with different materials and theoretical reflections, was based on the place where young people live, the Rocinha favela. The concept of upcycling is presented, believing that it forms a bridge between materials accessible in students' daily lives and the broader idea of sustainability through design thinking.

Keywords: Design; Sustainability; Design thinking; Reflection-in-action; *Upcycling*

1. Introdução

Este artigo descreve a proposta do curso “Design, Sustentabilidade e reuso de materiais” que foi oferecido a jovens de 15 a 19 anos, moradores da Rocinha – RJ, com carga horária de 48h. O curso foi ofertado em continuidade a um projeto aprovado no edital Favela Inteligente (FAPERJ), integrado ao programa Juventude Empreendendo Futuros vinculado à Vice-reitoria de Extensão e Estratégia Pedagógica de uma Universidade. O plano foi de que o curso complementasse a formação dos jovens, com um caráter predominantemente prático, alinhando também conhecimentos que possibilitem a geração de renda.

A escolha do tema a ser abordado se deu por conta do local onde vivem os jovens a quem o curso foi destinado. A favela da Rocinha, local onde vivem aproximadamente 70.894 pessoas, sendo o bairro com a maior densidade populacional da cidade do Rio de Janeiro, de acordo com dados do censo 2022 (Prefeitura do Rio de Janeiro, 2023), o que torna ainda mais complexo o gerenciamento de resíduos sólidos produzidos no local. A estimativa é de que o local gere em torno de 230 toneladas de resíduos sólidos por dia, e, embora esteja em curso um projeto de criação de um polo de reciclagem (Silva, 2022), é importante que a comunidade local conheça alternativas para tamanha quantidade de resíduos e conheça também as consequências do descarte incorreto.

O objetivo do curso foi apresentar uma introdução ao pensamento projetual do design e às questões de sustentabilidade. Design e sustentabilidade foram conectados em exercícios práticos e oficinas, trazendo reflexão e familiaridade com ambos os temas. Tanto a sustentabilidade quanto o design são temas interdisciplinares, que envolvem diferentes áreas do conhecimento. Assim, os estudantes foram incentivados a ativar diferentes conhecimentos adquiridos na escola, conectando a novos conhecimentos que foram experimentados na práxis – uma prática baseada em diferentes teorias.

A metodologia do curso foi baseada na teoria da reflexão-na-ação de Donald Schön, que contribui significativamente para o desenvolvimento de competências baseadas na prática, no saber fazer, na reflexão contínua durante a prática e, também, como forma de desenvolver habilidades e lidar com situações complexas. Durante as oficinas, os jovens eram desafiados a pensar em alternativas para o material trabalhado em um contínuo processo de reflexão-na-ação, e o ambiente foi organizado para que os jovens aprendessem “principalmente através do fazer, apoiados pela instrução” (Schön, 2007).

O curso foi elaborado a partir da abordagem pedagógica cognitivista de Maria Mizukami, que pressupõe uma autonomia intelectual ao estudante em que os pressupostos são “a cooperação, a colaboração, as trocas e intercâmbio entre as pessoas” (1986, p. 71), em um processo em que o diálogo, os questionamentos e as reflexões sobre os temas abordados eram constantemente incentivados, pois, intentava-se levar os jovens a reconhecer e agir sobre seu próprio contexto. A postura adotada, principalmente durante as oficinas era mediadora, na compreensão de que “o processo de aprendizagem é único e diferente para cada ser humano, e que cada um aprende o que é mais relevante e que faz sentido para ele, o que gera conexões cognitivas e emocionais” (Bacich; Moran, 2018).

A principal proposta do curso foi a criação de projetos a partir de materiais que seriam descartados, o que também é conhecido como *upcycling*, dando assim novos usos e ressignificando materiais que seriam destinados ao lixo. Decidimos trabalhar com materiais de fácil acesso e que fossem conhecidos dos estudantes, entre eles: revistas, papelão, tecidos, câmara de pneu de bicicleta (borracha sintética), tetrapak e lona plástica.

Os projetos trabalhados ao longo dos 16 encontros aconteceram ao mesmo tempo em que eram apresentados os temas que justificam o processo de transformação de materiais de descarte em produtos de maior valor. Os temas abordados foram: introdução ao design, sustentabilidade, metodologia projetual, ciclo de vida dos produtos, estética e uso de cores, desenho e fotografia de produtos. Cada projeto era iniciado com abordagem teórica em que o ciclo de vida do material era explorado, e, a partir dos diálogos os estudantes definiam e desenhavam o objeto a ser feito, conversavam sobre como seria o processo e em seguida começavam a manipular o material. A partir da experimentação com o material, o processo era repensado, dependendo do uso de cada material.

Do total de 15 participantes, dez deles tiveram presença integral, o que proporcionou um acompanhamento e orientação individualizada de cada projeto em execução. Este artigo tem como objetivo refletir sobre o tipo de habilidade que um jovem estudante adquire ao participar de um curso com o tema “Design, sustentabilidade e reuso de materiais”. O artigo começa apresentando o conceito de *upcycling* e em seguida apresenta descrições e reflexões sobre o processo do curso.

2. *Upcycling*

Entendemos que um curso com foco em projetos que envolvessem a reutilização de materiais, ou *upcycling*, aliando conceitos de design e de sustentabilidade com o uso de materiais acessíveis, que fizessem parte do cotidiano dos estudantes representa um grande potencial de mudança de realidade sobre o local em que vivem.

Um artigo de revisão de literatura publicada em 2015 analisou definições, tendências, benefícios, desvantagens e barreiras sobre a prática do *upcycling* de 55 publicações relevantes desde os primeiros registros na década de 90, tendo acordado que “*upcycling* é o processo pelo qual materiais são convertidos em algo de maior valor ou qualidade em sua segunda vida. Tem sido cada vez mais reconhecido como um meio promissor de reduzir uso de material e energia e gerar produção e consumo sustentáveis”¹, (Sung, 2015, tradução nossa). O processo de *upcycling* a partir do reaproveitamento de materiais ou componentes de produtos acontece sem que eles passem por um processamento industrial, como no caso da reciclagem. Pode ser considerado uma prática que consiste em ressignificar materiais que seriam descartados, criando novos produtos por meio de um processo de design, o qual, poderíamos considerar que responde à novas demandas sociais e a toda complexidade de manejo do lixo.

Reutilizar materiais para a criação de novos produtos pode ser uma forma de sensibilizar os estudantes quanto aos produtos consumidos, considerando todo o ciclo de vida e descarte, e, também uma forma de evitar/minimizar a retirada de matéria prima da natureza para confecção de novos produtos. Nesse sentido, o *upcycling* é uma potente ferramenta para que estes jovens trabalhem com diferentes materiais por meio de projetos de design com ferramentas acessíveis e diferentes formas de manuseio.

O *upcycling* é uma opção interessante para se manter em circulação materiais que ainda possuam potencial de utilidade, evitando assim o descarte que, se não feito corretamente, pode contribuir para aumento de aterros sanitários. De acordo com Manzini e Vezzoli: “Em

¹ “Upcycling is a process in which used materials are converted into something of higher value and/or quality in their second life. It has been increasingly recognised as one promising means to reduce material and energy use, and to engender sustainable production and consumption.” (Sung, 2015, p. 28)

termos ambientais, geralmente é preferível reutilizar um produto, ou parte dele, em vez de reciclá-lo ou incinerar seus materiais (para não falar da hipótese de simplesmente colocá-lo no lixo)” (2008, p. 114).

Considerando-se as opções para diminuição de resíduos, ou reaproveitamento de materiais deveria ser a primeira opção, pois, no processo de reciclagem pode haver uma perda da qualidade do material, além do gasto energético no processo de transformação dos resíduos. Diferente do significado da palavra *upcycling*, que é o processo de reutilização de materiais com valor agregado, a palavra *downcycling* significa um processo de reciclagem que gera materiais de menor qualidade.

E quanto à reciclagem? Como podemos notar, a maior parte da reciclagem é, na verdade, subciclagem (*downcycling*) – isto é, um processo que acaba reduzindo a qualidade de um material ao longo do tempo. Quando os plásticos – exceto aqueles encontrados em garrafas de refrigerante e de água – são reciclados, misturam-se com diferentes plásticos para produzir um híbrido de menor qualidade, que então é moldado em algo amorfo e barato, como um banco de jardim ou um quebra-molas. (McDonough & Braungart, 2013, p. 53).

Além disso, a reciclagem demanda um grande investimento energético para transportar os resíduos e processá-los. O *upcycling* é uma opção que demanda menos energia e que, em geral, pode ser feita com ferramentas acessíveis e criatividade.

Para despertar o interesse pela sustentabilidade, o *upcycling* é uma boa prática, pois possibilita aos estudantes ganharem um novo olhar sobre resíduos produzidos no cotidiano. Traz uma reflexão sobre o que é lixo e sobre os diferentes materiais que descartamos no todos os dias. Também permite apresentar o conceito de ciclo de vida de produtos, origem da matéria prima, transformação, transporte, consumo e formas de descarte, sensibilizando os jovens de que existe um processo desses materiais após o uso/consumo, e que ações do cotidiano podem minimizar o descarte incorreto.

Considerando-se o ciclo de vida dos materiais, o *upcycling* tem uma dupla vantagem – evita a extração de matéria-prima virgem do meio ambiente e ao mesmo tempo evita a geração de mais resíduos, prolongando a vida de materiais sem recorrer ao processamento industrial.

3. O projeto, os materiais e a manualidade

O curso foi iniciado com uma ampla visão da sustentabilidade e as possíveis consequências do descarte incorreto de resíduos, despertando assim a curiosidade sobre o processo que ocorre após o uso/consumo de materiais. Na sequência, passou-se a uma introdução ao pensamento projetual, em que os estudantes foram orientados a iniciar o processo com desenhos do projeto, pensando forma, função e dimensões, o que consequentemente os leva a refletir sobre o modo de fazer. Ao interagir com os materiais, inicia-se um processo de aprendizagem sobre suas características. Cada material deve ser manipulado de uma determinada forma, é cortado de uma forma e se estrutura de modo específico, conforme suas propriedades e características. Nesse processo de manipulação dos materiais, novas possibilidades vão surgindo e o projeto pode ser repensado.

A seleção dos materiais a serem trabalhados foi pensada de acordo com o nível de complexidade. Iniciamos com papel, revistas e caixas de papelão, usando processos de beneficiamento básicos, como vinco, dobra, corte, colagem (figura 1) e costura do caderno (figura 2). Na sequência trabalhamos com diferentes tecidos, em um processo de costura

manual (figura 3). Depois, o trabalho com câmara de pneu de bicicleta, um material também de fácil acesso que necessita de uma maior precisão para ser trabalhado (figura 4).



Figura 1: caixa a partir de papelão e revistas, fotografado pelos estudantes



Figura 2: caderno a partir de papéis e papelão, fotografado pelos estudantes



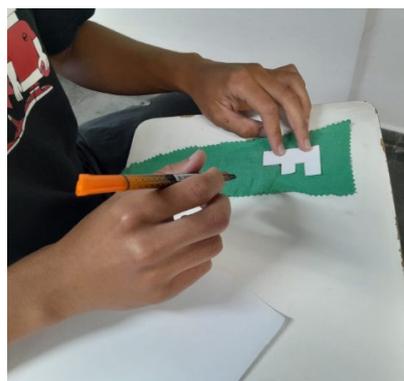
Figura 3: porta objetos a partir de retalhos, fotografado pelos estudantes



Figura 4: brinco a partir de borracha fotografado, pelos estudantes

As aulas teóricas foram propostas ao mesmo tempo que as aulas práticas, no entendimento que os conhecimentos são sedimentados com a prática. Em um mesmo dia, trabalhávamos teoria, prática e conversa reflexiva sobre os processos realizados. Como coloca Gustavo Bomfim (2014), o design é uma práxis, com a teoria sendo usada para uma prática: “teoria e práxis são partes de um mesmo processo, cujo desenvolvimento objetiva uma situação ideal, pré-determinada por valores que almejam uma utopia.” (Couto; Farbiarz, 2014, p. 18). Bomfim ainda coloca que no ensino do design, a prática está sempre presente. O debate teórico, reflexivo e responsivo, está sempre entrelaçado à prática.

Foi enfatizado desde o início do curso, que o design é um processo interativo, em que a ideia inicial vai sendo aprimorada/ modificada/ ajustada ao mesmo tempo em que há o diálogo com colegas e professoras e a troca de informações. A manipulação dos materiais (figuras 5 e 6) vai determinando a forma do objeto, e quanto mais paciência e resiliência o estudante tiver, mais ele pode aprimorar essa forma. A maioria dos jovens demonstrava não ter prática com trabalhos manuais, ocasionando um pouco de dificuldade em atividades que demandavam precisão – como corte de materiais ou costura. Entretanto, ficava evidente para todos que o projeto se aprimorava com paciência e à medida que as mãos vão aprendendo a manipular aquele material.



Figuras 5 e 6: estudantes manuseando borracha e tecido, respectivamente, fotografado pelas professoras

Durante a execução dos projetos pelos jovens, ficou evidente que é no fazer, na prática que as ideias vão surgindo e os processos vão se aperfeiçoando. No processo, houve também o trabalho colaborativo, com trocas, conversas, observações, e, as ideias também surgiam a partir do projeto do outro. Concordamos com Farbiarz e Ripper quando afirmam que:

A descoberta na atitude projetual se dá no nível concreto. No nível concreto não é mais você, designer, consigo mesmo. É você e o grupo com algo fora de você. É o objeto na relação. Aí você começa a objetivar, pois aí você se permite encontrar as surpresas, dialogar com o fora de você. Aí você começa a entender que a atitude projetual carrega consigo o inesperado, pois a natureza tem as suas formas próprias de construir. Para desenvolver algo objetivamente, você precisa contemplar o inesperado. (Farbiarz; Ripper, 2010, p. 28-29).

As ideias vão interagindo com o material e o objeto, que vai trazendo novas informações sobre como aprimorar o projeto. Nigel Cross (2011) explica que no design não existe um objetivo pré-determinado - o objetivo vai sendo definido à medida em que se avança no processo projetual. O problema e a solução estão entrelaçados, em um processo de constante avanço e correção dos problemas. Saber navegar na indeterminação e ir buscando soluções ao longo do processo é uma habilidade essencial na metodologia projetual. Entendemos que essa não é uma habilidade inerente, mas que é aprendida. Percebemos nos estudantes muita dificuldade de lidar com o desconhecido com que se depara no processo de design. Frequentemente, eles esperavam que as professoras indicassem exatamente o que deveria ser feito no próximo passo.

Os materiais usados eram todos materiais conhecidos dos alunos e acessíveis a eles. A ideia é que eles pudessem abrir o olhar para os materiais descartados no cotidiano, levando-os a pensar o que poderia ser criado a partir deles. A criação de objetos com materiais descartados pode criar um novo olhar sobre o que consideramos lixo. Entendendo na prática que, o que chamamos de lixo, é um recurso que não está sendo bem utilizado.

As ferramentas usadas pelos alunos eram simples – lápis, papel, tesoura, estilete, cola, régua, agulha – e que eles poderiam já ter em casa, despertando assim, um olhar de que é possível criar projetos em outros locais. A pouca experiência com agulha/estilete, demandou uma atenção especial aos estudantes, por serem instrumentos potencialmente perigosos.

Apesar do constante incentivo para que os alunos desenhassem e criassem algo novo, percebemos uma tendência a buscar fazer o objeto o mais simples possível ou a copiar algum exemplo que havia sido apresentado. Entendemos que a criatividade é um exercício contínuo que eles haviam praticado pouco. Foi apresentado a eles a ferramenta de *brainstorming*, no

intuito de se pensar em alternativas e/ou projetos a partir do plástico. Entretanto, as ideias que surgiram foram semelhantes aos exemplos que haviam sido comentados na aula teórica.

4. Fotografia de produtos

No curso também foi dada uma aula de fotografia e ao fim de cada projeto, os alunos fotografaram os produtos. Depois, debatíamos sobre as imagens, discutindo as qualidades de cada fotografia e o que poderia ser melhorado. Esse debate despertou bastante interesse nos alunos e a própria prática da fotografia foi uma das etapas em que eles mais se mostraram animados. Explicamos princípios de iluminação, enquadramento e composição e incentivamos que eles fotografassem os produtos tanto em fundo neutro quanto em um fundo com outros elementos. As figuras 7 e 8, 9 e 10, e também as figuras 1, 2, 3, e 4, são exemplos de registros fotográficos feitos pelos estudantes.

A visualização de imagens, sejam as fotografias feitas pelos jovens ou imagens selecionadas que eram apresentadas, despertavam interesse e engajamento no curso. Muitos diálogos surgiram quando foram apresentadas fotografias de diferentes praias e locais que eles conheciam com a diferença de que algumas eram limpas e preservadas e outras descuidadas e com acúmulo de lixo. Entre os debates sensibilizados pelas imagens, alguns jovens sugeriram multa para quem descarta resíduos em local inapropriado. Pode-se perceber que a imagem retratada incentiva os jovens a refletir sobre o que estão visualizando, seja uma realidade vivenciada, seja imagens de locais não conhecidos.



Figuras 7, 8 e 9: tabuleiro de damas a partir de lona plástica, borracha, tetrapak e revistas; estojo a partir de tecido; e porta cartões/documentos, respectivamente, fotografados pelos estudantes

A fotografia é parte do cotidiano dos jovens, estando presente em diversos contextos, entre eles as redes sociais. Saber fotografar e comunicar de forma simples um produto é também uma habilidade adquirida pelos jovens e parte essencial de um projeto de produto. Um dos objetivos foi despertar o interesse pelo reaproveitamento de materiais de fácil acesso e com técnicas e ferramentais simples ter a possibilidade de criar novos produtos. Assim, a fotografia é parte do processo projetual e grande aliada da divulgação deste produto.

5. Considerações finais

O curso buscou trazer aos alunos uma introdução ao pensamento do design, aliado a uma introdução à sustentabilidade. Sabemos que ambas são áreas complexas, e que poderia haver

muito mais aprofundamento. Porém, percebemos que um primeiro passo foi dado pelos alunos, que aos poucos ganharam familiaridade com os materiais, com os processos, com o desenho e a fotografia, o que oportunizou maiores reflexões sobre o lixo em nossa sociedade.

Apesar de o tema do curso parecer específico e muito distante da grade curricular escolar, o curso dialogou com diferentes conhecimentos que os alunos tinham adquirido na escola e dialogou com sua realidade do dia a dia, que envolve lixo e a necessidade de criação de soluções. Buscamos dialogar com eles sobre conhecimentos necessários para refletir sobre a criação de produtos, trabalhando com uma práxis, uma prática embasada em conhecimentos. Percebemos que muitos alunos queriam a princípio uma tarefa e um passo-a-passo bem definidos, mas buscamos mostrar que a criação de soluções devia partir deles. Entendemos que o design é uma ferramenta importante na vida das pessoas, que sempre demanda soluções criativas. E entendemos que o design é um bom caminho para se pensar a sustentabilidade na prática, suscitando muitos questionamentos e reflexões.

Compreendemos que os assuntos abordados podem ser apenas um despertar para questões de sustentabilidade que envolvem o cotidiano desses jovens. Assuntos como o lixo nas praias, principalmente as frequentadas por eles, foram debatidos algumas vezes por ser algo já vivenciado. Mais do que um destino correto para o lixo, o curso contribuiu para que eles se sensibilizassem sobre os resíduos produzidos em seus lares e localidades onde vivem e frequentam, sobre os impactos gerados e sobre possibilidades de ressignificar materiais que eram considerados “lixo”. A reflexão-na-ação baseada no saber fazer conduziu esses jovens a um outro olhar sobre os resíduos gerados no local onde vivem.

As vivências durante o curso, o incentivo para um trabalho colaborativo, reflexivo, o compartilhamento de materiais e ferramentas também contribuíram para a prática projetual dos estudantes. Despertar o interesse dos jovens para questões de sustentabilidade a partir de um projeto de design é um processo que pode envolver direções distintas. Percebemos que eles se sensibilizaram mais com temas com os quais já tinham um contato prévio, com materiais que já faziam parte de seu cotidiano e com imagens impactantes de como o lixo descartado de forma errada pode impactar o ambiente. Para além de um projeto de design, muitos comentaram que passaram a ver o lixo de forma diferente, compreendendo as múltiplas formas de reutilização e a necessidade de um descarte correto.

Compreendemos que o fazer na prática e os diálogos sobre o andamento do projeto e fotografias foram os pontos de maior aprendizado do curso. Era o momento em que os jovens ficavam mais à vontade para questionar, para relatar exemplos do seu cotidiano. A grande maioria deles desconhecia a coleta seletiva, muitos relataram conhecer um valão onde o lixo era jogado, outros comentavam do lixo que ia parar na praia de São Conrado. Todos demonstraram estar dispostos a mudar essa realidade. No último encontro, após uma dinâmica com imagens, surgiram sugestões, como criar multa para quem descarta o lixo na rua, instalação de lixeiras nas ruas, instalação de caçambas para coleta de recicláveis e a constatação de que áreas turísticas recebem mais atenção e cuidado do governo.

Entendemos a importância de adotarmos uma abordagem metodológica de reflexão-na-ação (Schön, 2007), de dialogarmos sobre o lugar do design para caminhos que possam ser sustentados e de incentivarmos esses jovens a autonomia, em um reconhecer e agir sobre seu próprio contexto. Consideramos que os jovens foram sensibilizados a repensar sobre o lixo produzido no local onde vivem e as consequências do descarte incorreto. Para um próximo curso, intentamos que a parte prática do curso seja ainda mais predominante, pois, foi a partir do fazer que surgiram, as inquietações, as inspirações e, principalmente, as reflexões.

Referências

- [1] PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **População Informações Censo 2022**. Disponível em: <https://www.data.rio/apps/pop-info-censo-2022/explore>. Acesso em: 10 de maio de 2024.
- [2] SILVA, Michael. **Rocinha vai ganhar polo de reciclagem: favela gera 230 toneladas de lixo por dia**. favela gera 230 toneladas de lixo por dia. 2022. Disponível em: <https://falaroca.com/rocinha-polo-de-reciclagem/>. Acesso em: 24 ago. 2023.
- [3] SCHÖN, Donald A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artmed, 2007. Tradução: Roberto Cataldo.
- [4] MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: E.P.u., 1986. 119 p.
- [5] BACICH, Lilian; MORAN, José. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: uma abordagem teórico-prática [recurso eletrônico]** / Organizadores, Lilian Bacich, José Moran. – Porto Alegre: Penso, 2018 e-PUB.
- [6] SUNG, Kyungeun. **A review on upcycling: Current body of literature, knowledge gaps and a way forward**. ICECESS 2015: 17th International Conference on Environmental, Cultural, Economic and Social Sustainability. P. 28-40. Venice, 2015
- [7] MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. São Paulo: EDUSP, 2002.
- [8] BRAUNGART, Michael; MCDONOUGH, William. **Cradle to Cradle: criar e reciclar ilimitadamente**. São Paulo: Editora G. Gili, 2013. 171 p. Tradução Frederico Bonaldo.
- [9] COUTO, Rita M. S.; FARBIARZ, J. L.; NOVAES, Luiza (Org.). **Gustavo Bomfim: uma coletânea**. Rio de Janeiro: Rio Books, 2014.
- [10] FARBIARZ, Jackeline Lima; RIPPER, José Luiz Mendes. **Instantâneos de interações**. Rio de Janeiro, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2010.
- [11] CROSS, Nigel. **Design Thinking**. New York: Berg, 2011.

Aplicações em design para compósitos de resina PU vegetal e fibras vegetais.

Applications of vegetable PU resin and vegetable fibers based composites for design

Marcelo Hsu de Oliveira, bacharel, USP.

marcelo.hsu.oliveira@alumni.usp.br

Cyntia Santos Malaguti, doutora, USP.

cyntiamalaguti@usp.br

Tomás Queiroz Ferreira Barata, doutor, USP.

barata@usp.br

Arthur Hunold Lara, doutor, USP.

arthurlara@usp.br

Resumo

O artigo apresenta uma investigação de desenvolvimento de materiais compósitos a partir do emprego de diferentes fibras vegetais, na sua maioria, residuais associadas à resina poliuretana a base de óleo de mamona, intencionando a valorização de resíduos como matéria prima, reinserindo-os no ciclo produtivo como alternativa à materiais compósitos tradicionais, que têm efeitos negativos sobre a saúde humana e meio ambiente. Foram feitas chapas do material, posteriormente submetidas a processos de manufatura subtrativa, com variações visando diferentes aplicações possíveis. Os resultados demonstram a viabilidade de criação de protótipos de produtos usando estes compósitos, assim como evidenciam futuras melhorias possíveis nos processos e materiais.

Palavras-chave: Materiais compósitos; Madeira de poda urbana; Resíduos

Abstract

The article presents an investigation into the development of composite materials using various plant fibers, mostly residual, combined with castor oil-based polyurethane resin, aiming to valorize waste as raw material, reintegrating it into the production cycle as an alternative to traditional composite materials, which have negative effects on human health and the environment. Sheets of the material were produced, subsequently subjected to subtractive manufacturing processes, in different variations targeting different applications. The results demonstrate the feasibility of creating prototypes of products using these composites, as well as highlighting potential future improvements in processes and material.

Keywords: Composite materials; Urban pruning wood; Waste materials

1. Introdução

Compósitos são materiais muito empregados em objetos de usos dos mais cotidianos, como assentos de ônibus, lixeiras e guaritas, aos mais complexos, como barcos, aeronaves e foguetes, por sua alta força específica e longo tempo de vida. São formados por dois ou mais materiais que não se misturam, mas que, agindo em conjunto, têm propriedades não encontradas neles separadamente [1]: a matriz, um material contínuo, envolve o reforço, geralmente fibras, as maiores responsáveis pela resistência aos esforços no compósito. As matrizes poliméricas são as mais comuns, em sua maioria, de origem sintética, podem ser termoplásticas ou termofixas. Polímeros termoplásticos se tornam viscosos quando aquecidos, e podem ser moldados diversas vezes, já os termofixos endurecem por ligações químicas de forma irreversível após a cura, esta característica, por um lado, facilita seu manuseio, já que independe de altas temperaturas e de ferramentas adequadas para tal, por outro lado, é um dos principais fatores que impedem sua reciclagem, especialmente quando misturado a cargas ou reforços [2]. Além disso, a junção de tais fibras e resinas sintéticas muitas vezes tem efeitos nocivos para a saúde assim como para o meio ambiente. Painéis particulados de madeira, por exemplo, são compósitos de fibras curtas de madeira e resinas, as mais comuns, de ureia-formaldeído e fenol-formaldeído, que emitem gases tóxicos, irritando o aparelho respiratório e pele, são também carcinogênicas e têm potencial de contaminação do solo e águas quando descartadas inadequadamente [3], [4].

Na busca de alternativas a materiais compósitos, verificou-se que a resina poliuretana – PU - a base de óleo de mamona tem sido utilizada como matriz polimérica termofixa com bons resultados em nosso país. Do ponto de vista técnico, uma das vantagens desta resina é ter características biodegradáveis e usar matéria prima de origem renovável, diferentemente do poliuretano obtido a partir do petróleo, além disso, tem alto poder de impermeabilização e resistência a raios ultravioleta [5]. Para o reforço foram encontrados diversos fatores positivos para o uso de fibras naturais como, segundo Silva, [6, p. 22]: “fonte abundante e de rápida renovação, baixo custo, baixa densidade, altas propriedades específicas, são menos abrasivas se comparadas às fibras de vidro, não-tóxicas e biodegradáveis”, há também, segundo a autora, uma afinidade química entre elas e a resina PU, portanto, procurou-se usar fibras vegetais naturais, em duas categorias distintas: (1) serragem proveniente do aproveitamento do material lenhoso da poda e supressão de árvores urbanas; e (2) fibras naturais longas, de diferentes origens.

No primeiro caso, o planejamento e o manejo da arborização urbana é de suma importância para a manutenção do nível de serviços ambientais que as árvores podem fornecer, contribuindo com a resiliência ambiental e qualidade de vida nas cidades [7]. Em São Paulo, a prefeitura estima recolher até 4 mil toneladas de resíduos de poda de árvores por mês, com um volume anual de 50 mil toneladas, e a grande maioria deste material acaba por ser descartado como resíduo comum, transportado para aterros sanitários [8]. Dessa forma, estudos de alternativas sistêmicas para aproveitamento destes resíduos se fazem necessários e neste contexto atua o Poda Lab, grupo de pesquisa e extensão da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da Universidade de São Paulo, FAUUSP, com produção e disseminação de conhecimento acerca de soluções tangíveis para o uso destes resíduos como recursos [9]. De forma análoga trabalha a Serraria Ecológica de Guarulhos – S.E.G., inserida na Secretaria Municipal do Meio Ambiente do município: há mais de uma década usa resíduos do manejo de árvores urbanas para qualificar os espaços públicos através da fabricação de mobiliário, decks, sarrafos, fôrmas etc. Ainda assim, mesmo que se aproveite a madeira de poda, a maior parte deste resíduo é composto por galhos e ramos das partes mais externas das copas, de menor diâmetro e de difícil aproveitamento [10]. De acordo com Souza [8], em 2020, mais de 1900 podas foram realizadas

e 80% desse resíduo destinou-se à compostagem, no caso da S.E.G. (Figura 1). As fibras usadas no trabalho são provenientes das atividades do grupo de pesquisa, em forma de pó e serragem, um resíduo gerado pelo aproveitamento de outro, a madeira de poda.



Figura 1a e 1b: a- Madeira de poda urbana na S.E.G. ; b- montes de serragem sendo compostados na S.E.G.
Fonte: elaborado pelos autores.

No segundo caso, o uso de fibras vegetais longas foi incitado através do contato com uma pesquisa de doutorado com mesmo orientador, assim como através de leitura de bibliografia, indicando os compósitos reforçados com fibras longas como mais resistentes do que aqueles que empregam fibras curtas ou partículas, caso da serragem [6]. O uso destas fibras também pode ser uma via de valorização de resíduos, no caso, de produção agroindustrial, sem que se usem recursos adicionais para a produção de matéria prima, reinserindo estes materiais no ciclo produtivo, como é o caso do Piñatex®, alternativa ao couro feito com as fibras das folhas residuais do cultivo de abacaxi [11] ou o Sugarcrete®, alternativa à tijolos cerâmicos, composto por bagaço de cana de açúcar e ligantes minerais [12].

2. Procedimentos Metodológicos

A abordagem adotada no processo de experimentação aqui descrito foi a da prototipagem antecipada, rudimentar, simples e barata, para permitir a exploração de muitas ideias paralela e sequencialmente, em sintonia com as propostas de Ingold [13] e Brown [14]. Segundo Ingold, é preciso romper com o modelo hilemórfico de criação, modelo este, no qual: "A forma passou a ser vista como imposta por um agente com um projeto específico em mente, enquanto a matéria, assim apresentada como pacífica e inerte, tornou-se aquilo sobre o que era imposta" [13, p.301]. Ao invés disso ele defende um caminho que ele chama de textilidade do fazer, onde a regra é seguir os materiais.

Seguir esses materiais é entrar num mundo, por assim dizer, em fervura constante. No lugar de compará-lo a um grande museu ou loja de departamentos nos quais os objetos encontram-se dispostos de acordo com seus atributos ou origem, seria melhor imaginar o mundo como uma grande cozinha, bem abastecida com ingredientes de todo tipo. Na cozinha, as coisas são misturadas em combinações variadas, gerando nesse processo novos materiais que serão por sua vez misturados a outros ingredientes num processo de transformação sem fim. Para cozinhar, devemos abrir recipientes e retirar seus conteúdos. Temos que destampar coisas. Em face das proclividades anárquicas de seus materiais, o cozinheiro ou cozinheira tem que se esforçar para manter alguma aparência de controle sobre o que se passa" [15, p.35]

Brown [14], por sua vez, no contexto da abordagem do *Design Thinking*, recomenda que a prototipagem seja feita não no fim de um processo de projeto, mas bem antes, como parte do processo de experimentação, visualização e materialização preliminar de uma ideia ainda em discussão. Numa fase anterior, no contexto de uma pesquisa de iniciação científica, experimentou-se criar compósitos sem variar matriz e reforço: (1) a já mencionada PU de mamona, obtida junto à empresa Imperveg® Poliuretano Vegetal, localizada em Aguaí, através de doação da fabricante, (2) serragem da espécie arbórea conhecida como Tipuana (*Tipuana*

tipu), uma das mais comuns na arborização viária da cidade de São Paulo [7] e da Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira – CUASO, portanto, maior fonte de madeira nas atividades do grupo, e de serragem, por consequência. Assim, neste primeiro momento, foram variados diversos parâmetros, sendo os mais relevantes: tamanho e origem das fibras, a depender da abertura de peneiras e tipo de processo a qual a peça de madeira original foi submetida; proporções de resina relativa a fibra; formas de moldagem. O quadro 1 relaciona as principais conclusões feitas com base nas experimentações desta fase.

Quadro 1: Variações na formação de compósitos de Tipuana e PU de mamona	
Parâmetro	Conclusão
Método de prensagem	Compósitos moldados em fôrmas abertas expandem sem restrição por conta da cura da resina e se tornam mais frágeis e quebradiços. Assim, fôrmas com contramolde têm resultados melhores, pois comprimem mais o compósito.
Material da fôrma	Fôrmas executadas em materiais que não resistem à compressão como poliuretano expandido, silicone e plásticos pouco densos resultam em menor consolidação do material do que moldes em madeira e derivados, o que se deve à capacidade de comprimirem o compósito se deformando menos.
Tamanho e origem das fibras	Fibras menores comprimem melhor e resultam em compósito mais coeso e homogêneo quando comparadas às maiores, mas têm menor resistência à flexão e tração. Fibras de processos iniciais de aproveitamento da madeira como corte com motosserra e desengrosso têm pedaços de casca e fibras do alburno, o que altera a cor e diminui a resistência do material.
Proporção de resina/ fibras	Fibras menores demandam maior uso de resina como adesivo quando comparadas às fibras maiores. Quanto maior a proporção de resina, maior a resistência, impermeabilidade, compressibilidade e densidade do compósito, também é mais fácil a sua moldagem.

Fonte: Autores

2.1. Compósitos com fibras curtas de madeira

Os experimentos seguintes partiram de duas premissas: (1) o uso de fibras de diferentes espécies de árvore, (2) o uso da menor quantidade possível de resina como matriz. Observando-se a grande variedade de espécies de árvores na CUASO e nas atividades do Poda Lab, abriu-se o leque de espécies usadas, cada amostra com cor e textura únicas e que devem ser destacadas nos compósitos, valorizando os resíduos, são eles, portanto, a maior parte em massa do material, e não a resina. As atividades aqui descritas utilizaram, então, resíduos da madeira de *Acrocarpo* (*Acrocarpus fraxinifolius*) e Tipuana (*Tipuana tipu*) e, quando não foi possível acompanhar as atividades do grupo de forma a separar os resíduos por espécie, resíduos mistos de diferentes espécies, que inclui as anteriores, assim como Jambolão (*Syzygium cumini*), Sibipiruna (*Caesalpinia peltophorodes*) e Eucalipto (*Eucalyptus sp*). Foi preparada a resina, composição AGT 1315, ela é bicomponente, sendo A o pré-polímero e B, o polioliol a base de óleo de mamona, sua proporção é de 1:1,2, em massa, ou 1:1,5, em volume [16]. Misturada às fibras, a quantidade de resina proporcional à fibra, assim como o tamanho das últimas variou conforme as características resultantes almejadas. A mistura foi feita com as mãos, usando luvas, o material foi distribuído no molde, e depois, foi colocado o contramolde, que transfere a carga da prensa, onde o material permanece por 24 horas até a desmoldagem. Moldes usinados em aço ou alumínio demandam mais tempo e recursos financeiros para sua manufatura [17], [3], [6], além de engessar as possibilidades de geometria, já que cada variação de objeto moldado demanda a fabricação de um novo molde, em contrapartida, têm maior precisão, tempo de uso e escalabilidade, estas são questões que não figuram como preocupações desta pesquisa, eminentemente experimental. Foi decidido, portanto, limitar os experimentos à moldagem do

compósito em chapas, submetidas a processos de marcenaria, como corte e usinagem, com ferramentas tradicionais e de fabricação digital, disponíveis na Seção Técnica de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas – STMEEC - da FAUUSP.

2.2. Compósitos com fibras longas de origem vegetal

Paralelamente e como um contraponto aos compósitos de fibras de madeira, diversas fibras vegetais longas foram testadas como reforço, sendo elas: a juta, com uso em compósitos verificado em bibliografia, comprada em lojas de tecidos e material de construção, como tecido e estopa, respectivamente; a fibra da palha de coqueiro, composta por camadas ortogonais entre si, se assemelhando a um tecido *in natura*, coletada em espécimes da CUASO; e a fibra da cana de açúcar, uma investigação de como se dá a preparação de fibras naturais para uso em compósitos, assim como do uso de resíduos agrícolas como matéria prima do bagaço, coletada em feiras livres. É difícil criar compósitos com fibras naturais com desempenho próximo aos compósitos de fibras sintéticas, em especial por conta da hidrofília das fibras naturais, prejudicial à interface com a matriz e, portanto, à resistência do material. No entanto, é possível favorecer esta adesão mecânica submetendo as fibras a processos químicos, como a mercerização, tratamento alcalino que as modifica, despidendo-as de elementos como hemicelulose e lignina, revelando a superfície rugosa da celulose [18], [6]. De forma similar, nos processos tradicionais de produção artesanal de papel as fibras naturais são preparadas por decomposição controlada, ao longo de um longo período de tempo, ou por cozimento em soluções alcalinas, em um processo mais rápido, após o tratamento, restam apenas as fibras celulósicas, prontas para o processo de formação do papel, em que as fibras se entrelaçam de forma aleatória, capturadas em tela quando suspensas em água [19], [20], [21]. Esse método de produção de papel foi aplicado às fibras de bagaço de cana, que foram lavadas, cortadas em seções de aproximadamente 3 cm, cozidas por 3 horas em solução alcalina de 20% de massa de CaCO_3 relativa à massa de fibra (100g para 500 g), posteriormente as fibras foram maceradas e formadas como papel. Os métodos de manufatura de compósitos reforçados com fibras longas são variados em complexidade e custos, assim, o escolhido foi o de laminação manual, mais rudimentar, usado em reparos automotivos, por exemplo. As fibras foram laminadas em poucas camadas, pincelando a resina, com controle apenas visual de quantidade aplicada até umedecer a fibra, usando moldes variados, de forma a manter a translucidez do material em troca da maior rigidez e resistência que pode ser alcançada com laminação de sucessivas camadas de fibras sobrepostas.

3. Aplicações e Resultados

3.1.1. Tampa e vedação da “caixinha Toco”

Usando partículas menores de serragem, pensou-se em usinar uma geometria não planar com melhor acabamento do que é possível usando fibras maiores, para isso foi feita uma primeira amostra, posteriormente furada, cortada e lixada como investigação do material, e a partir disso, foi moldada uma chapa com alterações em dimensões e composição. Foi intencionado um diálogo com uma peça em madeira criada pelo Poda Lab, a partir de galhos de Acrocarpo, para ser montada e acabada por alunos calouros dos cursos da FAUUSP em uma oficina prática, denominada “Caixinha Toco”. Trata-se de uma peça cilíndrica, em que se faz um corte transversal e uma das seções, escavada com broca, é o corpo da caixa, e a outra, menor e presa a anterior por um pivô metálico, é a tampa [22], uma das caixinhas foi descartada durante os preparativos da oficina, pois tinha rachado e a tampa original foi perdida. Foram preparadas

duas composições: a primeira, para preencher a rachadura da madeira, tem 2/3 de resina para 1/3 de pó de madeira (peneira de 1mm); a segunda, moldada em uma fôrma de madeira compensada de medida interna de 14x14x2 cm na prensa manual, usa a mesma fibra, com proporção de 100% de resina com relação à fibra, 160g das duas. A chapa foi usinada facilmente, conformando uma tampa, desenhada como encaixe exato, através do escaneamento da peça original, e tem boa resistência apesar do tamanho da fibra, o que provavelmente se deve à grande proporção de resina.



Figuras 2a e 2b: a- Compósito desenformado; b- Usinagem da peça c- Saleiro em madeira e compósito de acrocarpo. Fonte: elaborado pelos autores

3.1.2. Banqueta

Explorando o potencial uso do compósito de resíduo de poda para mobiliário e componentes construtivos, foi feita uma fôrma em madeira compensada, com medidas internas de 47x67x10cm, e usada uma prensa hidráulica, usada para colar madeira na STMEEC, não foi encontrado durante a pesquisa um trabalho de referência ou um manual de uso da máquina, de forma que a pressão aplicada não foi controlada. A referência tomada foi a espessura desejada do compósito, calculada com base em chapas anteriores e aferida com a medição da distância entre paredes laterais e tampa da fôrma durante a prensagem. A serragem usada é proveniente do corte de motosserra, na STMEEC, de toras de mais de uma espécie, pois até o momento não há uma separação deste material. A primeira chapa tem 1468 g de serragem, com 440,4 g de resina, 30% com relação à fibra, e tem uma variação considerável de espessura por conta do contramolde. A partir disso, ele foi reforçado e a segunda chapa foi moldada, usando mais resina: são 1500 g de serragem e 600 g de PU, 40%. Após testes de corte e perceber uma baixa compressão, o contramolde foi novamente reforçado e a quantidade de material foi dobrada, mantendo as proporções: 3000 g de serragem, e 1200 g de resina, o material foi mais comprimido na prensa, de forma que as duas chapas têm espessura igual de 1,5 cm.



Figura 3a, 3b, 3c e 3d: a- Fôrma final; b- Chapa 1; c- Chapa 2; d- Comparação de espessura das chapas. Fonte: elaborado pelos autores.

Em um primeiro momento, foi desenvolvido um desenho de mobiliário paramétrico em estrutura *waffle*, em que peças encaixadas ortogonalmente se estruturam, de forma que a contornar a fragilidade do material, como visto na “*Graas, Finish Your Self*”, cadeira infantil em papelão do designer David Graas [23]. A quantidade limitada de resina impossibilitou seguir com o projeto, pois demanda o corte de muitas peças. Foi usado um desenho de mobiliário *Open Source* então, com apenas três peças, apenas encaixadas, que seriam um teste de resistência do material [24]. As peças foram usinadas na última chapa e durante a montagem quebraram no encaixe, como substituição, foi usada a madeira compensada, sobre a qual o assento em compósito foi encaixado.



Figura 4a, 4b e 4c: a- Chapa de compósito sendo usinada em router CNC; b- Banqueta com assento em compósito; c- Detalhe do assento em compósito. Fonte: elaborado pelos autores.

3.2. Luminárias com cúpula em compósito vegetal de fibras longas

Os efeitos de passagem de luz e flexibilidade da folha de compósito encorajaram seu desdobramento como aplicação em luminárias, para isso foi projetada uma geometria paramétrica usando os softwares *Rhinoceros* e *Grasshopper*, de modo que pudesse ser ajustada rapidamente durante as etapas de prototipação, seccionada no software *Slicer for Fusion 360* gerando peças, posteriormente cortadas a laser em MDF, encaixadas como estrutura interna da luminária. A geometria se provou como uma tentativa de impor uma forma ao material: fibras tecidas ou mantas não se adequam a superfícies curvas, pois demandam uma laminação feita em retalhos, dessa forma, para o tecido de juta e bagaço, foi usado um cilindro como molde, e para a estopa de juta, o molde original. A luminária é composta pela cúpula em três variações de fibra (figura 5), e uma mesma base: um disco em compósito de madeira de poda, de 10 cm de diâmetro, no qual é fixada uma haste de cobre com uma fita LED endereçável, na ponta da haste se apoia um disco em MDF, sustentando a cúpula internamente.



Figura 5a, 5b e 5c: a- Luminária de fibra de juta; b- tecido de juta; c- fibra de bagaço de cana de açúcar
Fonte: elaborado pelos autores.

4. Discussões

No caso da luminária, em que a forma foi definida antes de maiores experimentações com as fibras, houve um avanço momentâneo, que em seguida dá lugar a retrocessos e entraves, descobertos de uma só vez. Ao passo que quando se prototipa em paralelo ao projeto, sem intervalos ou adiamento do fazer, estas questões ocorrem com menos frequência e são mais fáceis e rapidamente contornadas. Este desenvolvimento paralelo é mais fácil quando não há dependência deste ou daquele processo, seja de fabricação digital ou analógica, no contexto desta pesquisa e outras, feitas na STMEEC, há uma maior dependência dos processos de fabricação digital, por conta da maior facilidade de aprendizagem e maior escala de produção, quando comparados aos processos tradicionais de marcenaria. Estas ferramentas digitais, em grande parte, tem um custo proibitivo para uso doméstico ou hobbista, mas sua adoção se configura como um grande potencial para o uso da madeira de poda, de forma que é possível projetar para as especificidades de cada peça, há além disso, o caráter em rede e colaborativo dos centros de fabricação digital, sendo a cidade de São Paulo abrigo da iniciativa Fab Lab Livre SP, uma rede pública de 13 destes centros, uma via potencial de estruturar um sistema descentralizado de valorização destes recursos, sem que seja preciso habilidades ou experiências específicas, e que se projete em rede, mas se fabrique localmente.

5. Conclusão

Constatou-se que ao passo que a variedade das possibilidades de aplicação do material é um ponto forte da pesquisa, a falta de aprofundamento na caracterização do mesmo foi uma fraqueza da investigação, fazem-se necessárias melhorias como: (1) uma estratégia para separação e catalogação dos resíduos de poda urbana gerados nas atividades do grupo de pesquisa, (2) uma exploração controlada dos parâmetros de criação destes materiais, como pressão aplicada na moldagem ou tamanho da fibra, e validada com testes, como de resistência, através de parcerias com outros laboratórios, (3) um estudo de caso de iniciativas de aproveitamento de madeira de poda, tendo em mente que a maior parte não é aproveitada por suas dimensões pequenas, mas potencialmente se adequariam ao uso como compósitos, (4) um estudo de outras fibras residuais, suas cadeias produtivas e qual a viabilidade do seu uso como reforço. Além disso, o uso das fibras longas para construção de luminárias limitou a exploração das mesmas à translucidez e difusão de luz, mas a associação delas às fibras curtas de madeira, almejando maior resistência, é um horizonte futuro da pesquisa, assim como a investigação de alternativas à resina PU de mamona, dando preferência às de origem completamente renovável e biodegradável. Concluindo, foi possível atingir resultados que confirmam a hipótese original, de que é possível desenvolver e aplicar estes materiais para soluções tangíveis de design de produto, como também foi possível tirar conclusões acerca de explorações e melhorias futuras do material e os seus processos produtivos.

Referências

- [1] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS (2015). D3878-15, Standard Terminology for Composite Materials, 2015.
- [2] YANG, Yongxiang et al. **Recycling of composite materials**. Chemical Engineering and Processing: Process Intensification, [s. l.], v. 51, Delft Skyline Debate, p. 53–68, 2012.
- [3] MARTINS, Romulo Henrique Batista. **Painel OSB sanduíche com núcleo ondulado de biomassa florestal residual**. 2021. Universidade de São Paulo, [s. l.], 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/74/74133/tde-26102021-122453/>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- [4] PROTZEK, Giuliana R; MAGALHÃES, Washington L E. **Análise das propriedades físicas do compósito de serragem e poliuretano derivado de óleo de mamona**. ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 15, [s. l.], 2016.
- [5] CANGEMI, José Marcelo. **Biodegradação de poliuretano derivado do óleo de mamona**. 2006. Doutorado em Química Analítica - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75132/tde-26042007-091940/>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- [6] SILVA, Rosana Vilarim Da. **Compósito de resina poliuretano derivada de óleo de mamona e fibras vegetais**. 2003. Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/88/88131/tde-29082003-105440/>. Acesso em: 8 mar. 2024.
- [7] BUCKERIDGE, Marcos. **Árvores urbanas em São Paulo: planejamento, economia e água**. Estudos Avançados, [s. l.], v. 29, p. 85–101, 2015.
- [8] SOUZA, Caroline Almeida. **Resíduo de poda de arvores urbanas: como reaproveitar?** São Paulo, SP: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 2022. (IPT Publicação 3046).
- [9] PODA LAB / FAU USP. Madeira de poda: matéria-prima para cidades sustentáveis, c2022. Página inicial. Disponível em: <https://sites.usp.br/podalab/>. Acesso em: 14 de maio de 2024.
- [10] MEIRA, Ana Maria De. **Gestão de resíduos da arborização urbana**. 2010. Doutorado em Recursos Florestais - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11150/tde-19042010-103157/>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- [11] ANANAS ANAM. **The Manufacturing Process of Piñatex**. Disponível em: <https://www.ananas-anam.com/about-us/>. Acesso em: 13 mai. 24.

- [12] UNIVERSITY OF EAST LONDON. **About Sugarcrete®**. Disponível em: <https://uel.ac.uk/sugarcrete> . Acesso em: 11 mar. 2024.
- [13] INGOLD, Tim. **Estar vivo: Ensaio sobre movimento, conhecimento e descrição**. Editora Vozes Limitada, 2015.
- [14] BROWN, Tim. **Design thinking: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias**. Elsevier, 2010.
- [15] INGOLD, Tim. Trazendo as coisas de volta à vida: emaranhados criativos num mundo de materiais. **Horizontes Antropológicos**, v. 18, p. 25–44, 2012
- [16] IMPERVEG® POLIURETANO VEGETAL. **Ficha técnica**. Disponível em: <https://imperveg.com.br/ficha-tecnica/>. Acesso em: 11 mar. 2024.
- [17] CORRÊA, Glaucinei Rodrigues; BRAGA, Juliana Cardoso; CASTRO, Maria Luiza Almeida Cunha de. Tecnologia Ligno: inovação em materiais e processos para as MPes moveleiras por meio do design. **Pensamentos em Design**, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 7–21, 2022.
- [18] ALBINANTE, Sandra Regina; PACHECO, Élen Beatriz Acordi Vasques; VISCONTE, Leila Lea Yuan. **Revisão dos tratamentos químicos da fibra natural para mistura com poliolefinas**. Química Nova, [s. l.], v. 36, p. 114–122, 2013.
- [19] BUSS, Diva Elena; MENDONÇA, Mary Enice Ramalho de. Papel artesanal: veículo criativo na arte e na sociedade. [s. l.], 1991. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/000734545>. Acesso em: 11 mar. 2024.
- [20] HIEBERT, Helen. **Papermaking with Garden Plants & Common Weeds**. [S. l.]: Storey Publishing, LLC, 2006.
- [21] HUNTER, Dard. **Papermaking: The History and Technique of an Ancient Craft**. [S. l.]: Courier Corporation, 1978.
- [22] SCHUTZER, Tiago Souto. **Da poda à roda: experimentos didáticos com madeira urbana**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo - Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2022. Disponível em: https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/c176613f-7ea3-4d67-bad6-56aab636fda4/TFG_2022_1_Tiago_Schutzer.pdf.
- [23] FRANCO, A.; SALES, R. B. C.; MOHALLEM, N. D. S. **Design para mobiliário ecoeficiente utilizando papelão ondulado**. Anais...11º P&D Design, Gramado, RS, Outubro, 2014.
- [24] HELLO_NOVA. **CNC Chess Stools**. [S. l.], [s. d.]. Disponível em: <https://www.instructables.com/CNC-Chess-stools/>. Acesso em: 11 mar. 2024.

Análise projetual de mobiliários públicos: utilização de tecnologias de fabricação digital e materiais de base florestal

Design analysis of public furniture: use of digital fabrication technologies and forest-based materials

Joana da Silva Thomaz, graduanda em Design, Universidade de São Paulo.

joana.thomaz@usp.br

Tomás Queiroz Ferreira Barata, professor doutor, Universidade de São Paulo.

barata@usp.br

Cyntia Santos Malaguti de Sousa, professora doutora, Universidade de São Paulo.

cyntiamalaguti@usp.br

Resumo

Este artigo objetiva analisar a utilização de tecnologias de fabricação digital no design de produtos e a inserção da madeira proveniente de resíduos arbóreos como matéria-prima, aliada a outros materiais, em processos projetivos de mobiliários urbanos. Os métodos utilizados na pesquisa são: a) revisão sistemática de literatura (RSL) e; b) análise de similares, desenvolvidas em escopo nacional. Os resultados indicam que os projetos analisados que inserem o usuário em etapas de ideação, assim como reúnem dados do contexto inserção do objeto e combinam materiais em sua elaboração, considerando também suas características físicas, obtêm melhor desempenho quanto a suprir as necessidades do público, a aceitação do objeto pela comunidade e a longevidade do mobiliário em ambiente urbano.

Palavras-chave: Resíduos arbóreos; Fabricação digital; Mobiliário urbano; Design de produto.

Abstract

This article aims to analyze the use of digital manufacturing technologies in product design and the insertion of wood from tree waste as raw material, combined with other materials, in urban furniture design processes. The methods used in the research are: a) systematic literature review (RSL) and; b) analysis of similar ones, developed on a national scale. The results indicate that the analyzed projects that include the user in ideation stages, as well as gather data from the context of inserting the object and combine materials in their elaboration, also considering their physical characteristics, obtain better performance in meeting the needs of the public, the acceptance of the object by the community and the longevity of the furniture in an urban environment.

Keywords: Tree waste; Digital fabrication; Urban furniture; Product Design

1. Introdução

O presente artigo descreve os resultados da pesquisa de iniciação científica intitulada “Fabricação Digital e Resíduos Arbóreos: utilização experimental de tecnologias subtrativas e aditivas do processo de modelagem de mobiliário urbano”, processo FAPESP n°2023/01932-6, associado ao Núcleo de Apoio à Pesquisa NUTAU (NAP- NUTAU) e ao grupo de pesquisa e extensão PodaLab, inseridos na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da USP.

A melhoria da qualidade dos produtos e as demandas globais de consumo, presentes no século XXI, pressionam a produção industrial e o design a se adaptarem às tecnologias digitais, desenvolvidas a passos largos. Nascidas da era industrial, onde a tecnologia foi utilizada como motor incansável de avanços econômicos, independentemente das questões ambientais, tais áreas foram levadas a se adaptar para sobreviver ao contexto em transformação [1]. Além disso, a crescente necessidade de reutilização dos recursos naturais é um debate que se conecta cada vez mais à produção do design de produtos, correlacionando os estudos aos Objetivos Para o Desenvolvimento Sustentável da Organização das Nações Unidas [2], mais especificamente ao 12º: “Garantir padrões de consumo e de produção sustentáveis”.

O design, como campo teórico, possui grande capacidade de modificar a relação entre produto, processo e descarte, desenvolvendo maneiras sustentáveis de dar continuidade à produção em uma época marcada pela inovação tecnológica [3]. É preciso encontrar maneiras de interseccionar novas tecnologias aos materiais que seriam descartados. Assim, este artigo compreende que aliar o estudo da utilização de resíduos arbóreos por meio de tecnologias de fabricação digital ao desenvolvimento de mobiliário público se justifica, sobretudo, pela participação ativa desse produto na percepção que as comunidades urbanas desenvolvem com seu entorno e relaciona-se com a sistemática produto-serviço-indústria, transformada a cada ano pelas demandas de consumo e desenvolvimento sustentáveis [4].

O volume elevado de transmissão de informações modificou profundamente a percepção dos usuários acerca das etapas de desenvolvimento dos produtos. Áreas como o design, a arquitetura e a engenharia se aproximaram do usuário final. Um exemplo do modelo de transmissão de informações vigente está no desenvolvimento do sistema Linux, que, por meio de códigos abertos e comunidades de criação, constrói um software editável e complexo. A cultura Linux faz parte de um contexto de convergência cultural que abrange a criação de comunidades virtuais e físicas, conectando conhecimentos [5]. Se apoderando das relações de produção urbanas em design e de características Do-It-Yourself (faça você mesmo), tal percepção colaborativa se intersecciona aos ideais norteadores de movimentos como a cultura *maker*, e à utilização ampliada da fabricação digital. Aliados ao nascimento de oficinas de criação, chamadas de FabLabs, promovem o aprendizado e o desenvolvimento de produtos [6].

A computação gráfica e posteriormente a modelagem paramétrica, aliadas à fabricação digital, viabilizaram o custo de muitos protótipos físicos, dando flexibilidade, rapidez e alta precisão [7]. O termo fabricação digital se refere a processos que utilizam ferramentas controladas por computador a partir de arquivos digitais e *softwares* de modelagem, para produção de objetos físicos, também chamada de Prototipagem Rápida (PR) [9]. A PR foi formalmente introduzida como um método de transformação dos modelos tridimensionais assistidos por computador (*Computer Aided Design - CAD*) associados à manufatura auxiliada por computador (*Computer Aided Manufacturing - CAM*) em protótipos rápidos [9][10]. A criação de *softwares* que facilitam a visualização de projetos e interseccionam maquinários, com o objetivo de acelerar as etapas de produção e aumentar a qualidade das peças, são características que correlacionam a PR ao design de produtos.

Nesse cenário, o design se apodera da potência produtiva da Cultura *Maker*, da Fabricação Digital e do uso da Modelagem Paramétrica em FabLabs, que promovem a interconexão global de saberes, facilitando a prática do desenvolvimento de modelos e protótipos [6]. Ele também alimenta a inovação produtiva em estratégias de projeto, que garantem sucesso na materialização de ideias e utilização de materiais não convencionais, como a madeira proveniente de resíduos arbóreos, sendo essa uma oportunidade viável para introdução e manutenção de tipologias de mobiliário urbano em espaços públicos. O material advindo de espécies da poda urbana adequa-se à construção civil, a produção de pequenos objetos de madeira (POM's) e ao mobiliário. Apesar de suas potencialidades, esses resíduos ainda são subutilizados e muitas vezes têm seu destino em aterros sanitários [11], contrariando as perspectivas e estratégias de criação de valor, promovidas pelos conceitos da economia circular e “uso em cascata” dos recursos.

De outro modo, a conceituação do mobiliário urbano no Brasil é definida pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como: "Conjunto de objetos existentes nas vias e nos espaços públicos, superpostos ou adicionados aos elementos de urbanização ou edificação, de forma que sua modificação ou traslado não provoque alterações substanciais [...]" [12]. Entretanto, em revisões anteriores da norma, a ABNT delimitava mobiliário urbano como: “Todos os objetos, elementos e pequenas construções [...], de natureza utilitária ou não, implantados mediante autorização do poder público em espaços públicos e privados” [13]. O caráter utilitário também faz parte do conceito de mobiliário urbano, tais como objetos com a finalidade de proporcionar comodidade e conforto [14]. Tratando-se de uma intervenção no espaço público, é necessária uma visão sistêmica entre projeto, usuário e ambiente, que compreenda o trabalho contínuo da inserção de objetos no dia-a-dia das cidades. Assim, o mobiliário urbano é uma tipologia de produto que concerne uma diversidade grande de matérias-primas. Dispostos em ambientes externos e públicos, expostos as intempéries climáticas e à utilização constante pelos usuários, exigem resistência e adaptabilidade [15].

Em vista das especificidades do objeto, alguns materiais, quando utilizados isoladamente, não conseguem abranger o conjunto de necessidades e exigências formais, estéticas e culturais que a inserção de um elemento no espaço urbano demanda. Materiais como o cimento/argamassa foram incorporados como matéria-prima ao design de móveis, possibilitando inovação em projetos. Como material, o cimento possui qualidades como boa durabilidade, resistência a intempéries, baixo custo e acesso facilitado. Iniciativas para utilização do cimento em conjunto a tecnologias de fabricação digital, sobretudo impressoras 3D de grande porte, em parceria com outros materiais, como a madeira, a borracha e o metal, contribuíram para a consolidação do material no design de produtos [16] [17].

Dessa forma, o presente artigo intersecciona três temáticas principais: a exploração laboratorial na construção do projeto de mobiliário urbano para inserção no espaço público; as possibilidades na utilização de tecnologias de fabricação digital e modelagem paramétrica para o design de produtos; e a inserção da madeira proveniente da poda urbana como matéria-prima em processos projetivos e produtivos, aliada a outros materiais como concreto/argamassa. Os métodos utilizados para construção desse estudo compõem-se de revisão sistemática de literatura (RSL) e análise de similares, listados no item 2.

2. Procedimentos metodológicos

Os métodos aqui adotados se dividem em dois procedimentos principais: revisão sistemática de literatura (RSL) e estudos de similares. A RSL possui escopo em artigos nacionais e foi elaborada em etapas, iniciadas pela busca de artigos por intermédio do “Portal de Periódicos da

CAPES”, nos dias 5 e 7 de setembro de 2023. As palavras-chave utilizadas nessa etapa foram: resíduos arbóreos; ou modelagem paramétrica e design; ou fabricação digital e mobiliário urbano; ou design sustentável. Em seguida, os artigos foram selecionados segundo critérios pré-determinados acerca da correlação temática com a pesquisa, descritos na figura 1a e na seção 3.1, e estabeleceu-se, assim, análise e tabulação de metodologias e resultados apresentados.

Ademais, os estudos de caso desenvolvidos analisaram 6 (seis) projetos, recolhidos no panorama nacional da produção tanto acadêmica quanto industrial, a partir de critérios de inclusão pré-estabelecidos, descritos na seção 3.3 e em busca assistemática. Objetivou-se reunir soluções de projeto adequadas para posterior sistematização na pesquisa vinculada, por meio da análise do conceito dos projetos, materiais e processos produtivos, registro fotográfico e percepção da possível inserção do objeto no espaço público.

Por fim, o artigo aqui descrito analisa os resultados comparativos entre os estudos de similares, assim como discute a possível aplicação em contextos urbanos e estabelece referências estético-formais pertinentes ao contexto da pesquisa em curso. Promove, também, a partir dos artigos da RSL, reflexões metodológicas e o aprofundamento da fundamentação teórica acerca da utilização de resíduos arbóreos, fabricação digital e modelagem paramétrica, aplicados ao projeto em mobiliário urbano.

3. Resultados

Os resultados do presente artigo estão organizados em: Revisão Sistemática de Literatura e Análise de Similares, apresentando descrições comparativas e tabulação de dados em escopo nacional brasileiro. Também elaborou-se para a pesquisa FAPESP vinculada, a RSL de escopo internacional, entretanto, para este artigo, optou-se pela inclusão apenas da revisão sistemática e análise de similares contendo projetos desenvolvidos no Brasil.

3.1 Revisão Sistemática de Literatura

O objetivo da revisão sistemática de literatura desenvolvida foi construído sobre o questionamento: *“O que está sendo desenvolvido de produção científica a nível nacional e internacional acerca da utilização da fabricação digital em conjunto com a modelagem paramétrica e a madeira proveniente de resíduos arbóreos, para o projeto de mobiliário urbano?”*. Para o desenvolvimento da RSL, foi utilizada a plataforma “Portal de Periódicos da CAPES”, escolhida pela facilidade de utilização e grande disponibilidade de bases de dados. O acesso se restringiu às bases liberadas para o público geral.

Os critérios iniciais para construção da revisão sistemática foram: apenas artigos publicados nos últimos dez anos, em acesso aberto e revisados por pares, escritos em língua portuguesa e em todo o território brasileiro. Os artigos permitiram visualizar o panorama nacional da produção científica acerca da Fabricação Digital, Modelagem Paramétrica e suas intersecções com o Design, o Mobiliário Urbano e o Design Sustentável. Em seguida, construiu-se as etapas do processo de seleção e inclusão de artigos, desenvolvidas em: início das buscas no Portal de Periódicos da Capes utilizando palavras chave pré-determinadas e filtros específicos; remoção de artigos duplicados; leitura dinâmica e exclusão dos textos que não se enquadraram aos critérios específicos da pesquisa vinculada; leitura completa dos artigos restantes; e inclusão dos estudos que se alinham aos objetivos da revisão sistemática de literatura. Abaixo sistematizou-se o processo de seleção que resultou nos 5 (cinco) artigos incluídos na RSL:



1a)

autores	ano de publicação	instituição/localidade	metodologia
Alves, Ana; Vieira, Victor; Nakata, Leticia; Micholan, Hudson; Barata, Tomás.	2016	UNESP, USC SÃO PAULO	Análise de similares; Observação das características das edificações e do espaço; Registro das dimensões do local; Geração de alternativas através de sketches; Modelagem virtual em software paramétrico; Desenhos executivos dos planos e do produto montado; Impressão do gabarito na escala 1:5; Transformação da madeira; Execução do projeto/modelo em escala reduzida.
Ferrelli, Paulo; Librelotto, Lusiane; Frade, José; Bártole, Helena.	2019	UFSC, IPL SANTA CATARINA, PORTUGAL	Utilizou-se a Deriva urbana, desenvolvida em diferentes cidades como peias, como seleção dos objetos de estudo na pesquisa de campo. A referência de análise usada foram os fatores estabelecidos pela ferramenta FEM (Ferramenta para Escolha de Materiais) de Librelotto e outros (2012), quanto aos fatores: fabric e produtivos (E), mercadológicos e sociais (S/E), ergonômicos e de segurança (S/A), estéticos (S/A), ecológicos (A) e econômicos (E).
Zorzo, Mariana; Alves, Cristiano; Gonçalves, Mariana; Alves, Daniela.	2023	UFSC, SANTA CATARINA.	Duplo Diamante, desenvolvida pelo Design Council. Este é um método-base para processos de design, pois utiliza uma forma visual de expressar um processo de quatro fases que não necessariamente é linear e as etapas de projeto podem ser iterativas.
Pupo, Regiane.	2017	UFSC, SANTA CATARINA.	Pesquisa laboratorial e qualitativa acerca do desenvolvimento da rede de FABLABS no Brasil, sobretudo na rede PRONTO 3D em Santa Catarina. Também foi utilizada para analisar quais tecnologias têm maior impacto no uso cotidiano desses espaços.
Digiandromico, D; Landim, G; Fischer, H.	2017	USP, SÃO PAULO	Duplo diamante expandido, com abordagem exploratória e de fácil replicabilidade. Inclui as fases de: Concepção, desenvolvimento, revisão (feedback), prototipagem e execução/instalação. Foram utilizados os conceitos de organização em programação modular definidos por Daniel Davis, Jane Burry e Mark Burry (2011), e todas as ações do algoritmo foram organizadas contendo: títulos, entradas, saídas, grupo e descrição.

1b)

Figuras 1a e 1b: Processo de seleção de artigos e Artigos incluídos na RSL. Fonte: Elaborado pelos autores.

Dentre os artigos incluídos, 1 (um) desenvolveu um projeto de mobiliário urbano para um concurso público estadual, que, entretanto, não apresentou preocupação durante a fase projetiva com a utilização do objeto em seu contexto. Sendo desenvolvidas análises nas semanas após a implementação, compreendeu-se problemáticas no produto — durabilidade dos materiais, tipologia de uso, inadequações para faixa etária — que poderiam ter sido previstas, caso o perfil dos usuários e as características específicas dos materiais tivessem sido considerados na fase de ideação do projeto. 1 (uma) das pesquisas não teve como mote principal o projeto de um mobiliário urbano, mas analisou possibilidades projetivas para objetos em um FabLab brasileiro, utilizando fabricação digital. No que diz respeito às metodologias, 2 (dois) artigos utilizam abertamente a denominação “Duplo Diamante” e um terceiro artigo desenvolveu etapas que se conectam ao método de duplo diamante, tais como: Descobrir, Definir, Desenvolver e Entregar. 1 (um) dos trabalhos desenvolveu uma pesquisa laboratorial e qualitativa, além de construir revisão bibliográfica e revisão narrativa. O último artigo utilizou a Deriva Urbana, uma metodologia específica para análise de similares, também como a tabulação de fatores específicos, estabelecida no método FEM (Ferramenta para Escolha de Materiais). Sobre as metodologias, apreende-se que métodos que especificam as etapas projetivas desenvolvidas tiveram melhores resultados no objeto final e construíram uma relação mais assertiva entre as características estético-formais do design.

Dessa forma, entende-se que os artigos, no geral, apresentaram grande preocupação em sistematizar metodologias para posterior aplicação em processos projetivos e produtivos. Ademais, os artigos incluídos dividem abordagens teóricas de desenvolvimento tecnológico em fabricação digital, modelagem paramétrica e projeto em design, assim como descrevem processos sobretudo experimentais.

3.3 Análise de similares

Foram realizados procedimentos de análise e coleta de dados em projetos similares, relacionados aos objetivos da pesquisa FAPESP. Observou-se que 4 (quatro) dos similares de destaque no contexto da reutilização de resíduos arbóreos e fabricação digital foram desenvolvidos em ambiente acadêmico-pedagógico, assim como 2 (dois) dos similares incluídos são oriundos de estúdios de design focados em inovação projetiva e produtiva. São eles: 1) Mobiliário Trançado; 2) Mobiliário para praça da UFSC; 3) Banco Catraca; 4) Banco Centopeia; 5) Projeto Mesapi; e 6) Banco DC3. Tal estudo foi feito com a finalidade de expandir o repertório projetivo, teórico e visual e aproximar o contato com o mobiliário urbano existente no cenário brasileiro. Os critérios para inclusão de objetos na análise de similares foram:

- Uso de madeira, sendo ela de demolição, poda, ou em casos de correlação com outro material, madeira de reflorestamento e/ou florestas plantadas;
- Uso de concreto/argamassa/cimento correlacionado com madeira e/ou outros materiais;
- Uso de outros materiais, como metal e plásticos, quando associados ao concreto/argamassa/cimento e/ou madeira;

A seguir, estão descritos os 6 (seis) projetos similares analisados:

Figura 2: Compilação e análise dos projetos similares analisados. Elaborado pelos autores.

	conceito	materiais e produção	fotos	análise
1)	<p>Mobiliário Trançado Coletivo Quasares</p> <p>O projeto Batatalab buscou desenvolver e implantar um mobiliário urbano pensado de maneira coletiva, no Largo da Batata, em São Paulo. O concurso foi dividido em três categorias: conforto, lúdico e sombra. Para o tema sombra, venceu o projeto Trançado, uma estrutura de metal coberta com amarração de cordas que faz um túnel confortável, com bancos dentro.</p>	<p>A estrutura é feita de seis pórticos metálicos, fixos com travas superiores em barra de ferro redondo. Em cada pórtico estão argolas metálicas, que orientam o trançado das cordas de polietileno. Encaixes simples e componentes leves, é capaz de resistir às cargas, esforços e intempéries. Utilizou tecnologias de fabricação digital e parametrização.</p>		<p>No Brasil, são raros projetos que fazem uma análise prévia do território e de seus usos. Falta desenvolver pesquisa com usuários em etapas intermediárias, para prever como ele seria usado. Foi possível observar como o uso da parametrização foi fundamental para o desenvolvimento e articulação de parâmetros; possibilidade de simulação; facilidade de revisão; prototipagem rápida; complexidade.</p>
2)	<p>Mobiliário para praça da UFSC Mariana de Souza Zorzo</p> <p>A proposta é um conjunto de dois mobiliários, um móvel e outro fixo. Ambos são modulares e podem ser utilizados em maior ou menor quantidade. A proposta é que sejam versáteis e transitórios, para contemplar a realidade da Praça da Tecnologia: um local que é palco de múltiplas atividades mas ainda subutilizado.</p>	<p>Uso de madeira, células fotovoltaicas e metal para estruturação. As necessidades encontradas pela pesquisa vieram de uma análise com usuários. O projeto não saiu do papel até o momento, permanecendo apenas como ideia de implementação.</p>		<p>A diversidade modular é interessante, busca se adaptar as possibilidades do público e é reproduzível em projetos. Um detalhe interessante foi a preocupação constante em compreender o que os usuários precisavam, fazendo pesquisas diretas. No processo de design, é importante que isso aconteça.</p>
3)	<p>Banco Catraca Ana Laura Alves; Victor Augusto Vieira; Tomás Barata.</p> <p>É inspirado em uma catraca de metrô, conceito voltado à correlação de formas conectivas. "A forma das pernas do banco se assemelha a uma catraca (equipamento usado para controle de acesso nas entradas do metrô e ônibus)". O desenho foi desenvolvido para ser atemporal e visa a diminuição drástica de perdas de material, mantendo o design portátil.</p>	<p>Foi elaborado apenas em MDF, para que assim pudesse ser produzido em sua completude utilizando tecnologias a frio. Produzido por meio da fabricação digital, modelado no software SolidWorks em máquinas de corte/ gravação à laser, na etapa de modelo e por meio de serra copo, tico-tico, fita e furadeira de mão para protótipo final.</p>		<p>Consistência, facilidade de manuseio e possibilidade de produção manufaturada, são pontos para a reprodutibilidade desse projeto. O processo do Banco Catraca detalha os processos de produção. Ainda apresenta desperdício de material elevado, considerando o mote de desenvolvimento sustentável, entretanto, a utilização de um software para compreensão de planificações é muito bem vinda.</p>
4)	<p>Banco Centopéia Igor Lima designer STUDIO</p> <p>O Banco Centopéia combina a inspiração Amazônica com o minimalismo de cores, a leveza do projeto e a sofisticação da Madeira. Feito em encaixes e produzido manualmente por artesãos locais, é uma peça única que tem uma identificação emocional com a nossa cultura e tradições. O formato auxilia na versatilidade, podendo ser utilizado como banco ou mesinha de centro.</p>	<p>Produzido em madeira maciça, tendo versões em freijó, cerejeira ou outras madeiras nobres por encomenda. O processo de produção mescla modos tradicionais e tecnológicos aludindo a Natureza. Nesse sentido, os encaixes entre as espigas e acabamento com óleos naturais são feitos manualmente por artesãos locais e as peças são cortadas em CNC.</p>		<p>O Banco Centopéia tem sua correlação com o meio urbano ao referenciar sabedorias ancestrais e aplicar mão de obra artesanal qualificada, subvertendo as relações produtivas de um produto em larga escala. Entretanto, a produção em baixa escala, por meio de CNCs, pode se tornar uma problemática em um projeto de inserção em ambientes urbanos, sendo ainda pertinente à pesquisa.</p>
5)	<p>Projeto Mesapi Ana Laura Alves; Victor Augusto Vieira; Letícia Yuri Nakata; Hudson Guerrero Michelan; Tomás Barata.</p> <p>A concepção formal e o conceito estético do projeto resultou de estudos de modularidade e aproveitamento de espaço. Após definir o local e as necessidades de seus usuários, desenvolveu-se uma mesa com forma triangular, para permitir alguns arranjos. Pensando no mobiliário para área externa, dois aspectos foram considerados: o escoamento da água das chuvas e a redução do acúmulo de resíduo.</p>	<p>Ripas de eucalipto, reflorestamento; Filme plástico; Cola para madeira; Lixa para madeira; Verniz; Lixadeira circular (lixã 60); Lixadeira roto orbital pneumática (lixã 80) e Serra de arco. Fez-se a seleção das ripas compatíveis e em seguida, a transposição do desenho técnico sobre as ripas, sendo transformada com processos físicos em serra tico tico, lixadeira, etc.</p>		<p>A presença de um mobiliário influencia a escolha do espaço público. Ele busca se inserir em um contexto de ocupação e permanência de espaços. O mobiliário urbano, associado a aspectos funcionais (usabilidade/conforto), favorece a convivência entre usuários e a permanência em espaços públicos. A abordagem modular e a preocupação metodológica com a ocupação do espaço são características reproduzíveis e aplicáveis para a pesquisa.</p>
6)	<p>Banco DC3 Estúdio Fahrer Design</p> <p>Inspirado no avião Douglas DC3, bimotor que revolucionou o transporte de passageiros nas décadas de 1950 e 1960, o banco DC3 reproduz as nervuras estruturais das asas da aeronave. Resulta em uma peça que articula sua forma escultórica e aerodinâmica, com as demandas de coesão e sustentação da peça, sem distinção entre superfícies e componentes estruturais.</p>	<p>Produzido com camadas de compensado laminado naval de alta resistência, cortados em CNC. Construída com precisão através da técnica de corte CNC, um método de produção com o menor desperdício. As lâminas torneadas, com acabamento de madeira natural, sobrepostas e unidas por cola à prova de água.</p>		<p>Sua correlação com o meio urbano se destaca ao usar um material resistente, o compensado naval e uma estética moderna. Compreende-se que a forma do Banco DC3, com modificações dimensionais, pode ser levado para utilização urbana e públicos maiores, trazendo referências projetuais para a pesquisa em desenvolvimento, além de utilizar tecnologias de fabricação digital com CNC.</p>

A utilização prioritária da madeira, sendo ela proveniente de resíduos arbóreos, demolição, reflorestamento ou por meio de produtos derivados (compósitos, MDF, compensado, etc) na produção da grande maioria dos mobiliários analisados, denota a importância do material no design. É possível estabelecer relações entre a preferência cultural da madeira e derivados diante de outros materiais, advinda de suas características visuais, da facilidade de obtenção e extensa aplicação em larga escala. Além disso, grande parte dos similares descritos apresenta mais de uma matéria-prima em sua elaboração, correlacionando a madeira, como elemento de destaque, ao concreto, metal, borracha e outros, sendo em elementos conectivos, visuais ou

construtivos. Essa característica projetiva possibilita maior durabilidade para o objeto, à depender da forma como se inter-relacionam, sendo assim, necessária em mobiliários urbanos, constantemente expostos à intempéries climáticas (chuva, luz solar direta, neve, etc) e à utilização de um grande número de usuários. Correlacionar a madeira, principalmente quando oriunda de resíduos arbóreos, a outros materiais como solução projetual, permite que as especificidades de tamanho e formato e os defeitos causados pelo desdobro e por possíveis patologias da árvore cortada sejam incorporados no objeto sem prejudicar seu desempenho.

Ademais, a aplicação de espécies nativas (certificadas ou por meio do aproveitamento de resíduos arbóreos) e a alusão a aspectos regionais e sociais, facilitam a identificação pelo cidadão e a inserção do mobiliário no ambiente urbano, incentivando a ocupação de espaços público-culturais e a utilização consciente do objeto. Assim, se entende que a fase projetual do mobiliário urbano tem grande relevância quanto à aceitação do móvel, exigindo análise cuidadosa das propriedades físicas dos materiais, das referências visuais transmissíveis (ou não) pelo objeto e das necessidades dos usuários.

4. Análises e Discussões

Compreende-se que, tanto na revisão sistemática de literatura quanto na análise de similares, foram encontradas evidências robustas de que a análise ambiental georreferenciada, o estudo das características físicas do material utilizado e a pesquisa com usuários, executados durante as fases iniciais de projeto, possibilitam um produto final mais adequado, tanto no quesito estético-material, quanto no que tange à usabilidade e o local implementado. Adicionalmente, é imprescindível destacar a importância temática dos estudos para o desenvolvimento da área de mobiliário urbano e inserção nos espaços públicos, à medida que diversas pesquisas vêm surgindo para dar suporte teórico e material às noções de projeto em design de produtos.

Em 3 (três) das 5 (cinco) pesquisas selecionadas na RSL, os autores apresentam preocupação com a implementação posterior dos projetos de design, elaborando pesquisas com usuários, além de roteiros de análise ambiental, levando em conta características climáticas e topográficas do ambiente. As análises desenvolvidas por Pupo (2017) estabeleceram uma base sólida acerca da evolução das tecnologias de fabricação digital e modelagem paramétrica no Brasil, correlacionando as possibilidades educacionais com as características inovadoras destas tecnologias e o uso de materiais não convencionais. As contribuições se estendem aos estudos de Digiandomenico, D; Landim, G; Fischer, H. (2017), uma vez que o projeto de mobiliário desenvolvido se beneficia da fabricação digital e modelagem paramétrica como solução principal. O restante dos artigos se conectam por meio da utilização de elementos mais específicos da fabricação digital, dentre eles as máquinas de corte a laser, CNC (Controle Numérico Computadorizado) e sistemas CAD e CAM. Entretanto, há uma grande lacuna no que diz respeito à sistematização no uso de tais processos para o uso em design de produtos. Nenhum dos artigos analisados descreveu, objetivamente, quais elementos ou especificidades projetuais estabeleciam a necessidade do uso de processos de fabricação digital, assim como não os delimitaram como experimentações laboratoriais de materialidade, à exceção de Pupo (2017). Entende-se que a construção teórica do tema levantado ainda pede maiores estudos.

Dessa forma, depreende-se da análise de similares desenvolvida, reflexões metodológicas e referências estético-formais pertinentes ao contexto do estudo em curso. A utilização prioritária da madeira, sendo ela proveniente de resíduos arbóreos, reflorestamento ou por meio de produtos secundários, na produção da grande maioria dos mobiliários analisados, denota a

importância desse material para a indústria. Além disso, grande parte dos similares descritos apresenta mais de um material em sua elaboração, utilizando a madeira (majoritariamente finalizada com seladora, resinas e/ou vernizes como acabamento), como elemento de destaque, em conjunto ao concreto, metal, borracha, entre outros. Essa característica projetiva possibilita uma maior durabilidade geral para o objeto, à depender da forma como os materiais se inter-relacionam, uma vez que a madeira, ainda que, após passar por processos de acabamento, apresenta baixa resistência ao uso contínuo. A alta durabilidade é extremamente necessária em mobiliários urbanos, que estão constantemente expostos à intempéries climáticas (chuva, granizo, luz solar direta, neve, etc), à utilização por um imenso número de usuários em um curto período de tempo e à questões de segurança urbana, como o furto e o vandalismo.

É possível depreender ainda, que, a fase projetual do mobiliário urbano tem grande relevância no que diz respeito à aceitação do móvel nos espaços, necessitando da análise cuidadosa dos diversos formatos e acabamentos do material utilizado, das referências visuais transmissíveis (ou não) por meio do objeto e das necessidades dos usuários quanto ao ambiente de futura inserção. Durante a análise de similares, concluiu-se que os projetos que elaboraram etapas de pesquisa e comunicação com o público alvo durante o desenvolvimento, assim como reuniram dados acerca do local para onde o móvel seria projetado e consideraram as especificidades das matérias primas utilizadas, obtiveram melhores resultados quanto à adaptabilidade das necessidades do público, sendo eles: o Projeto Mesapi e o Projeto de Mobiliário Urbano para a Praça de Tecnologia da UFSC. Os demais projetos obtiveram resultados formais, tecnológicos e visuais satisfatórios, entretanto, estabelecem problemáticas acerca da inserção do mobiliário no ambiente. Um exemplo é o Mobiliário Trançado que foi inserido no Largo da Batata, em São Paulo, sem elaboração de pesquisas prévias com os usuários. O projeto descreve questões de “mau uso”, como: a utilização não adequada por pessoas em situação de rua, skatistas e crianças, e a degradação rápida do móvel. O projeto também comenta a utilização inesperada do espaço por idosos para reuniões e encontros. Ambos os usos inesperados poderiam ser previstos caso o desenvolvimento projetivo passasse pelo olhar de um grupo de usuários. Outra característica identificada entre os similares analisados, é a presença constante de modularidade, atributo de grande valia, uma vez que permite a adaptação do mobiliário urbano a contextos diversos, facilita o transporte e a produção industrial, além de estabelecer desafios metodológicos que favorecem a inovação.

5. Considerações Finais

Deprendendo as escolhas metodológicas, entende-se que os artigos incluídos na revisão sistemática de literatura descrevem diversas possibilidades em que a fabricação digital, a modelagem paramétrica e a utilização da madeira proveniente de resíduos arbóreos podem ser incluídas na elaboração projetiva de mobiliários urbanos, fornecendo subsídios para futuras experimentações e elaborações metodológicas na área do design de produtos.

Conclui-se, por fim, que a construção teórica desenvolvida nos artigos pede uma avaliação minuciosa para compreender as possibilidades de inserção dos métodos no escopo do design de produtos. Ademais, pela revisão sistemática de literatura e análise de similares, conclui-se que os projetos que elaboraram etapas de pesquisa e comunicação com o público alvo durante o desenvolvimento projetivo, assim como reuniram dados acerca do local para onde o móvel seria projetado e consideraram as características da matéria prima escolhida, obtiveram melhores resultados quanto a suprir as necessidades do usuário, aceitação do elemento pela comunidade e longevidade do mobiliário em ambiente urbano.

Agradecimentos

Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo apoio dado por meio da bolsa de iniciação científica concedida, assim como à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e de Design da USP (FAU-USP) e à Seção Técnica de Modelos, Ensaios e Experimentações Construtivas (STMEEC), pela disponibilização de materiais, laboratórios e equipamentos essenciais para o desenvolvimento desse estudo.

Referências

- [1] KRUCKEN. Lia. Design e território: uma abordagem integrada para valorizar identidades e produtos. Conference: International Symposium on Sustainable Design (ISSD). São Paulo. 2008.
- [2] ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS: Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável. Disponível em < [Objetivos de Desenvolvimento Sustentável | United Nations Development Programme \(undp.org\)](https://www.undp.org/pt-br/objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel)> Acesso em 15 de março de 2024.
- [3] ABRÃO. Julia Souza. Fabricação Digital e o Projetar Sustentável: o uso de softwares de modelagem como estratégia para antever e minimizar os impactos ambientais da produção subtrativa. UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA/UFU. FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO E DESIGN/FAUED. Uberlândia. 2020.
- [4] SOARES. Marcelo M. Metodologia de ergodesign para o design de produtos: uma abordagem centrada no humano. Editora Blucher. 1º edição. São Paulo (SP). 2021
- [5] JENKINS. Henry. Cultura da Convergência. 3ed São Paulo - Aleph (2009)
- [6] MEZZAROBBA, P. Mariana; Revista Via; Movimento Maker - edição 8 - ano 5, UFSC Santa Catarina; 2020. Acesso em 29 de março 2024.
- [7] PUPO, Regiane Trevisan. FABLAB PRONTO3D: APRENDENDO COM A PRÁTICA. Extensio: R. Eletr. de Extensão, ISSN 1807-0221 Florianópolis, v. 14, n. 26, p. 152-164, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.5007/1807-0221.2017v14n26p152>
- [8] BARBOSA. Mae Ana. FACCA. Alquezar Claudia. FERNANDES. Adriana. ALVES. Jorge Lino. RANGEL. Barbara. A IMPRESSÃO 3D E AS TECNOLOGIAS EMERGENTES DE FABRICAÇÃO DIGITAL: A (r)evolução nos processos de ensino de design, engenharia e manufatura. São Paulo. 2019.
- [9] SACKS, R.; OLIVEIRA, C. M.; LEE, G. Modelagem 3D paramétrica na construção civil com exemplos de concreto pré-moldado. Automação na Construção, v. 13, n. 3, p. 291-312, 2004. Data de nascimento: [https://doi.org/10.1016/S0926-5805\(03\)00043-8](https://doi.org/10.1016/S0926-5805(03)00043-8)
- [10] SEELY, Jennifer Ck. FABRICAÇÃO DIGITAL NO PROCESSO DE PROJETO ARQUITETÔNICO. 2004. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitetura, Massachusetts Institute Of Technology, Cambridge, 2004
- [11] MALAGUTTI. S. Cyntia. Resíduos da arborização urbana na prática do design: Uma abordagem exploratória. Artigo apresentado no 13º Seminário Internacional NUTAU 2020. São Paulo, SP.
- [12] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-9050: TERMOS, DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS, 2020. Rio de Janeiro. 2020

[13] ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR-9283: TERMOS, DEFINIÇÕES E ABREVIATURAS, 2015. Rio de Janeiro. 2015

[14] MONTENEGRO, Glielson. A produção do mobiliário urbano em espaços públicos: o desenho do mobiliário urbano nos projetos de reordenamento das orlas do RN. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte Natal, 2005.

[15] DIGIANDOMENICO, D.; LANDIM, G.; FISCHER, H. Trançado: recursos computacionais aplicados no processo de projeto de mobiliário urbano. Gestão e Tecnologia de Projetos, São Carlos, v. 12, n. 3, p. 47-58 2017.

[16] GIL. Erica Alexandra Balata. O BANCO PÚBLICO - SIGNIFICADO E IMPORTÂNCIA DESTE EQUIPAMENTO NO ESPAÇO PÚBLICO. MESTRADO EM DESIGN DE EQUIPAMENTO ESPECIALIDADE DE DESIGN URBANO E DE INTERIORES. Universidade de Lisboa. Lisboa. 2011.

[17] TEIXEIRA. Rita Albuquerque. DESIGN DE MOBILIÁRIO URBANO PARA ESPAÇOS VERDES - Estudo da utilização da cortiça. Mestrado em Design de Equipamento. Especialização em Design de Produto UNIVERSIDADE DE LISBOA FACULDADE DE BELAS-ARTES. Lisboa. 2016

Créditos Imagens

Imagem da capa: Foto de Casey Horner na Unsplash

Imagem Capa Arquitetura: Foto de Ricardo Gomez Angel na Unsplash

Imagem Capa Engenharia: Foto de Ricardo Gomez Angel na Unsplash

Imagem Capa Design 1: Foto de Goutham Krishna na Unsplash

Imagem Capa Design 2: Foto de Tabitha Turner na Unsplash

ISBN: 978-65-01-11164-3

ORL



9 786501 111643