



EDIÇÃO ESPECIAL - ENSUS 2021
IX ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO

Mix Sustentável

ISSN 2447-0899
ISSNe 2447-3073



UFSC

V7. N4 | 2021

SETEMBRO

VIRTUHAB | CTC | CCE

EDITORES

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)

CONSELHO EDITORIAL

Aguinaldo dos Santos, UFPR
Amilton José Vieira de Arruda, UFPE
Andrea Jaramillo Benavides, UTE (Equador)
Carlo Franzato, UNISINOS
Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPL (Portugal)
José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPL (Portugal)
Jorge Lino Alves, UP - INEGI (Portugal)
Lisiane Ilha Librelotto, UFSC
Miguel Aloysio Sattler, UFRGS
Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC
Rachel Faverzani Magnago, UNISUL
Roberto Bologna, UniFI (Itália)
Tomás Queiroz Ferreira Barata, UNESP
Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ

APOIO À EDITORAÇÃO

Luana Toralles Carbonari, MSc. (UFSC)

DESIGN

Natalia Geraldo (UFSC)

PERIODICIDADE

Four-monthly publication/
Publicação quadrimestral

CONTATO

lisiane.librelotto@ufsc.br
ferroli@cce.ufsc.br

DIREITOS DE PUBLICAÇÃO

Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)

UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina
CTC | Centro Tecnológico
CCE | Centro de Comunicação e Expressão
VirtuHab
Campus Reitor João David Ferreira Lima
Florianópolis - SC | CEP 88040-900
Fones: (48) 3721-2540
(48) 3721-4971

AVALIADORES

Adriane Shibata Santos, UNIVILLE, Adriano Heemann, UFPR, Aguinaldo dos Santos, UFPR, Albertina Pereira Medeiros, UDESC, Alessandra Devitte UNIVALI, Alessandra Furtado da Silva, UTFPR, Alexandre Márcio Toledo, UFAL, Aline Eyng Savi, UNESC, Almir Barros da S. Santos Neto, UFSM, Amilton José Vieira de Arruda, UFPE, Ana Paula Kieling, UNIVALI, Ana Veronica Pazmino, UFSC, Anderson Saccol Ferreira, UNOESC, André Canal Marques, UNISINOS, Andre S. Francisco, Maritima, Andréa Cristina Trierweiller, UFSC, Andrea Jaramillo Benavides, IKIAM, Andrea Pereira UFMG, Anelise Leal Vieira Cubas, UNISUL, Ângela do Valle, UFSC, Anja Pratschke, USP, Antonio Ludovico Beraldo, UNICAMP, Arnaldo Debatin Neto, UFSC, Ayrton Portilho Bueno, UFSC, Beany Guimarães Monteiro, UFRJ, Camila Correia Teles, UnB, Carla Arcoverde de Aguiar Neves, IFSC, Carla Martins Cipolla, UFRJ, Carla Martins Cipolla, UFRJ, Carla Pantoja Giuliano, FEEVALE, Carlo Franzato, UNISINOS, Carlos Alberto Mendes Moraes, UNISINOS, Carlos Eduardo Ramoa, UNIVALI, Carlos Fernando Machado Pinto, UNISUL, Carlos Humberto Martins, UEM, Carlos Humberto Martins, UEM, Cecília Prompt, UFSC, Celia Neves, PROTERRA, Celso Salamon, UTFPR, Celso Salamon, UTFPR, Cesar Fabiano Fioriti, UNESP, Chrystianne Goulart Ivanoski, UFSC, Cláudia Queiroz Vasconcelos, UNIFESSPA, Cláudio Pereira de Sampaio, UEL, Coral Michelin, UPF, Cristiano Alves, UFSC, Cristina Colombo Nunes, UFSC, Cristina Souza Rocha, UNIVERSIDADE DE LISBOA, Cristine do Nascimento Mutti, UFSC, Daiana Cardoso de Oliveira, UNISUL, Daniela Neumann, UFRGS, Deivis Luis Marinowski, UFSC, Denise Dantas, USP, Douglas Luiz Menegazzi, UFSC, Edna Aparecida Nico Rodrigues, UFES, Eduardo Cohim, UEFS, Eduardo Rizzatti, UFSM, Elenir Carmen Morgenstern, UNIVILLE, Eliana Paula Calegari, UFRGS, Eliane Pinheiro, UEM, Eliká Ceolin, IMED, Elvis Carissimi, UFSM, Elza Cristina Santos, UFU, Eugenia Kuhn, UNIRITTER, Fabiane Escobar Fialho, FADERGS, Fabiano Ostapiv, UTFPR, Fábio Gonçalves Teixeira, UFRGS, Fabricio Farias Tarouco, UNISINOS, Fernanda Hansch Beuren, UDESC, Fernando Barth, UFSC, Francisco Assis Silva Mota, UFPI, Gabriel Cremona Parma, UNISUL, Germannya D'Garcia de Araújo Silva, UFPE, Gersa De Cássia Salado, UNICAMP, Gilberto Ughini Carbonari, UEL, Giovanni Maria Arrigone, SENAI, Gisele Mazon – UNISUL, Guilherme Philippe Garcia Ferreira, UFPR, Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPL, Humberto Carvalho, UFSC, Inara Pagnussat Camara, UNOESC, Ingrid Scherdien, FEEVALE, Isabela Battistello Espíndola, USP, Isadora Burmeister Dickie, UNIVILLE, Ítalo de Paula Casemiro, UFRJ, Itamar Ferreira Silva, UFCG, Ivan Luiz de Medeiros, UFSC, Jacqueline Keller, SENAC, Jairo da Costa Júnior, TU DELE, João Candido Fernandes, UNESP, Jocelise Jacques de Jacques, UFRGS, Joel Dias da Silva, FURB, Jorge André Ribas Moraes, UNISC, José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPE, Josiane Wanderlinde Vieira, UFSC, Juliane Silva de Almeida, UFSC, Júlio Cezar Augusto da Silva, INT, Karine Freire, UNISINOS, Kátia Valéria Marques Cardoso Prates, UTFPR, Leonardo Corrêa Malburg, ISEL, Leticia Mattana UFSC, Liliane Iten Chaves, UFF, Lisandra de Andrade Dias, UFSC, Lisiane Ilha Librelotto, UFSC, Luana Toralles Carbonari UEL, Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, UFRN, Lucila Naiza Soares Novaes, UFCE, Luis Oliveira, WMG, Luiz Vidal Gomes, UNERJ, Manuela Marques Lalane Nappi, UFSC, Marcelo Gitirana Gomes-Ferreira, UDESC, Márcio Pereira Rocha, UFPR, Marco Antônio Rossi, UNESP, Marco Aurélio Petrelli, UNIVALI, Maria Agostinho UNISUL, Maria Fernanda Oliveira, UNISINOS, Maria Luísa Leite FUSP, Maria Luisa Telarolli de Almeida Leite, USP, Mariana Kuhl Cidade

UFSM, Mariana Kuhl Cidade, UFSM, Marília Gonçalves, UFSC, Marina de Medeiros Machado, UNISUL, Marli Teresinha Everling, UNIVILLE, Marta Karina Leite, UTFPR, Maycon Del Piero da Silva, UNEOURO, Michele Fossati, UFSC, Michele Tereza Carvalho, UnB, Miguel Aloysio Sattler, UFRGS, Miguel Barreto Santos, IPL, Nadja Maria Mourão, UEMG, Najla Mouchrek, Virginia Tech, Neide Köhler Schulte, UDESC, Niander Aguiar Cerqueira, UENF, Normando Perazzo Barbosa, UFPB, Obede Borges Faria, UNESP, Paola Egert Ortiz, UNISUL, Patricia Freitas Nerbas, UNISINOS, Paula Schlemper de Oliveira, UnB, Paulo Cesar Machado Feroli, UFSC, Paulo Roberto Silva, UFPE, Paulo Roberto Wander, UNISINOS, Pedro Arturo Martínez Osorio, UNESP, Rachel Correa de Quadros, UNOCHAPECÓ, Rachel Faverzani Magnago, UNISUL, Rafael Burlani Neves, UNIVALI, Regiane Trevisan Pupo, UFSC, Renata Priore Lima, UNESP, Ricardo Straioto, UFSC, Rita de Castro Engler, UEMG, Roberta Menezes, UFSC, Roberto Angelo Pistorello, IFSC, Roberto Bologna, UniFi, Rodrigo Antunes, UF, Rodrigo Catafesta Francisco, FURB, Rodrigo de Freitas, UNISUL, Rogério Cattelan Antochaves de Lima, UFSM, Ronaldo Glufke, UFSM, Rosilaine Isoldi, UFPEL, Rúbia Carminatti Peterson, UNESC, Sérgio Ivan dos Santos, UNIPAMPA, Sérgio Manuel Oliveira Tavares, UP, Sharmistha Banerjee, IIT, Silas Azevedo, UNISUL, Silvio Bitencourt da Silva, UNISINOS, Silvio Burattino Melhado, USP, Silvio Cezar Carvalho Prizibela, UFSC, Simone Perroni Mazon, UNISUL, Sonia Afonso, UFSC, Sonia Regina Amorim Soares de Alcantara, UFC, Sydney Fernandes de Freitas, UFRJ, Tarcisio Dorn de Oliveira, UNIJUÍ, Tomás Queiroz Ferreira Barata, UNESP, Uda Souza Fialho, UFRGS, Vanessa Casarin, UFSC, Vicente De Paulo Santos Cerqueira, UFRJ, Vinicius Luis Arcangelo Silva, UNESP, Virginia Pereira Cavalcanti, UFPE, Viviane dos Guimarães Alvim Nunes, UFU, Walter Franklin M. Correia, UFPE, Wilson Jesus da Cunha Silveira, UNISUL.

SOBRE O PERIÓDICO MIX SUSTENTÁVEL

O Periódico Mix Sustentável nasceu da premissa de que o projeto englobando os preceitos da sustentabilidade é a única solução possível para que ocorra a união entre a filosofia da melhoria contínua com a necessidade cada vez maior de preservação dos recursos naturais e incremento na qualidade de vida do homem. A sustentabilidade carece de uma discussão profunda para difundir pesquisas e ações da comunidade acadêmica, que tem criado tecnologias menos degradantes na dimensão ambiental; mais econômicas e que ajudam a demover injustiças sociais a muito estabelecidas. O periódico Mix Sustentável apresenta como proposta a publicação de resultados de pesquisas e projetos, de forma virtual e impressa, com enfoque no tema sustentabilidade. Buscando a troca de informações entre pesquisadores da área vinculados a programas de pós-graduação, abre espaço, ainda, para a divulgação de profissionais inseridos no mercado de trabalho, além de entrevistas com pesquisadores nacionais e estrangeiros. Além disso publica resumos de teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso defendidos, tendo em vista a importância da produção projetual e não apenas textual.

De cunho essencialmente interdisciplinar, a Mix tem como público-alvo pesquisadores e profissionais da Arquitetura e Urbanismo, Design e Engenharias. De acordo com a CAPES (2013), a área Interdisciplinar no contexto da pós-graduação, decorreu da necessidade de solucionar novos problemas que emergem no mundo contemporâneo, de diferentes naturezas e com variados níveis de complexidade, muitas vezes decorrentes do próprio avanço dos conhecimentos científicos e tecnológicos. A natureza complexa de tais problemas requer diálogos não só entre disciplinas próximas, dentro da mesma área do conhecimento, mas entre disciplinas de áreas diferentes, bem como entre saberes disciplinares e não disciplinares. Decorre daí a relevância de novas formas de produção de conhecimento e formação de recursos humanos, que assumam como objeto de investigação fenômenos que se colocam entre fronteiras disciplinares.

Desafios teóricos e metodológicos se apresentam para diferentes campos de saber. Novas formas de produção de conhecimento enriquecem e ampliam o campo das ciências pela exigência da incorporação de uma racionalidade mais ampla, que extrapola o pensamento estritamente disciplinar e sua metodologia de compartimentação e redução de objetos. Se o pensamento disciplinar, por um lado, confere avanços à ciência e tecnologia, por outro, os desdobramentos oriundos dos diversos campos do conhecimento são geradores de diferentes níveis de complexidade e requerem diálogos mais amplos, entre e além das disciplinas.

A Revista Mix Sustentável se insere, portanto, na Área Interdisciplinar (área 45), tendo como áreas do conhecimento secundárias a Arquitetura, Urbanismo e Design (área 29), a Engenharia Civil (área 10) e, ainda, as engenharias em geral.

O periódico está dividido em seções, quais sejam:

- Seção científica – contendo pelo menos 12 artigos científicos para socializar a produção acadêmica, buscando a valorização da pesquisa, do ensino e da extensão.
- Seção graduação, iniciação científica e pós-graduação: divulgação de Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso na forma de resumos expandidos e como forma de estimular a divulgação de trabalhos acadêmico-científicos voltados ao projeto para a sustentabilidade.
- Seção mercadológica: espaço para Resenhas e Entrevistas (Espaços de Diálogo). Apresenta entrevistas com profissionais atuantes no mercado, mostrando projetos práticos que tenham aplicações na esfera da sustentabilidade. Deverá ainda disponibilizar conversas com especialistas em sustentabilidade e/ou outros campos do saber.

CLASSIFICAÇÃO QUALIS

No QUALIS/CAPES 2020 recebeu a indicação de pré-avaliação para a categoria A4.

MISSÃO

Publicar resultados de pesquisas e projetos, de forma virtual e impressa, com enfoque no tema sustentabilidade, buscando a disseminação do conhecimento e a troca de informações entre acadêmicos, profissionais e pesquisadores da área vinculados a programas de pós-graduação.

OBJETIVO

Disseminar o conhecimento sobre sustentabilidade aplicada à projetos de engenharia, arquitetura e design.

POLÍTICAS DE SEÇÃO E SUBMISSÃO

A) Seção Científica

Contém artigos científicos para socializar a produção acadêmica buscando a valorização da pesquisa, do ensino e da extensão. Reúne 12 artigos científicos que apresentam o inter-relacionamento do tema sustentabilidade em projetos de forma interdisciplinar, englobando as áreas do design, engenharia e arquitetura.

As submissões são realizadas em fluxo contínuo em processo de revisão por pares. A revista é indexada em sumários.org e no google acadêmico.

B) Seção Resumo de Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação, Iniciação Científica e Pós-graduação

Tem como objetivo a divulgação de Teses, Dissertações e Trabalhos de Conclusão de Curso na forma de resumos expandidos e como forma de estimular a divulgação de trabalhos acadêmico-científicos voltados ao projeto para a sustentabilidade.

C) Seção Mercadológica

É um espaço para resenhas e entrevistas (espaços de diálogo). Apresenta pelo menos duas entrevistas com profissionais atuantes no mercado ou pesquisadores de renome, mostrando projetos práticos que tenham aplicações na esfera da sustentabilidade. Deverá ainda disponibilizar conversas com especialistas em sustentabilidade e/ou outros campos do saber. Todas os números possuem o Editorial, um espaço reservado para a apresentação das edições e comunicação com os editores.

PROCESSO DE AVALIAÇÃO PELOS PARES

A revista conta com um grupo de avaliadores especialistas no tema da sustentabilidade, doutores em suas áreas de atuação. São 211 revisores, oriundos de 67 instituições de ensino Brasileiras e 8 Instituições Internacionais. Os originais serão submetidos à avaliação e aprovação dos avaliadores (dupla e cega).

Os trabalhos são enviados para avaliação sem identificação de autoria. A avaliação consiste na emissão de pareceres, da seguinte forma:

- aprovado
- aprovado com modificações (a aprovação dependerá da realização das correções solicitadas)
- reprovado

PERIODICIDADE

Publicação quadrimestral com edições especiais. São publicadas três edições regulares ao ano. Conta ainda com pelo menos uma edição especial anual.

POLÍTICA DE ACESSO LIVRE

Esta revista oferece acesso livre imediato ao seu conteúdo, seguindo o princípio de que disponibilizar gratuitamente o conhecimento científico ao público proporciona maior democratização mundial do conhecimento.

ARQUIVAMENTO

Esta revista utiliza o sistema LOCKSS para criar um sistema de arquivo distribuído entre as bibliotecas participantes e permite às mesmas criar arquivos permanentes da revista para a preservação e restauração.

ACESSO

O Acesso pode ser feito pelos endereços: <http://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/> ou diretamente na plataforma SEER/OJS em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/>. É necessário acessar a página de cadastro, fazer o seu cadastro no sistema. Posteriormente o acesso é realizado por meio de login e senha, de forma obrigatória para a submissão de trabalhos, bem como para acompanhamento do processo editorial em curso.

DIRETRIZES PARA AUTORES

O template para submissão está disponível em:

<http://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/submissoes/>. Todos os artigos devem ser submetidos sem a identificação dos autores para o processo de revisão.

CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores são obrigados a verificar a conformidade da submissão em relação a todos os itens listados a seguir. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

A contribuição deve ser original e inédita, e não estar sendo avaliada para publicação por outra revista; caso contrário, deve-se justificar em “Comentários ao editor”.

O arquivo da submissão deve estar em formato Microsoft Word, OpenOffice ou RTF.

As URLs para as referências devem ser informadas nas referências.

O texto deve estar em espaço simples; usar uma fonte de 12 pontos; empregar itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL); as figuras e tabelas devem estar inseridas no texto, não no final do documento na forma de anexos.

Enviar separadamente todas as figuras e imagens em boa resolução.

O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos em Diretrizes para Autores e na página <http://mixsustentavel.paginas.ufsc.br/submissoes/>.

POLÍTICA DE PRIVACIDADE

Os nomes e endereços informados nesta revista serão usados exclusivamente para os serviços prestados por esta publicação, não sendo disponibilizados para outras finalidades ou a terceiros.

EDITORES, CONSELHO EDITORIAL E EQUIPE DE EDITORAÇÃO

Os editores são professores doutores da Universidade Federal de Santa Catarina e líderes do Grupo de Pesquisa VirtuHab. Estão ligados ao CTC – Centro Tecnológico, através do Departamento de Arquitetura e Urbanismo e Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ e ao CCE – Centro de Comunicação e Expressão, através do Departamento de Expressão Gráfica, Curso de Design.

O Conselho Editorial atual é composto por Aguinaldo dos Santos, UFPR - Universidade Federal Do Paraná, Brasil; Amilton José Vieira de Arruda, UFPE - Universidade Federal De Pernambuco, Brasil; Andrea Jaramillo Benavides, IKIAM - Universidad Regional Amazónica, Equador; Carlo Franzato, UNISINOS - Universidade Do Vale Dos Sinos, Brasil; Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPL - INSTITUTO POLITÉCNICO DE LEIRIA, Portugal; José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPE - Escola Superior De Artes E Design - Politécnico De Leiria, Portugal; Jorge Lino Alves, UP - INEGI - Universidade Do Porto, Portugal; Lisiane Ilha Librelotto, UFSC - Universidade Federal De Santa Catarina, Brasil; Miguel Aloysio Sattler, UFRGS - Universidade Federal Do Rio Grande Do Sul, Brasil; Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC - Universidade Federal De Santa Catarina, Brasil; Rachel Faverzani Magnago, UNISUL - Universidade Do Sul De Santa Catarina, Brasil; Roberto Bologna, UniFI - Università Degli Studi Di Firenze, Itália; Tomás Queiroz Ferreira Barata, UNESP - Universidade Estadual Paulista, Brasil; Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ - Universidade Federal Do Rio De Janeiro, Brasil.

A editoração conta com o apoio de mestrandos e doutorandos do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ/ UFSC, membros do Grupo de Pesquisa Virtuhab. Os trabalhos gráficos são realizados por estudantes do curso de design da UFSC.

CRITÉRIOS DE COMPOSIÇÃO DA EDIÇÃO

O conselho editorial definiu um limite máximo de participação para autores pertencentes ao quadro da instituição editora. Esse limite não excederá, para qualquer edição, o percentual de trinta por cento (30%) de autores oriundos da UFSC. Assim, pelo menos setenta por cento dos autores serão externos a entidade editora.



Mix Sustentável



FLORIANÓPOLIS
VIRTUHAB | CCE | CTC

ISSN 2447-0899
ISSNe 2447-3073



COPYRIGHT INFORMATION/INFORMAÇÕES DE DIREITO AUTORAL

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

SUMÁRIO

ARTIGOS

- 19** INICIATIVAS DE COLETA SELETIVA E LOGÍSTICA REVERSA EM PORTO ALEGRE COMO BASE PARA ECONOMIA CIRCULAR | *SELECTIVE WASTE COLLECTION AND REVERSE LOGISTICS INITIATIVES IN PORTO ALEGRE AS BASIS FOR A CIRCULAR ECONOMY* | Anelise Todeschini Hoffmann & Jocelise Jacques De Jacques.
- 31** COMPARAÇÃO DE BIOMASSA VEGETAL E ANIMAL EM BIOARGAMASSA | *VEGETABLE AND ANIMAL BIOMASS COMPARSION IN BIOMORTAR* | Jupira Almeida, Antonio Thome, Fabiana Tonial & Roberto De Carli de Martini
- 39** LOGÍSTICA REVERSA NA INDÚSTRIA METALMECÂNICA: O CASO DAS INDÚSTRIAS EM BLUMENAU, POMERODE E GASPAR (SC) | *REVERSE LOGISTICS IN THE MACHINERY INDUSTRY: THE CASE OF THE INDUSTRIES IN BLUMENAU, POMERODE AND GASPAR (SC)* | Luiz Bernardo Braun Prebianca & Joel Dias Da Silva
- 49** BIOMIMÉTICA VERNACULAR E O REDESENHO DE FERRAMENTAS USADAS NA AGRICULTURA | *VERNACULAR BIOMIMETICS AND THE REDESIGN OF TOOLS USED IN AGRICULTURE* | Itamar Ferreira da Silva & Daniel Ferreira Alves
- 61** APLICAÇÃO DE PROJETOS DE DESIGN NA GESTÃO DE RESÍDUOS DA UFSC | *APPLICATION OF DESIGN PROJECTS IN THE WASTE MANAGEMENT OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF SANTA CATARINA* | Ana Veronica Pazmino
- 71** MATERIAIS VIVOS, O CASO DA CELULOSE BACTERIANA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA APLICAÇÃO NO DESIGN INDUSTRIAL, ARQUITETURA E MODA | *LIVING MATERIALS, THE CASE OF BACTERIAL CELLULOSE: A LITERATURE REVIEW OF APPLICATIONS IN INDUSTRIAL DESIGN, ARCHITECTURE AND FASHION* | Elisa Strobel do Nascimento, Gislaíne Maria Lau, Felipe de Carvalho Ishiy & Adriano Heemann
- 83** A INDUSTRIA CERÂMICA DA LOUÇA UTILITÁRIA E DECORATIVA NA PERSPECTIVA DAS ESTRATÉGIAS DO LANÇAMENTO DE NOVOS PRODUTOS DE ECO-DESIGN | José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade & Paulo Cesar Machado Ferrolli, dr. | UFSC
- 91** CATALOGAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DE ACAMPAMENTOS PLANEJADOS - FUTURA PLATAFORMA INFRASHELTER | *CATALOGING AND SYSTEMATIZING PLANNED CAMPS - FUTURE INFRASHELTER PLATFORM* | Thais Nolio Santa Cruz, Lisiane Ilha Librelotto, Luana Toralles Carbonari & Nadieli de Araujo
- 105** DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DE SANTA CATARINA - 1998 A 2019 | *NATURAL DISASTERS IN THE STATE OF SANTA CATARINA - 1998 TO 2019* | Rachel Faverzani Magnago, Patrícia Medeiros, Rodrigo Paulo Raimundo & Susana Claudete Costa
- 115** ESTUDO DA VIABILIDADE DE FABRICAÇÃO DE FILAMENTO COMPÓSITO SUSTENTÁVEL PARA IMPRESSÃO 3D A PARTIR DE UMA MATRIZ PLA REFORÇADA COM RESÍDUOS DE FIBRAS DE MADEIRA | *FEASIBILITY STUDY FOR THE PRODUCTION OF SUSTAINABLE COMPOSITE FILAMENT FOR 3D PRINTING FROM A PLA MATRIX REINFORCED WITH WOOD FIBER RESIDUES* | Daniel Lauxen Spohr, Felipe Antônio Lucca Sánchez & André Canal Marques
- 147** UTILIZAÇÃO DE TUBOS DE PAPELÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE PERGOLADO | *USE OF CARDBOARD TUBES FOR THE CONSTRUCTION OF A PERGOLA STRUCTURE* | Nathalia Schimidt Dias & Gerusa de Cássia Salado

137 A ABORDAGEM SISTÊMICA E O CICLO DE VIDA DO LICOR DE MACAÚBA | *THE SYSTEMIC APPROACH AND THE LIFE CYCLE OF MACAUBA LIQUOR* | Adriana Luisa Duarte, Alice Novato Silva de Faria, Ludmila C. F. Mendes, Kátia Andréa Carvalhaes Pêgo & Andréa Franco Pereira

149 DESIGN E IMPRESSÃO 3D NA PANDEMIA: UMA ANÁLISE DE POSSIBILIDADES A PARTIR DO MODELO TEÓRICO DFSS | *DESIGN AND 3D PRINTING IN PANDEMICS: AN ANALYSIS OF POSSIBILITIES BASED ON THE DFSS THEORETICAL MODEL* | Cláudio Pereira de Sampaio & Sonia Maria Fabris Luiz

161 COMPÓSITO DE FIBRA DE TURURI: CONFEÇÃO E POTENCIALIDADE COMO MATERIAL SUSTENTÁVEL | *TURURI FIBER COMPOSITE: DEVELOPMENT AND POTENTIALITY AS A SUSTAINABLE MATERIAL* | Amanda Sousa Monteiro, Denise Dantas, Júlia Baruque-Ramos & Takashi Yojo

DISSERTAÇÕES

173 OS KAXINAWÁ DO ACRE E OS LIVROS DA COLEÇÃO AUTORIA INDÍGENA: UMA ANÁLISE EM DESIGN EDITORIAL | Rayza Mucunã Paiva & Cyntia S. Malaguti de Sousa

175 EVENTOS SECOS E CHUVOSOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL: VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL E TENDÊNCIA | Gildo Rafael de Almeida Santana, Vicente de Paulo Santos de Oliveira, Jader Lugon Júnior & Maria Gertrudes Alvarez Justi da Silva

TESE

177 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL CONSTRUÍDAS COM O SISTEMA LIGHT WOOD FRAME NO SUL DO BRASIL | Rodrigo Vargas Souza, Lisiane Ilha Librelotto & Ângela do Valle

ENTREVISTA

179 ENTREVISTA COM CLÁUDIA VASCONCELOS

EDITORIAL

PELA RESILIÊNCIA

Esta edição reúne 14 artigos que foram apresentados no ENSUS 2021 e que obtiveram destaque na avaliação como melhores artigos. Assim como no ano passado, a nona edição do evento, lamentavelmente, precisou acontecer de forma inteiramente remota devido à pandemia que há quase dois anos castiga de forma implacável nosso modo tradicional de viver. Parece que quase nos acostumamos as máscaras, as reuniões virtuais, ao cumprimento medroso do toque de cotovelos, a ausência de festinhas de aniversário, de viagens, dos breaks para o cafezinho.

De acordo com as informações da CAPES, o ENSUS em 2020 foi um dos primeiros eventos a migrar para a plataforma online em função da pandemia, mantendo sua data originalmente prevista. Em 2021, continuamos inovando, utilizando a plataforma moodle UFSC para disponibilização dos links de apresentações, discussões e fóruns e possibilitando uma participação ampliada também para o mês de Junho, além do que já estava programado para Maio.

Não poderíamos, depois de toda esta resiliência, deixar de aproveitar a oportunidade e fazer acompanhar as excelentes pesquisas, cuja pequena amostra publicamos nessa edição, por palestras internacionais, que a ameaça nos fez tornar oportunidades, de aproximação a baixo custo. Pudemos prestigiar os participantes do ENSUS com as falas dos Professores Paulo Bártolo, de Manchester (Reino Unido), Roberto Bologna, da UNIFI (Itália), Rute Gomes, da CIAUD (Portugal) e Ruben Timmers, da SAXION (Holanda) e uma igual qualidade na figura dos pesquisadores nacionais que participaram das mesas de discussão e palestras.

Destacamos também as participações do Prêmio de Sustentabilidade ENSUS, com importantes iniciativas para a busca da sustentabilidade, cujos vencedores foram: Proposta de implementação de Banco de Resíduos Têxteis – Bheatriz Silvano Graciano, Guimel Macedo da Silva; Iniciativa para Engajar a Comunidade na Logística Reversa de Materiais em EPS/XPS: Projeto Isopor® Amigo, por Fernanda do Nascimento Stafford, Fabrício Petrassem Sousa e Associação Brasileira da Indústria do Plástico – ABIPLAST, e, A Sustentabilidade na Produção Recente de Habitação de Interesse Social, de Lara dos Santos Dias e Silvia Mikami Pina.

A tecnologia alia-se ao homem e somente por ela, e através dela, conseguimos ainda manter um pouco da essência dos eventos científicos, que sempre funcionaram como um importante momento de troca de saberes e de experiências; fonte de contatos, semente de projetos, de planos, de associações. Quantos projetos, grupos de pesquisa e laboratórios tiveram seu cerne em uma sala de discussão de um evento científico? Quantos estudantes conheceram futuros orientadores de seus mestrados e doutorados em apresentações de artigos? Quantos grupos de pesquisa, separados por milhares de quilômetros, perceberam o potencial de colaboração existente entre seus projetos ao compartilharem uma sessão temática?

Todas essas indagações tornam-se, senão impossíveis, pelo menos muito difíceis de serem concretizadas em um ambiente totalmente remoto. E por isso que desejamos muito que o próximo ENSUS (assim como todos os demais eventos) aconteçam de forma presencial. Não que não se aproveite nada do atual modelo; muito pelo contrário. A pandemia nos obrigou, enquanto organizadores de eventos científicos, a buscarmos alternativas que provaram ser muito úteis. Nada impede de mantermos um certo número de palestras e mesmo apresentações de artigos no formato virtual, facilitando a participação daqueles que por motivos diversos não possam estar presentes e sendo sustentáveis por tornar o transporte desnecessário? Infelizmente a distância impossibilita o desfrute das benesses do lugar, um importante aspecto a ser preservado nos eventos presenciais.

Acreditamos que o modelo que será usado doravante seja misto, onde se possa aproveitar o que de melhor se extrai das opções virtual e presencial, atingindo o objetivo do evento em disseminar conhecimento da sustentabilidade aplicada em projetos para o maior público possível.

O ENSUS 2022 almeja ser novamente pioneiro nesse aspecto. Lembrando que o ENSUS 2020 foi o primeiro evento que aconteceu no período originalmente previsto (Abril de 2020), mesmo com a equipe tendo poucos meses para se adaptar a situação da Covid-19. Novamente temos o objetivo de sermos pioneiros no sistema misto, com atividades

presenciais e virtuais acontecendo simultaneamente, unindo literalmente o Norte e o Sul do País.

E o desafio da edição número 10 caberá a Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), que aceitou sediar o evento em 2022, tendo como principal organizadora a professora Cláudia Vasconcelos, atualmente, pós-doutoranda no PósARQ sob a supervisão da professora Lisiane Ilha Librelotto, do Virtuhab da UFSC. A presente edição traz uma entrevista com a professora Cláudia Vasconcelos, que nos dá os prelúdios da organização do ENSUS 2022. Convidamos nossos leitores para conhecer um pouco mais de sua trajetória acadêmica/profissional, e das expectativas do evento do ano que vem.

Finalizando, esperamos que a leitura dos 14 artigos que integram essa edição seja proveitosa, mostrando uma vez mais a enorme diversidade de temas, a abrangência das regiões e focos das pesquisas com o tema da sustentabilidade em projeto. Mesmo com todas as dificuldades oriundas da pandemia, a seleção dos artigos que compõem essa edição não foi uma tarefa fácil, visto que foram enviados quase 200 artigos ao evento, número expressivo face ao contexto atual.

Desejamos a todos uma boa leitura e esperamos encontrar a todos, de forma presencial, em Junho de 2022, no Pará, para juntos dançarmos o Carimbó, expressão cultural típica da região Norte brasileira!!!

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, PAULO CESAR MACHADO FERROLI & RACHEL FAVERZANI MAGNAGO

EDITORES DA MIX SUSTENTÁVEL E ORGANIZADORES DO ENSUS

INICIATIVAS DE COLETA SELETIVA E LOGÍSTICA REVERSA EM PORTO ALEGRE COMO BASE PARA ECONOMIA CIRCULAR

SELECTIVE WASTE COLLECTION AND REVERSE LOGISTICS INITIATIVES IN PORTO ALEGRE AS BASIS FOR A CIRCULAR ECONOMY

ANELISE TODESCHINI HOFFMANN, M.Sc. | UFRGS

JOCELISE JACQUES DE JACQUES, Dra. | UFRGS

RESUMO

A economia circular tem como base o retorno de materiais ao ciclo produtivo e isto só é possível quando há coleta seletiva e logística reversa. Desde antes do conceito de economia circular se tornar popular na pauta ambiental já se reconhecia que uma das estratégias mais efetivas para a diminuição dos resíduos é o controle do material descartado através de sua coleta, desmonte e processamento para que retorne como insumo no processo industrial. Com a aprovação da Lei Federal 12.305, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes são corresponsáveis pelos resíduos sólidos e rejeitos envolvidos em todo o processo, o que traz incentivos à logística reversa. Neste contexto, apresentamos a situação atual da coleta seletiva no país e em Porto Alegre (considerada vanguardista no Brasil), e as iniciativas de logística reversa. Este levantamento mostrou que, mesmo depois de mais de 30 anos de coleta seletiva, a cidade ainda necessita de campanhas de conscientização da população em gerar menos resíduo e destiná-lo corretamente. Mesmo extremamente necessário e fundamental para a abordagem da economia circular, é necessário ainda muito investimento em tecnologia, educação e gestão, para que os benefícios da aplicação da logística reversa, como redução de custos com matéria-prima e promoção da responsabilidade socioambiental possam ser colhidos no Brasil.

PALAVRAS-CHAVE: coleta seletiva; logística reversa; economia circular

ABSTRACT

One of the strategies for waste reduction is control of discarded materials through collection, disassembly and processing so that it can return as input for industrial processes. With approval of federal law 12,305 in Brazil, manufacturers, importers, distributors and retailers have become co-responsible for the treatment or disposal of post-consumer products, thus incentivizing reverse logistics. In this context, this paper presents the current status of reverse logistics in the country and particularly in the city of Porto Alegre (considered a precursor in Brazil), and reverse logistics initiatives. Even more than 30 years after first introducing its selective waste collection system, the city still needs public awareness and education campaigns for citizens to generate less waste and correctly separate, dispose or return it to producers. Considering the fundamental importance for a circular economy approach, considerable investments in technology, education and waste management are needed so that the benefits of reverse logistics – such as reduced costs and extraction of raw materials, social and environmental responsibility – can be fully enjoyed in the country.

KEYWORDS: selective collect; reverse logistic; solid waste; circular economy;



1. INTRODUÇÃO

O agravamento dos impactos ambientais causados pelos modelos de produção e hábitos de consumo da população global tem levado a discussões sobre a necessidade de repensar os sistemas econômicos atuais com o intuito de mitigar os efeitos das mudanças climáticas que ameaçam, não só o meio ambiente, como também a economia e a saúde da parcela mais vulnerável da sociedade (PEIXOTO, et al. 2019). Considerando também que a utilização de energias renováveis atingiria 55% das emissões dos gases do efeito estufa, e que os 45% restantes ainda são resultado direto de como usamos produtos e alimentos, segundo dados de Ellen MacArthur Foundation (2017), torna-se fundamental a reflexão sobre a importância do retorno dos materiais ao ciclo produtivo depois de descartados. Embora não seja um tema recente, pois há anos iniciativas práticas podem ser avaliadas, estas iniciativas estão ligadas especialmente às administrações municipais e como elas encaram a questão dos resíduos.

Com o aumento da descartabilidade dos produtos, impulsionado pela sociedade de consumo, surge uma das questões mais urgentes das cidades e grandes centros, que é a disposição do lixo urbano (PEIXOTO, et al. 2019). Conforme Lesina (2018) a geração de dejetos no Brasil cresce mais do que a população, de 2003 a 2014, a produção de lixo aumentou 29%, enquanto o avanço populacional foi de 6%. O autor destaca também que, de acordo com Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), R\$ 8 bilhões são perdidos por ano no país com resíduos sólidos que deveriam ser reciclados, já que mais de 90% do resíduo gerado no Brasil é disposto no solo, sem qualquer aproveitamento.

Uma vez que a quantidade e variedade de resíduos só tem aumentado e parece não existir nenhum esforço para a redução do consumo, a reciclagem é apresentada como uma das soluções mais utilizadas para diminuir o impacto dos resíduos sólidos (SILVA e NASCIMENTO, 2017). Para os autores, a coleta seletiva viabiliza a maior efetividade da reciclagem, pois incentiva a separação prévia do material diretamente na fonte geradora, evitando possível contaminação pela matéria orgânica, possibilitando maior aproveitamento dos materiais e diminuição dos custos de reciclagem. Neste sentido, dentro do campo de desenvolvimento de produto é fundamental que designers conheçam o tema, que inclui o conhecimento sobre materiais e suas possibilidades de reciclabilidade ou compostabilidade, e também as condições de coleta seletiva e redes de logística reversa.

Esta preocupação deve pautar as decisões de projeto e incentivar ações de fabricantes que assimilem a responsabilidade pelos produtos que colocam no mercado. Por

outro lado, a sociedade também deve ser incentivada a conduzir seus resíduos da melhor forma possível. O conhecimento sobre pontos de coleta e sobre as características do fim de ciclo de vida de cada material deve ser melhor divulgado nos produtos, e em campanhas de informação. A adesão à coleta seletiva ainda é uma opção individual, mas em uma sociedade bem informada forma-se uma rede em que a melhor decisão para a comunidade acaba por preponderar.

Para refletir sobre o que já está sendo feito, o presente artigo tem como objetivo apresentar a situação atual da coleta seletiva no país e, em especial na cidade de Porto Alegre, que é considerada vanguardista no Brasil. Porto Alegre desde 1990, opera com o sistema de coleta seletiva, que iniciou com um projeto piloto em um bairro e hoje atende 100% da cidade. No texto são apresentadas as iniciativas de logística reversa que aos poucos estão sendo aplicadas na cidade, tendo em vista a Lei Federal 12.305 (2010), apontando os problemas ainda existentes para sua implementação de forma mais abrangente. Para este levantamento foram utilizados dados e informações disponíveis no site oficial da Prefeitura de Porto Alegre, assim como, em matérias de reportagens publicadas em jornais locais.

2. LOGÍSTICA REVERSA E A LEI FEDERAL 12.305

Ao final de todos os processos logísticos de produção e distribuição de produtos industriais são descartadas quantidades enormes de materiais: resíduos industriais, materiais de embalagem, produtos devolvidos por clientes (com ou sem uso), peças decorrentes de manutenção, veículos, equipamentos, material de escritório entre outros (GUARNIERI, 2013).

No fluxo linear da logística tradicional, o produto novo é produzido, estocado, expedido, distribuído e consumido, tendo o descarte como final de sua vida útil. Enquanto o fluxo cíclico, em que a logística reversa é elemento fundamental, está relacionado ao retorno de produtos e embalagens pós-consumo ao processo produtivo como matéria-prima secundária (McDONOUGH e BRAUNGART, 2002; SOUZA, DE PAULA e SOUZA-PINTO, 2012). Desta forma o processo de Logística Reversa se inicia quando acaba a Logística Direta na produção de produto (suprimentos – produção – distribuição – consumo) formando um ciclo logístico fechado, pois com a entrega do produto ao cliente final são gerados materiais que necessitam ser reinseridos no ciclo produtivo novamente, como pode ser visualizado no esquema apresentado na Figura 1.

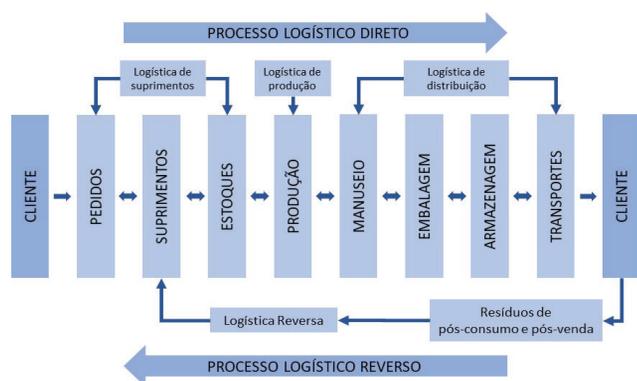


Figura 1: Logística direta versus logística reversa.
Fonte: autoras, adaptado de Guarnieri (2013).

A Logística Reversa (LR), portanto, relaciona-se às atividades de coletar, desmontar e processar produtos usados ou partes de produtos, de modo a assegurar uma recuperação, do ponto de vista ambiental.

A Lei Federal nº 12.305/2010 define LR como:

um instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada.

A criação desta Lei n. 12.305 (2010), que organiza a forma com que nosso país lida com os resíduos, responsabilizando a indústria que produz, quem vende e quem descarta. Foi um marco, por tratar de todos os resíduos sólidos e rejeitos incentivando o descarte correto (com a redução de resíduos e fim dos lixões), prevendo também práticas de educação sanitária e ambiental, incentivos fiscais e a logística reversa.

Desde 2010 esta lei institui a PNRS, onde os fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes de produtos como: (i) agrotóxicos, seus resíduos e embalagens; (ii) pilhas e baterias; (iii) pneus; (iv) óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; (v) lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e (vi) produtos eletrônicos e seus componentes, “são obrigados a estruturar e implementar sistemas de logística reversa, mediante retorno dos produtos após o uso pelo consumidor, de forma independente do serviço público de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.” A lei também orienta a hierarquia de ações a serem seguidas na gestão e no gerenciamento dos resíduos sólidos. Uma das prioridades, nesse sentido, é a reciclagem – entendida como o processo de transformação de resíduos que envolve a alteração de propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas e que dá origem a novos insumos ou novos produtos (ABRELPE, 2019).

Peixoto et al. (2019) ressalta que a lei estabelece a implantação da responsabilidade compartilhada, isto é, dividida entre os diversos participantes da cadeia de suprimentos ao longo do ciclo de vida do produto, desde a extração da matéria prima, os processos produtivos, o consumo, até o descarte final. Diante deste cenário, grandes e pequenas empresas estão preocupadas em se atualizar e acompanhar as possíveis tendências da área, agregando melhorias que podem aliar sustentabilidade ambiental e redução de custos.

Neste contexto, como foi comentado, uma das estratégias para a diminuição dos resíduos é o controle do material descartado através de sua coleta, desmonte e processamento para que retorne como suprimento ou insumo no processo industrial. Para Silva e Nascimento (2017), a coleta seletiva (CS) é uma forma de valorizar os resíduos sólidos recicláveis, uma vez que estes passam a ser selecionados na fonte geradora e não são contaminados com o restante dos resíduos sólidos urbanos domiciliares. Então, na situação pós-consumo/pós-venda, os materiais dos produtos são reinsertos no processo produtivo (quando há correto descarte, ou recolhimento por parte da indústria), possibilitando também o retorno econômico pelo reaproveitamento de material que seria descartado. Este retorno congrega os três principais pilares da sustentabilidade, porque envolve benefícios ambientais, econômicos e também sociais, na geração de renda e na seleção e encaminhamento dos resíduos.

Segundo Peixoto et al. (2019), neste cenário a logística das empresas aparece como uma ferramenta de mudança da realidade urbana. O retorno do produto à cadeia de produção, após seu descarte pelo consumidor, através da CS e da LR permite o reaproveitamento da matéria prima, impactando menos o meio ambiente, gerando economia às empresas e conquistando clientes pelo apelo sustentável. Couto e Lange (2017) apontam três motivações que fundamentam a realização da LR por parte das empresas: ambiental (vantagem competitiva por meio da criação de uma imagem verde dos produtos e serviços oferecidos, utilizado como marketing), financeira (pela redução de custo com a recuperação de matéria prima, decréscimo do uso de materiais) e legal (adaptando-se à legislação vigente).

Este processo de retorno da matéria prima à cadeia de produção, base da abordagem de fluxo cíclico – a economia circular – permite o reuso, a reciclagem e o aproveitamento de partes ou componentes de um produto na fabricação de um produto novo, em múltiplos ciclos. Colaborando no sentido de eliminação de resíduos e poluição, mantendo os produtos e materiais em uso,

baixando custos de produção e reduzindo seu impacto no ambiente. Segundo publicação de Ellen MacArthur Foundation (2017), a transição para uma economia circular requer que a indústria leve em consideração questões como a seleção de materiais, uso de componentes padronizados, projetos de produtos duráveis, design que facilite a separação dos materiais e componentes, e projetos de design que considerem possíveis aplicações de coprodutos e resíduos.

Todo este esforço em projeto de soluções a favor do fluxo cíclico e consequente promoção de vários ciclos de vida dos materiais, não é um conceito recente, a quebra de paradigma da lógica linear vem sendo comentada há décadas. O argumento que os produtos e seus componentes necessitam ser projetados para, ao final do ciclo de vida, terem condições de reutilização ou reciclagem, com suas propriedades não desgastadas, é defendido no âmbito acadêmico pelo menos desde a década de 1990 (AYRES e SIMONIS, 1994; VAN DER RYN e COWAN, 1996; McDONOUGH e BRAUNGART, 2002; GUIMARÃES, 2006). Período em que algumas iniciativas em coleta seletiva já haviam começado. Contudo, reconhecer que os produtos e seus componentes devem ser pensados como nutrientes tecnológicos no chamado metabolismo tecnológico, ou então voltarem à natureza como nutrientes biológicos e não como poluentes, através do metabolismo biológico como argumentam McDonough e Braugart (2002), traz a necessidade do retorno destes materiais e, portanto, exige a logística reversa.

2.1 Panorama da Logística Reversa no Brasil

Em 2011, quatro setores brasileiros iniciaram a implementação do processo de LR: agrotóxicos, pilhas e baterias, pneus e óleos lubrificantes (MARCHI, 2011). E, desde 2014, temos esta iniciativa também com relação às lâmpadas fluorescentes (ABRELPE, 2019).

Conforme relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais - ABRELPE (2019), o primeiro acordo setorial de LR assinado pelo Ministério do Meio Ambiente, no final de 2012, teve como parceiro o Sindicato Nacional das Empresas Distribuidoras de Combustíveis e de Lubrificantes (Sindicom). A entidade havia criado em 2005, no Rio Grande do Sul, o Instituto Jogue Limpo, que faz a logística reversa das embalagens plásticas de óleo lubrificante e de óleo lubrificante usado ou contaminado (conhecido no setor pela sigla Oluc). O programa está presente em 17 unidades da Federação, e do total, em 2018, 4.674 toneladas (98%) tiveram destino ambientalmente adequado, das quais 4.568 foram recicladas.

Este relatório informa também que o Brasil é referência mundial na destinação adequada de embalagens de defensivos agrícolas, com um sistema de LR bem estruturado, reciclando um total de 93%, e incinerando 7%, sendo que tem capacidade para dar destino adequado a 100% das embalagens colocadas no mercado pela indústria (ABRELPE, 2019).

A Reciclanip é a entidade gerenciadora da LR de pneus que não podem mais ser reaproveitados (pneumáticos inservíveis) e representa os fabricantes nacionais desses produtos, atua em todo o país, impulsionada pela Resolução Conama nº 416/2019, que estabeleceu a obrigatoriedade da presença de pontos de coleta nos municípios com população acima de 100 mil habitantes (ABRELPE, 2019). Em 2014, o índice de reciclagem de pneus no Brasil foi de 85%, contando com cerca de 30 empresas que processam pneus no país inteiro. Em 2013, foram cadastrados 1127 pontos de coleta, sendo que destes 647 estão localizados nos municípios com população acima de cem mil habitantes. A capacidade instalada de reciclagem – em todas as unidades – hoje é de um volume superior a 460 mil toneladas por ano (CEMPRE, 2020). Do início do programa, em 1999, até o final de 2017, cerca de 4,5 milhões de toneladas de pneus inservíveis foram coletadas e corretamente destinadas, contando com 1718 postos de coleta em 2017 (ABRELPE, 2019).

Em 2014, foi assinado pela União o acordo setorial para implementar o Sistema de Logística Reversa de Lâmpadas Fluorescentes de Vapor de Sódio e Mercúrio e de Luz Mista, ficando responsável pela operacionalização do sistema a Associação Brasileira para Gestão da Logística Reversa de Produtos de Iluminação (Reciclus), presente em 33 cidades de 25 estados do país. O Relatório Anual de Atividades e Resultados de 2017, informa que o sistema finalizou com 304 pontos de coleta instalados pelo Brasil, e 296.3646 lâmpadas foram destinadas de forma ambientalmente correta (ABRELPE, 2019).

Outra experiência bem-sucedida é das embalagens PET (introduzidas no Brasil em 1988 e com produção crescente), em 2011, 331mil toneladas (59%) foram recicladas (CEMPRE, 2020). Segundo Marchi (2011), o Brasil só perde em reciclagem de PET para o Japão (que reciclou 77,9% no mesmo período). Porém apesar destes números, 45,2% das PET seguiram para aterro, representando ainda uma quantidade nociva à natureza. Em 2010, a Coca-Cola lançou no Brasil a PET feita com etanol da cana de açúcar, substituindo parte do petróleo utilizado como insumo (podendo diminuir em 25% as emissões de CO₂) e, lançou também, a PET retornável utilizando como atrativo o preço (MARCHI, 2011).

Ao contrário das garrafas plásticas, o alumínio utilizado em latas de bebidas, não se degrada durante o processo de reciclagem, e pode ser utilizado para o mesmo fim com 100% de aproveitamento, possuindo um preço mais atrativo. Em 2015, 97,9% do total das latas de alumínio disponibilizadas no mercado brasileiro foram recicladas. Além de reduzir os resíduos sólidos que vão para aterros, sua reciclagem proporciona um significativo ganho energético, visto que para reciclar 1 tonelada de latas se gasta 5% da energia necessária para produzir a mesma quantidade de alumínio pelo processo primário (CEMPRE, 2020). Assim, entendemos que, apesar destes materiais apresentarem pontos negativos em relação às questões ambientais na sua extração e manufatura, por outro lado, possuem propriedades adequadas aos fins que se destinam nos produtos e apresentam soluções de reciclagem viáveis que já estão implantadas no país.

2.2 Coleta Seletiva no Brasil

O documento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística que apresenta os Indicadores de desenvolvimento sustentável, com dados do período de 2000 a 2008, revela que 19,5% dos municípios brasileiros possuem CS (IBGE, 2012). Conforme IBGE (2015), este indicador sobre CS de lixo, apresentado na edição de 2012, “foi retirado devido à impossibilidade de atualização”. As regiões Sul e Sudeste apresentaram, em 2008, os maiores percentuais de municípios com CS (41,3% e 25,9% do total, respectivamente), superiores ao índice nacional, com destaque para o Estado do Paraná (52,1%). Por outro lado, nas demais regiões, menos de 8% dos municípios realizavam CS (IBGE, 2012).

Este documento apresenta também um gráfico com a proporção do lixo coletado com destinação final adequada (disposição do lixo em aterros sanitários, seu envio a estações de triagem, reciclagem e compostagem, e sua incineração em equipamentos, segundo procedimentos próprios), onde as regiões Sudeste e Sul do país apresentam os maiores índices de, respectivamente, 81,8% e 82,9%, e os menores índices estão nas regiões Norte (36,1%), Nordeste (44,3%) e Centro-Oeste (29,5%). O RS em especial tem índice acima de 95%. A CS de lixo e a reciclagem estão associadas e contribuem para o aumento da fração do lixo coletado que é adequadamente disposto (IBGE, 2012).

O último Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, divulgado pela ABRELPE (2019), 73,1% dos municípios brasileiros tem iniciativas de CS, e destacam-se os municípios das regiões sul e sudeste com 90,9% e 89,7% respectivamente (Figura 2).

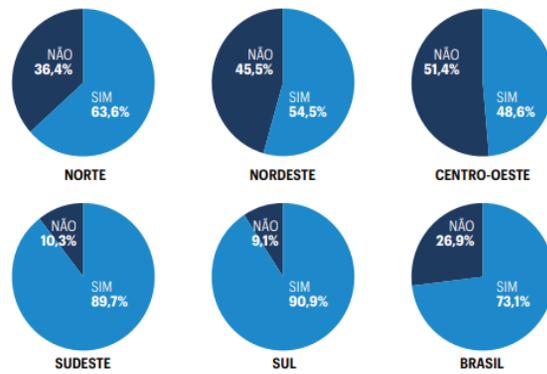


Figura 2: Distribuição dos municípios com iniciativa de coleta seletiva.
Fonte: ABRELPE (2019)

A região sudeste é onde se gera maior quantidade de resíduos per capita no país, e a região sul é a que menos gera resíduos per capita, como pode-se verificar nos dados divulgados no documento da ABRELPE (2019), apresentados na Figura 3.



Figura 3: Geração de resíduos sólidos urbanos per capita nas regiões (kg/habitante/dia).
Fonte: ABRELPE (2019)

Mesmo depois de dez anos de sua criação, a aplicação da Lei 12.305 ainda é uma realidade distante na grande maioria das cidades, conforme reportagem no Jornal do Comércio (LESINA, 2018), ainda existem 1600 lixões ativos no Brasil - dados de 2017. Segundo dados da ABRELPE (2019), 42 municípios da região sul ainda utilizam o lixão como disposição final para os resíduos sólidos urbanos.

Somado às questões de infraestrutura estão as definições conceituais. As definições de rejeito, lixo e resíduo, são diferentes, segundo Calderoni (2003): resíduo é o material que sobra de um processo produtivo; rejeito é o material que, após um processo de seleção, não é aproveitado; e lixo é o material sólido que não passa por nenhuma seleção e é descartado pelo proprietário. Este entendimento é importante para ações de coleta seletiva e reaproveitamento, afinal as pessoas precisam entender o caminho dos resíduos para colaborarem materializarem as ações da administração municipal.

O Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre (PMPA - DMLU, 2020) os categoriza em quatro grupos: (i) os resíduos orgânicos domiciliares (resíduos de origem

animal ou vegetal) e rejeitos (materiais que não podem ser reaproveitados, como papel higiênico, fraldas, cigarro, dentre outros); (ii) os recicláveis (plástico, vidro, papel seco e metal); (iii) os resíduos especiais (poda de árvore, calça, entulho); e (iv) os resíduos perigosos (lâmpadas fluorescentes, pilhas e baterias, medicamentos, cartuchos e toners, óleos).

Conforme estimativas realizadas com base na série histórica, o Brasil alcançará uma geração anual de 100 milhões de toneladas por volta de 2030. A melhora quantitativa e qualitativa na cobertura de coleta também é uma tendência consolidada em todas as regiões, mas há um contingente considerável de pessoas que ainda não são alcançadas por serviços regulares de coleta porta a porta. Enquanto o mundo avança em direção a um modelo mais moderno e sustentável de gestão de resíduos, o Brasil continua apresentando as deficiências verificadas há vários anos, ficando abaixo dos indicadores médios de nações da mesma faixa de renda e desenvolvimento (ABRELPE, 2019).

2.3 Coleta Seletiva em Porto Alegre

Com relação à limpeza urbana e à gestão dos resíduos sólidos, Porto Alegre passou por todas as etapas comuns à maioria dos municípios brasileiros. Houve cenários históricos de intensa degradação ambiental e humana decorrente das relações indivíduos/resíduos/ ambiente, convergindo, há cerca de duas décadas, a uma qualificação técnico-gerencial que elevou o Município ao patamar de modelo latino-americano em gestão de resíduos sólidos (PMPA - DMLU, 2013).

A Capital do Rio Grande do Sul, conta com o DMLU (Departamento Municipal de Limpeza Urbana) responsável pela coleta regular domiciliar (de orgânicos e rejeitos), realizadas em 100% das ruas da cidade, através de caminhões compactadores ou através de coleta mecanizada, nos 19 bairros onde estão distribuídos os 2400 unidades de contêineres (para o descarte de resíduos orgânicos), este material é levado para unidades de transbordo para seguir em caminhões de maior capacidade para o aterro sanitário em Minas do Leão (distante aproximadamente 80km de Porto Alegre), segundo dados do site da Prefeitura, são levados em média 43000 toneladas/mês (PMPA - DMLU, 2020).

O DMLU é responsável também pela coleta seletiva (recicláveis), realizada em 100% das ruas onde comporta a entrada de caminhões, de duas a três vezes por semana, dependendo do bairro (Figura 4 (a)). Este material coletado é enviado para as Unidades de Triagem, onde o resultado da comercialização dos resíduos selecionados é dividido entre os integrantes das associações e cooperativas que fazem a gestão de cada unidade (Figura 4 (b)). A cidade conta com 16 Unidades de Triagem cadastradas.



(a) (b)

Figura 4: (a) CS com caminhões do DMLU e (b) Unidade de Triagem
Fonte: site Prefeitura de Porto Alegre (<http://www.portoalegre.rs.gov.br>)

Em uma estimativa feita pelo DMLU em 2015, pesando o total de material que chega nas estações de triagem e o material total vendido pelas cooperativas, concluiu que de 25% a 30% do material total coletado era rejeitado e acabava sendo direcionado para o aterro sanitário. Silva e Nascimento (2017) citam um estudo, ainda não publicado pelo DMLU, onde existem dados que nos últimos anos, em média 30% do material depositado em aterro sanitário era de resíduos potencialmente recicláveis que acabam não aproveitados, devido à separação incorreta, ou por serem materiais de baixíssimo custo, portanto não apresentam retorno financeiro para as cooperativas e são descartados.

A cidade conta também com 8 ECOPONTOS, que são Unidades de Destino Certo gerenciados pelo DMLU, onde a população pode levar resíduos de construção civil, de podas, móveis, pneus, eletrodomésticos, sucata, etc. Porto Alegre conta também com a Unidade de Compostagem (onde é realizado o reaproveitamento de resíduos orgânicos), além de serviços de limpeza urbana como varrição manual e mecanizada, capina, limpeza de viadutos, etc (PMPA - DMLU, 2013).

Para dar destino aos resíduos perigosos (que são de responsabilidade do gerador), existem também pontos de entrega voluntária de óleos de fritura exauridos (PEOF's). Estes resíduos são reciclados, através convênio firmado entre o DMLU e estabelecimentos industriais licenciados, tendo fins diversos, como aproveitamento energético, fabricação de rações e fabricação de biodiesel (PMPA - DMLU, 2020).

A partir de um convênio firmado com a empresa Trade Recycle, a Prefeitura constituiu pontos para entrega voluntária de resíduos eletrônicos de geradores pessoas físicas, que serão reciclados pela conveniada. Existe também um projeto de entrega voluntária de pilhas e baterias (Projeto Papa-pilhas do Banco Santander), onde o material arrecadado segue para uma empresa localizada no estado de São Paulo especializada no tratamento de tais resíduos. Assim como pontos de entrega voluntária de fármacos com prazo de validade vencido, pelos geradores pessoas físicas.

Implantado pela Rede Panvel de Farmácias, nesta iniciativa os medicamentos arrecadados seguem para um aterro licenciado para resíduos industriais perigosos, sob custeio da própria rede de farmácias (PMPA - DMLU, 2013).

3.CONTRIBUIÇÕES PARA O PROJETO QUE INCENTIVE A LOGÍSTICA REVERSA

Este trabalho apresenta um estudo exploratório, que teve como finalidade buscar informações sobre os atuais serviços de coleta de resíduos sólidos urbanos no Brasil, da atual situação de aplicação da Lei Federal 12.305 e o que está sendo feito em logística reversa no Brasil e na cidade de Porto Alegre.

O estudo foi realizado por meio de pesquisa bibliográfica, buscando relatórios e panoramas publicados por órgãos do governo e associações representantes de entidades relacionadas ao tema, assim como artigos de periódicos, matérias de revistas e jornais, e sites corporativos.

Esta compilação de informações serve para a reflexão sobre os desafios da implantação da CL e da LR no país, já que estas são as bases para um projeto sistêmico de economia circular. Revisando estas iniciativas que vêm sendo implementadas por décadas é possível vislumbrar possibilidades de melhorias e mesmo de implementação rápida em cidades onde estas iniciativas ainda não existam.

3.1 Desafios para a implementação de sistemas de Logística Reversa no país

O trabalho publicado por Couto e Lange (2017), que apresenta uma análise dos sistemas de LR no Brasil, mostra que sua implementação ainda enfrenta desafios, em relação aos aspectos: (i) políticos e legais; (ii) operacionais; e (iii) sociais relacionados à mão de obra e à participação da população.

Os autores destacam alguns pontos críticos para que os acordos setoriais firmados entre o Governo Federal e os setores produtivos sejam factíveis de serem cumpridos. Dentre os aspectos políticos e legais, os autores citam: revisão da legislação em relação ao gerenciamento de resíduos perigosos, estabelecimento de metas para a utilização de matéria prima secundária, promoção do mercado de recicláveis por meio de incentivos fiscais ao uso de material reciclado, linhas de crédito para recicladoras, dentre outros. E ressaltam que questões sobre adequação de legislação e normalização, licenciamento ambiental, entre outros, exigem atuação direta do Governo Federal, tanto como elemento articulador entre os elos da cadeia produtiva, quanto como regulamentador e fiscalizador do cumprimento dos acordos (COUTO e LANGE, 2017).

Dentre os aspectos operacionais, os autores citam: fomentar a pesquisa para o desenvolvimento de novas técnicas de reciclagem, estabelecimento de taxas de reciclabilidade para embalagens, estabelecimento de critérios de qualidade para produtos elaborados com matéria prima secundária, necessidade de conhecimento do parque reciclador nacional, dentre outras. Dentre os aspectos sociais, destacam: capacitação da mão de obra e das organizações de catadores, criação de amplo programa de educação ambiental e conscientização da população, promoção da mudança de cultura do consumidor e do comerciante quanto à devolução dos resíduos (COUTO e LANGE, 2017).

Outras questões que envolvem legislação e especificamente os Acordos Setoriais são comentados por Guarnieri et. al. (2020), os autores argumentam que Lei Federal 12.305 traz a ideia de economia circular, apesar de não trazer explicitamente o conceito, devido ao fato de o conceito ter sido cunhado posteriormente. Um dos instrumentos para colocar em prática esta legislação são os Acordos Setoriais, que objetivam implementar a LG. Estes acordos são contratos entre autoridades governamentais, fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes que devem compartilhar responsabilidade sobre o ciclo de vida dos produtos (GUARNIERI et. al., 2020). Os acordos em si representam um desafio, que relacionam e representam as pressões entre os agentes públicos, os interesses dos produtores e da sociedade.

3.2 Problemas enfrentados no processo de coleta seletiva

No Brasil, os altos níveis de reciclagem nem sempre estão associados à educação e à conscientização ambiental. Muitas vezes o alto valor das matérias-primas e a presença de uma massa de trabalhadores sem qualificação e poucas opções de emprego são fatores que explicam o grande número de pessoas envolvidas na atividade. A maior parte da coleta é feita por catadores, autônomos ou associados em cooperativas, que retiram do lixo os materiais de mais alto valor em condições de trabalho precárias e com baixa remuneração. Por isso, materiais como papel, vidro, embalagens PET, latas de aço e embalagens longa vida, de mais baixo valor de mercado, apresentam índices de reciclagem bem menores que as latas de alumínio. Neste cenário, a coleta seletiva e a conscientização da população para separar os resíduos antes de descartá-los pode aumentar não apenas a eficiência da reciclagem como também trazer melhorias na qualidade de vida de catadores e de outros trabalhadores que lidam com resíduos (IBGE, 2012).

O artigo de Silva e Nascimento (2017), conta a história da coleta seletiva na cidade de Porto Alegre, baseado também em entrevistas com antigos gestores da cidade. Os autores destacam alguns problemas ainda existentes apontados pelos entrevistados: que "...a gestão integrada de resíduos deveria voltar-se para a diminuição da produção de resíduos e caberia às empresas assumirem maior responsabilidade com a logística reversa dos produtos que comercializam..." e que "...o sistema de coleta seletiva poderia estar mais desenvolvido e atribuem a culpa à falta de investimentos em divulgação e conscientização da população. Outros defendem mudanças no modelo de coleta e maior investimento na mecanização do processo de separação dos resíduos..."

Natusch (2017) aponta os gargalos para que a cidade aproveite melhor seus resíduos. Segundo o autor, Porto Alegre faz a triagem de 100 toneladas de lixo reciclável por dia, mas "para que o sistema seja mais efetivo, e para gastar menos dinheiro com materiais sem chance de aproveitamento, é preciso melhorar a qualidade do resíduo reciclável recolhido - menos de 5% é efetivamente aproveitado." Este trecho aponta que falta mais consciência por parte da população na separação de seus resíduos. A matéria aborda também as questões dos atravessadores, pessoas que compram o material dos carrinheiros e catadores individuais, interceptando o material reciclável mais valioso na fonte, não deixando que chegue às unidades de triagem, cooperativas credenciadas junto à prefeitura. Este processo acaba por prejudicar a renda dos cooperados, fazendo com que as cooperativas reduzam o número de trabalhadores, causando uma tendência de "exclusão social profunda".

Goldenberg (2018) relata que a quantidade de trabalhadores nos galpões conveniados com a Prefeitura de Porto Alegre, que separam os resíduos recolhidos na coleta seletiva do DMLU, vem caindo por dois motivos: a falta de pagamentos da prefeitura para a manutenção dos locais, e a baixa quantidade de material recebido devido à "coleta seletiva clandestina". O autor apresenta os quantitativos desta queda segundo dados do DMLU: em 2015 o total de material recebido em todas as Unidades de Triagem era de 27 mil toneladas em 2014, 28 mil toneladas; em 2017 foram 21 mil toneladas em 2016 e 20 mil toneladas. Houve uma redução de 30% do material e o número de catadores foi reduzido à metade.

Castro (2020) relata que a população de Porto Alegre produz, em média, quase duas mil toneladas de resíduos diariamente. Deste total, mais de mil toneladas correspondem a lixos orgânicos e rejeitos. Dos resíduos recicláveis a cidade

só recicla cerca de 6%, de acordo com dados do DMLU. Isto ocorre devido à mistura de resíduos orgânicos no material que poderia ser reciclado e acaba por ser descartado para o aterro sanitário. O autor aborda também a questão dos materiais, consumidos em grande quantidade pela população e que, na teoria, são recicláveis, mas não possuem valor de venda ou compradores no Rio Grande do Sul e também acabam virando rejeito, como é o caso do isopor, pets coloridos, alguns copos descartáveis e embalagens de salgadinhos ou biscoitos. O isopor, por exemplo, só é reciclado em uma empresa no Espírito Santo, inviabilizando economicamente o transporte de cargas deste material, que custa muito pouco. Portanto, muitos materiais que são recicláveis, mas não têm "valor de reciclagem" vão para o aterro.

Atualmente, os materiais com maior valor comercial para venda em Porto Alegre são garrafas pet brancas ou verdes, latinhas, bombonas de clorofila e embalagens de xampu (CASTRO, 2020). Como já constatado por Goldenberg (2018), Castro (2020) também fala da existência da coleta irregular organizada, chamada de "coleta clandestina", que atua arrecadando os resíduos recicláveis de maior valor comercial antes que a Coleta Seletiva oficial da Prefeitura passe nas vias públicas para recolher os resíduos descartados pela população, muitas vezes vendidos por alguns condomínios ou grandes geradores, como empresas privadas, diretamente a estes clandestinos.

Outra questão apontada pelo DMLU é a o aparecimento de novos materiais de embalagens, pois não há tecnologia ou viabilidade econômica para reciclá-los. Isto concerne especialmente aos designers. Silva e Nascimento (2017) apontam que, diante desta situação, as empresas deveriam assumir a obrigação do descarte correto de seus produtos, o que faria que planejassem todo o ciclo de vida dos produtos e embalagens, não repassando o problema da destinação final para o poder público.

Segundo o relatório do BNDES (2010), o município de Porto Alegre, que a mais de 30 anos planejou e implantou o sistema de CS e as unidades de triagem com o objetivo da inclusão social dos catadores, apresenta um sistema que necessita melhorias e novas tecnologias que integrem o sistema de gestão. Depois de uma década deste diagnóstico atualmente a necessidade de informar a população chama atenção. No site da prefeitura de Porto Alegre (em notícia postada em 23/05/2019) sobre os avanços da LR em descarte de produtos, a diretora do DMLU Mariza Reis, destacou que "Há muita divulgação para o consumo, mas nada de divulgação para a LR. Falta investir mais em educação e esclarecer a população sobre os impactos do descarte incorreto" (PMPA – DMLU, 2020).

Estudos internacionais mostram que a coleta seletiva é incentivada pela informação acerca do valor agregado dos resíduos, por penalidades que tenham meta de promover a separação adequada e pela motivação pessoal (ZHENG et. al., 2020). Segundo os autores, a questão da motivação aumenta ou pelo menos o comportamento a favor da coleta seletiva é reforçado quando a comunidade compartilha opiniões e percepções positivas sobre o tema, inclusive pelas redes sociais. Assim, iniciativas que aproximem vizinhos e ressaltem a importância do encaminhamento às unidades de triagem podem gerar resultados no sentido de assegurar que o fluxo cíclico realmente aconteça.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dentre as principais vantagens da reciclagem, destaca-se o aumento da vida útil dos aterros sanitários, a redução do consumo de energia e recursos naturais, graças ao aproveitamento dos resíduos pela indústria de transformação, o que também leva à diminuição dos custos de produção. Além disso, o consumidor vem exigindo uma postura mais ética e responsável por parte das empresas com relação às questões ambientais. Desta forma, a aplicação da LR tende a trazer benefícios proporcionando redução de custos com matéria-prima e suprimentos e promovendo a responsabilidade socioambiental. Promovendo a responsabilidade socioambiental.

Em Porto Alegre desde 1989, tem-se a preocupação em extinguir os lixões, visto que não era mais uma alternativa viável para a cidade, neste meio tempo tornou-se referência no gerenciamento de resíduos, mesmo com todos os problemas ainda existentes. Porém, após mais de 30 anos de Coleta Seletiva na cidade esperava-se que a cultura de separação estivesse introjetada na consciência da população portoalegrense, porém, não é o que acontece. Isto demonstra a necessidade de contínuo trabalho através de campanhas intensas e frequentes de conscientização em gerar menos resíduo e como descartá-lo, que pode ser fortalecido no projeto de produtos.

Outra questão é a necessidade de fiscalização forte para inibir a prática das coletas clandestinas, o que prejudica o trabalho e sustento das cooperativas e colabora com as questões sociais. O futuro da CS parece estar associado à implementação das leis já aprovadas, que responsabilizam cada elo da cadeia da LR, onde a responsabilidade do resíduo, é de quem inicia o processo produtivo. O consumidor tem a responsabilidade de fazer a separação, e quem produz e comercializa deve implantar a LR. Assim, quem gerencia o resíduo é a iniciativa privada e o governo tem o dever de fiscalizar.

A gestão de resíduos de forma moderna e avançada passa também pela aplicação de estratégias bem-sucedidas em outros países. Por exemplo, a implementação de um sistema de remuneração direta pelos usuários, que garante a sustentabilidade econômica e propicia maior justiça social (pois é baseada no pagamento conforme a geração e utilização dos serviços).

Frente às demandas impostas pela PNRS no Brasil, é necessário investimentos permanentes, em tecnologia, educação e em gestão, e estas ações derivam de pesquisa e desenvolvimento de novas máquinas para a produção, considerando o conceito de ecodesign, que busca a redução da geração de resíduos e consumo de energia e água, em todo o processo para que a economia circular possa ser uma realidade.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE – Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. **Panorama dos resíduos Sólidos no Brasil 2018-2019.** (2019) Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 20 out.2020.
- AYRES R. U.; SIMONIS. U. E. **Industrial metabolism: restructuring for sustainable development.** Tokyo; New York: United Nations University Press. 1994. XIV, 376 p.
- BNDES - Banco Nacional de Desenvolvimento. **Produto 4: relatório final do perfil institucional, quadro legal e políticas públicas relacionados a resíduos sólidos urbanos no Brasil e no exterior.** Pesquisa Científica BNDES FEP N°02/2010 (2010). Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/13076> Acesso em: 27 out. 2020.
- BRASIL Lei Federal nº 12.305, de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 20 jun. 2020.
- CALDERONI, S. **Os bilhões perdidos no Lixo.** 4 ed. São Paulo: Editora Humanitas. 2003.
- CASTRO, A. Com separação incorreta, baixo preço de venda e 'coleta clandestina', Porto Alegre só recicla 6% do lixo. **Jornal Sul21**, publicada em 7/02/2020. Disponível em <https://www.sul21.com.br/caminhos-do-lixo/2020/1/com-separacao-incorreta-baixo-preco-de-venda-e-coleta-clandestina-porto-alegre-so-recicla-6-do-lixo/> Acesso em: 15 ago. 2020.
- CEMPRE – COMPROMISSO EMPRESARIAL PARA A RECICLAGEM. (2020) Artigos e Publicações: Fichas

técnicas. Disponível em: <<http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica>> Acesso em: 25 out. 2020.

COUTO, M. C. L.; LANGE, L. C. Análise dos sistemas de logística reversa no Brasil. **Engenharia Sanitária e Ambiental**. vol.22 no.5 Rio de Janeiro Sept. / Oct. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522017149403>. Acesso em: 22 out. 2020.

ELLEN MACARTHUR FOUNDATION **Economia circular**. 2017. Disponível em: <https://www.ellenmacarthur-foundation.org/pt/economia-circular/conceito> Acesso em: 07 jan. 2021.

GOLDENBERG, F. O lixo não chega: renda de recicladores cai pela metade nos últimos meses em porto alegre. **Jornal Zero Hora**, publicada em 29/05/2018. Disponível em: <https://medium.com/felipegoldenb>. Acesso em: 15 ago. 2020.

GUARNIERI, P. **Logística Reversa: em busca do equilíbrio econômico e ambiental**. Recife: Ed.Clube de Autores, 2013. 307 p.

GUARNIERI, P.; STREIT- CERQUEIRA, J.A.; BATISTA, L.C. Reverse logistics and the sectoral agreement of packaging industry in Braziltowards a transition to circular economy. In: **Resources, Conservation & Recycling** 153, 2020.

GUIMARÃES, L. B. D. M. **Ergonomia de Produto**. (Série Monográfica Ergonomia).Porto Alegre: FEEng/UFRGS, v.2. 2006.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (2012) Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, 2012. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv59908.pdf> Acesso em: 24/10/2020

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – (2015) Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, 2015. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv94254.pdf> Acesso em: 24/10/2020

LESINA, E. Logística Reversa: A saída é pelo caminho inverso. **Jornal do Comércio**, publicada em 26/11/2018. Disponível em: https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/cadernos/impresas_e_negocios/2018/11/657441-a-saida-e-pelo-caminho-inverso.html Acesso em: 20 jun. 2020.

McDONOUGH, W.; BRAUNGART, M. **Cradle to cradle: remaking the way we make things**. New York: North Point Press. 2002. 193 p.

MARCHI, C. M. D. F. Cenário mundial dos resíduos sólidos e o comportamento corporativo brasileiro frente à logística reversa. **Perspectivas em Gestão & Conhecimento**, João Pessoa, v. 1, n. 2, p. 118 – 135, jul/ dez. 2011. Disponível em: <https://dialnet.unirioja.es/>

<servlet/articulo?codigo=4262882> Acesso em: 20 jun. 2020.

NATUSCH, I. Porto Alegre está longe da eficiência em reciclagem. **Jornal do Comércio**, publicado em 22/08/2017. Disponível em: https://www.jornaldocomercio.com/_conteudo/2017/08/geral/580827-porto-alegre-esta-longe-da-eficiencia-em-reciclagem.html Acesso em: 15 ago. 2020.

PEIXOTO, B. L. C.; SOUZA, I. G. S.; FERREIRA, K. N. S.; FARIAS, N. M. O.; DANTAS, N. V.; CARVALHO, R. S. S. A logística reversa no Brasil: responsabilidade ambiental e a perspectiva econômica. **XI SIMPROD – Simpósio de Engenharia de Produção de Sergipe**, novembro, 2019. Anais. P. 164 a 177. Disponível em: <https://ri.ufs.br/bitstream/riufs/12570/2/LogisticaReversaBrasil.pdf> Acesso em: 20 jun. 2020.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE - DMLU. **Plano Municipal de Gestão Integrada de resíduos Sólidos**. Volume 1 – Diagnóstico e Prognóstico. Porto Alegre, 2013. Disponível em: http://proweb.procempa.com.br/pmpa/prefpoa/dmlu/usu_doc/pmgirs_porto_alegre_volume_1.pdf Acesso em 20 set. 2020.

PREFEITURA DE PORTO ALEGRE - DMLU. Site Departamento Municipal de Limpeza Urbana, 2020. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dmlu/> Acesso em: 20 jun. 2020.

SILVA, C. S.; NASCIMENTO, L. F. M. 25 Anos da Coleta Seletiva de Porto Alegre: História e Perspectivas. **Revista Gestão e Desenvolvimento** - FEEVALE, V. 14, no. 2, Novo Hamburgo, dezembro, 2017. Disponível em: <https://periodicos.feevale.br/seer/index.php/revistagestaoedesenvolvimento/article/view/1135>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SOUZA, M. T. S.; DE PAULA, M. B.; SOUZA-PINTO, H. O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo. **Revista de Administração de Empresas**, vol 52, no. 2, São Paulo, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-75902012000200010> Acesso em: 20 jun. 2020.

VAN DER RYN, S.; COWAN, S. **Ecological design**. Washington, D.C.: Island Press. 1996. XV, 201 p. p.

ZHENG, J.; MA, G.; WEI, J.; WEI, W.; HE, Y.; JIAO, Y.; HAN, X. Evolutionary process of household waste separation behavior based on social networks. In: **Resources, Conservation and Recycling**, vol. 161, oct.2020.

AUTORES

ORCID: 0000-0003-3334-8217

ANELISE TODESCHINI HOFFMANN, MsC. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Doutoranda no Programa de Pós Graduação em Design | Porto Alegre, RS - Brasil | Correspondência para: Rua Bernardo Pires 475/ 301, Bairro Santana, Porto Alegre - RS, 90620-010 | e-mail: anelise.hoffmann@ufrgs.br

ORCID: 0000-0003-2109-0677

JOCELISE JACQUES DE JACQUES, Dra. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Docente do Programa de Pós Graduação em Design | Porto Alegre, RS - Brasil | Correspondência para: Av. Nilo Peçanha, 550/1501, Bairro Petrópolis, Porto Alegre - RS, 90470-000 | e-mail: jocelise.jacques@ufrgs.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

HOFFMANN, Anelise Todeschini; JACQUES, Jocelise Jacques de. Iniciativas De Coleta Seletiva E Logística Reversa Em Porto Alegre Como Base Para Economia Circular. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 19-30, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.19-30>.

DATA DE ENVIO: 05/06/2021

DATA DE ACEITE: 10/06/2021

COMPARAÇÃO DE BIOMASSA VEGETAL E ANIMAL EM BIOARGAMASSA

VEGETABLE AND ANIMAL BIOMASS COMPARSION IN BIOMORTAR

JUPIRA ALMEIDA, M.Sc. | UPF
ANTONIO THOME, PhD. | UPF
FABIANA TONIAL, Dra. | UPF
ROBERTO DE CARLI DE MARTINI | UFTPR

RESUMO

O uso de microrganismos em meio líquido para o processo de biocimentação, favorece a continuidade do crescimento bacteriano. Entretanto se este demora para ser usado, para de crescer rapidamente, levando a morte celular. Este estudo comparou duas formas de produção de uma biomassa, capaz de armazenar os microrganismos em estado de latência mantendo a viabilidade para posterior utilização. Aqui foi descrito o preparo de biomassas, feitas com materiais orgânicos e bactéria *Sporosarcina pasteurii* (CCT 0538 ATCC 1185). Foram testadas biomassas de origem animal (esterco de aves) e vegetal (ervilhaca - *Vicia villosa Roth*). Ambas biomassas mantiveram a viabilidade dos microrganismos, sendo que a vegetal foi mais eficiente apresentando maior crescimento bacteriano após a revitalização. Para teste foram moldados corpos de prova referência (sem biomassa) e também com cada uma delas, e depois de 28 dias ensaiados a tração e compressão. A resistência a tração apresentou um aumento de 41,2 % (biomassa animal) e de 44,7 % (biomassa vegetal). Na resistência a compressão o aumento foi de 37,8 % (biomassa animal) e de 38,8 % (biomassa vegetal), comparados a argamassa de referencia (sem adição de microrganismo).

PALAVRAS-CHAVE: Biocimentação; Biomineralização; Bioargamassa; Material orgânico; *Sporosarcina pasteurii*.

ABSTRACT

The use of microorganisms in liquid medium for the biocementation process, favors the continuity of bacterial growth. However, if it takes too long to use, it stops growing rapidly, leading to cell death. This study compared two forms of biomass production, capable of storing microorganisms in a latent state, maintaining viability for later use. Here we described the preparation of biomasses, made with organic materials and bacteria *Sporosarcina pasteurii* (CCT 0538 ATCC 1185). Animal (poultry manure) and vegetable (vetch - *Vicia villosa Roth*) biomasses were tested. Both biomasses maintained the viability of the microorganisms, and the vegetable was more efficient, presenting greater bacterial growth after revitalization. For testing, reference specimens were molded (without biomass) and also with each one of them, and after 28 days tested for traction and compression. The tensile strength showed an increase of 41.2% (animal biomass) and 44.7% (plant biomass). In the compressive strength, the increase was 37.8% (animal biomass) and 38.8% (vegetable biomass), compared to the reference mortar (without the addition of a microorganism).

KEYWORDS: Biocementation; Biomineralization; Bio-mortar; Organic matter; *Sporosarcina pasteurii*.



1. INTRODUÇÃO

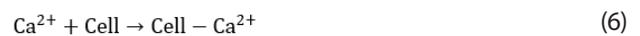
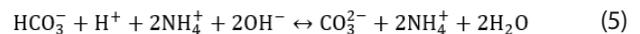
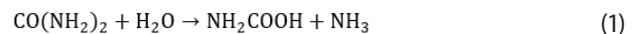
Os materiais aglomerantes utilizados em misturas de argamassa e concreto são geralmente industrializados e concebidos com materiais e recursos de matéria-prima não renováveis, os chamados recursos fósseis. Ambientalmente, são grandes os ônus que a fabricação do cimento proporciona para a natureza, como mostram os dados do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (2014), o cimento é o principal responsável por emissões de gás carbônico (CO₂) na atmosfera, dentre todos os produtos do setor construtivo nacional.

Existem vários estudos que buscaram o aprofundamento no conhecimento e na técnica da biocimentação para produzir materiais através da utilização de bactérias presentes na natureza. Alguns microrganismos apresentam a capacidade metabólica de se biomineralizar conforme o fornecimento de elementos químicos para esse processo, o qual culmina na formação do carbonato de cálcio, composto que originará a calcita. Voltados para a construção civil, Afifudin et al. (2011), Dhami et al. (2013) e Ivanov (2016) encontraram resultados otimistas, realizando trabalhos com a adição de bactérias capazes de precipitar carbonato de cálcio (CaCO₃) nas misturas ou depositando-as em fissuras e patologias de estruturas existentes.

O processo que se denomina biocimentação é oriundo da biomineralização. A biomineralização segundo De Muynck et al. (2010), é o processo de produção de minerais por microrganismos, que pode depender ou não de fatores do ambiente, e pode acontecer de maneira induzida em mistura ou em disposição sobre estruturas existentes, se dividindo então em biodeposição e biocimentação. Segundo De Muynck et al. (2010), a biodeposição consiste na aplicação de produtos biomineralizantes que são lançados a estruturas já existentes. Já a biocimentação, caracteriza-se pelo processo de formação de cristais de calcita em microrganismos, incorporados às misturas de concreto e argamassa ainda no estado fresco, utilizando-se das reações bioquímicas realizadas pelo metabolismo destes microrganismos.

Achal e Mukherjee (2015) esclarecem que a precipitação microbiana de carbonato induzida envolve reações bioquímicas complexas regidas por duas enzimas importantes: a urease e anidrase carbônica, produzidas por microrganismos utilizando ureia como substrato e fonte de cálcio para mineralização. Durante a atividade da urease, 1 mol de ureia consumida contribui para 1 mol de amônia e 1 mole de carbamato, conforme apresentado na Equação 1 (BURNE: CHEN, 2000 apud ACHAL: MUKHERJEE, 2015), que espontaneamente hidrolisa para formar um

adicional de 1 mol de amônia e ácido carbônico, como mostra a Equação 2 (BURNE: CHEN, 2000 apud ACHAL: MUKHERJEE, 2015), também conhecida como atividade ureolíticas. Esses produtos formam subsequentemente bicarbonato e 2 moles de íons de amônio e hidróxido, apresentados nas Equações 3 e 4 (BURNE: CHEN, 2000 apud ACHAL: MUKHERJEE, 2015), após equilibrar em água que dá origem a um aumento no pH e, finalmente, deslocar o equilíbrio de bicarbonato, resultando na formação de íons carbonato, definido na Equação 5 (BURNE: CHEN, 2000 apud ACHAL: MUKHERJEE, 2015). Devido ao aumento do pH na célula, uma alta concentração de íons cálcio extracelular e uma baixa concentração extracelular de prótons são necessárias para a secreção de íons carbonato. Condição de pH elevado favorece a formação de CO₃²⁻ a partir de HCO₃⁻ (KNOL, 2003 apud ACHAL: MUKHERJEE, 2015). Finalmente, a concentração de carbonato aumenta induzindo um aumento no nível de supersaturação levando à precipitação de CaCO₃ ao redor da célula na presença de íons de cálcio solúvel, mostrados nas Equações 6 e 7 (KNOL, 2003 apud ACHAL: MUKHERJEE, 2015).



Uma das principais dificuldades apontadas nos estudos de biocimentação é a forma de uso dos microrganismos, pois quando em meio líquido, eles devem ser utilizados logo que a concentração desejada seja alcançada, já que o armazenamento por períodos longos inviabiliza seu uso.

Buscando a manutenção da viabilidade de bactérias utilizadas para a realização do processo de biocimentação, faz-se necessário o uso de meios de cultura que mitiguem as condições naturais, como materiais orgânicos. Dessa forma, tanto matéria orgânica vegetal como animal podem suprir as necessidades dos microrganismos. Como exemplos desses substratos temos a ervilhaca e o esterco de aves, que apresentam constituintes importantes para essa finalidade. A ervilhaca tem sido associada como fonte de nitrogênio, fósforo, potássio e magnésio (Acosta et al., 2011 e Ferreira et al., 2014) e o esterco de peru como nitrogênio, fósforo, potássio e enxofre (Santinato et al., 2012). Amaral et al. (2012) constataram melhora na qualidade de mudas de morangueiro utilizando o esterco de peru como substrato.

A presente pesquisa explorou a viabilidade de armazenamento do microrganismo *Sporosarcina pasteurii* (CCT 0538 ATCC 11859), bactéria produtora de urease, juntamente a um material orgânico, em forma de biomassa, como forma de garantir a viabilidade de uso posterior, para confecção de argamassa.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em 4 etapas, como descrito na sequência.

2.1 Etapa 1 – Produção da solução bacteriana

A bactéria com potencial de precipitação de carbonato de cálcio para efetivar a biocimentação utilizadas no estudo foi uma cepa de *Sporosarcina pasteurii* (CCT 0538 ATCC 11859). A partir de colônias mantidas em ágar TSA (*Tryptic Soy Agar*) com ureia, o microrganismo foi repicado em 10 erlenmeyer (100 mL cada frasco) contido em 1000 mL de caldo nutrieute, o qual foi mantido em mesa agitadora orbital a 497 rpm sob temperatura ambiente, até atingir a absorbância desejada de 0,063 (OD600nm), equivalente a concentração de 1,5x10⁸ UFC/mL. Segundo Achal et al. (2011), Bang et al. (2000), Ramachandran et al. (2001), Ramakrishnan (2007) e Day et al. (2003) esse gênero bacteriano possuem a capacidade de produção da enzima urease, que foi confirmada em laboratório, por ensaio realizado em pesquisa anterior, onde observa-se a alteração da cor parda do meio de cultura TSA (*Tryptic Soy Agar*) com ureia, para rosa, após o crescimento do microrganismo (Tabela 1).

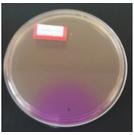
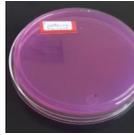
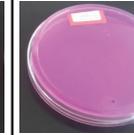
	Tempo (horas)								
	24			48			72		
Medidas (cm)	1,2	2,0	2,1	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
Imagem									

Tabela 1: Quantificação da urease em ágar ureia de Christensen (do microrganismo *Sporosarcina pasteurii*- CCT 0538 ATSS 11859).
Fonte: Autores (2020)

Foi possível também verificar a produção de calcita, conforme mostrado na Figura 01, conseguindo uma média de 0,018 g/mL, seguindo o protocolo de Bhaduri et al. (2016).

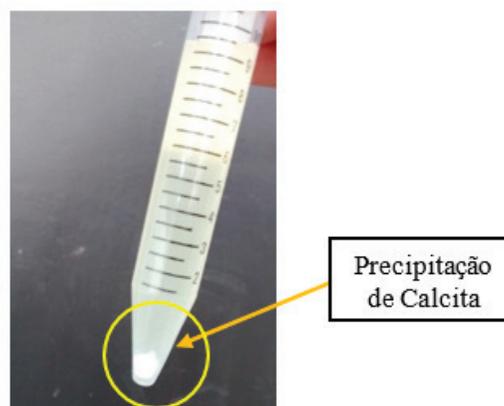


Figura 1: Ensaio de Precipitação de carbonato de cálcio.
Fonte: Autores (2020)

O fluxograma da Figura 2 demonstra as etapas realizadas para a produção da suspensão bacteriana utilizada para confeccionar as biomassas.

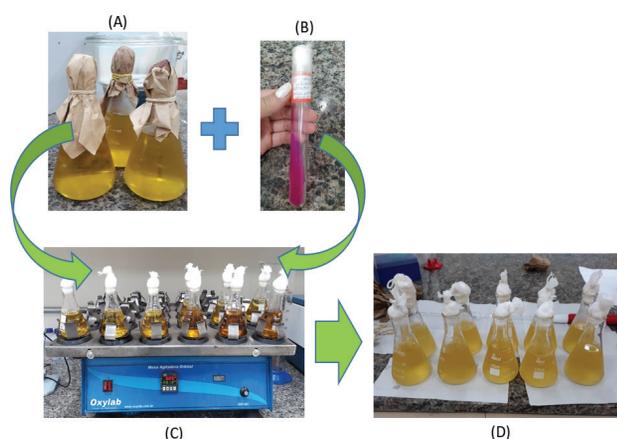


Figura 2: Produção da suspensão bacteriana. (A) Caldo nutrieute; (B) Inóculo bacteriano (*Sporosarcina pasteurii*-CCT 0538 ATSS 11859); (C) Caldo contaminado com microrganismo, em processo de ativação em mesa agitadora orbital a 497 rpm; (D) Suspensão bacteriana com absorbância OD 600 nm de 0,063 (equivalente a 1,5 x 10⁸ UFC/mL).
Fonte: Autores (2020)

2.2 Etapa 2 – Produção da biomassa

O procedimento utilizado para compor as biomassas foi a coleta de ervilhaca (*Vicia villosa Roth*), como material orgânico vegetal, procedendo sua secagem em temperatura de 36 C° dentro de uma estufa e após foi triturado em triturador mecânico. O material orgânico animal - esterco de Peru - foi adquirido pronto, em loja agropecuária. Para compor a biomassa foi misturado, para cada tipo de material orgânico, 250 mL da solução bacteriana confeccionada na etapa 1, com 12,5 g do material orgânico seco e a mistura foi posta para secar em temperatura variando entre 26 a 28 C° na estufa, revirando-os todos os dias. Após seco, a peso constante, procedeu-se o ensaque e o armazenamento em ambiente natural, protegido do sol e da chuva.

O fluxograma da Figura 3 apresenta as etapas realizadas para a produção das biomassas com os materiais orgânicos vegetal e animal.

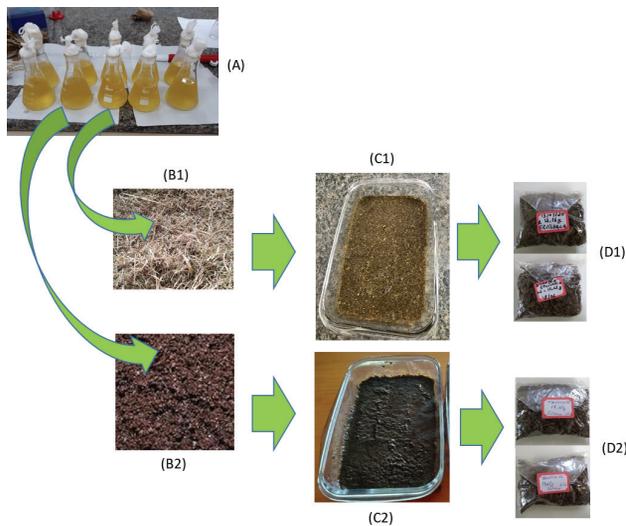


Figura 3: Produção das biomassas. (A) Suspensão bacteriana com absorvância OD 600 nm (equivalente a $1,5 \times 10^8$ UFC/mL); (B1) Material orgânico vegetal: Ervilhaca (*Vicia villosa Roth*); (C1) Mistura da biomassa com material orgânico vegetal: Ervilhaca (*Vicia villosa Roth*); (D1) Biomassa com material orgânico vegetal: Ervilhaca (*Vicia villosa Roth*) – seca e embalada; (B2) Material orgânico animal: Esterco de Peru; (C2) Mistura da biomassa com material orgânico animal: Esterco de Peru; (D2) Biomassa com material orgânico animal: Esterco de Peru – seco e embalado.
Fonte: Autores (2020).

2.3 Etapa 3 – Revitalização da biomassa e contagem bacteriana

Para testar a eficiência na conservação do microrganismo nos materiais orgânicos, foram contadas as colônias bacteriana nas placas de Petri contendo ágar TSA (*Tryptic Soy Agar*). Para isso, a biomassa foi revitalizada diluindo-se 15 g em 350 mL de água contendo 8 g de ureia fertilizante (45% N), quantidade suficiente para confeccionar um molde prismático de argamassa. Esta suspensão foi aquecida em banho-maria (28-30° C) por 3 horas, mexendo-se a cada 30 minutos. A cada hora 0,1 mL do conteúdo líquido foi inoculado nas placas e incubadas em estufa a 25° C por 48 horas, sendo realizada a contagem das colônias após 24 horas e novamente em 48 horas. A contagem bacteriana foi realizada em triplicata. Ao final das 3 horas o líquido restante foi adicionado aos demais materiais da argamassa, compondo a bioargamassa. Por fim, foram moldados corpos de prova, para serem rompidos aos 28 dias para testar resistências mecânicas à tração na flexão e à compressão axial.

O fluxograma da Figura 4 apresenta as etapas realizadas para a revitalização das biomassas com material orgânico vegetal e animal.

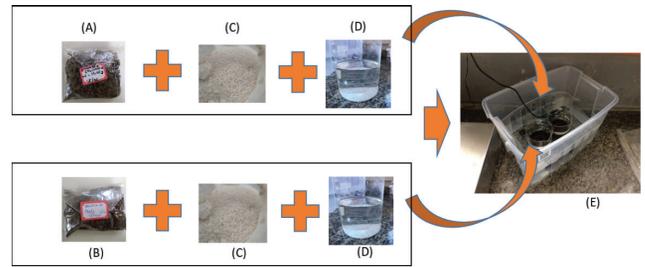


Figura 4: Revitalização das biomassas. (A) Biomassa com material orgânico vegetal: Ervilhaca (*Vicia villosa Roth*); (B) Biomassa com material orgânico animal: Esterco de Peru; (C) ureia fertilizante (45% N); (D) água; (E) Biomassa revitalizando em banho-maria.
Fonte: Autores (2020)

O processo de revitalização da biomassa consiste na adição de 15 g de biomassa (com material orgânico vegetal e/ou animal), acrescido de 8 g de ureia fertilizante (45% N) diluída em 350 g de água, esta mistura é mantida em banho-maria por 3 horas, em temperatura variando entre 28 - 30° C, mexendo a mistura a cada 15 minutos. Após este período a mistura é coada e acrescida aos demais materiais, para compor a bioargamassa.

O fluxograma da Figura 05, mostra o preparo das placas de Petri, para contagem bacteriana.

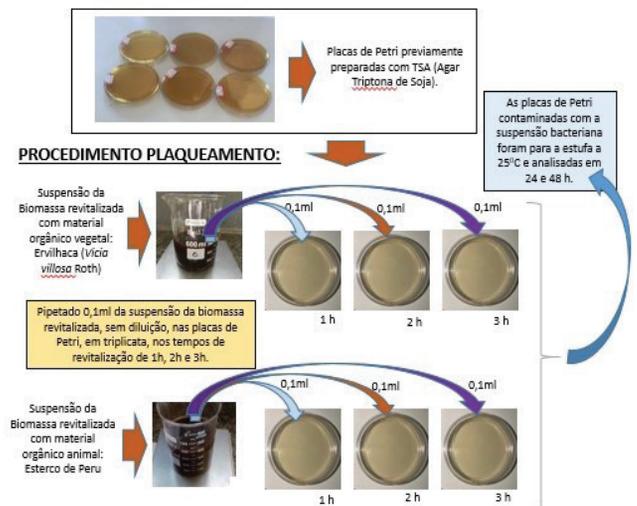


Figura 5: Preparo das placas de Petri para contagem bacteriana.
Fonte: Autores (2020)

2.4 Etapa 4 – Produção da argamassa e da bioargamassa

Para testar a eficácia da biomassa, foi realizado a confecção de moldes prismáticos para argamassa com biomassa vegetal (BIOV), argamassa com biomassa animal (BIOA) e argamassa de referência (REF), na qual os materiais são os mesmos, porém não possui a adição de microrganismos, de acordo com a norma técnica ABNT NBR 13279:2005. Os materiais para compor o traço da argamassa (1:2:1,5:6) foram metacaulim, cal hidráulica, calcário calcítico e areia,

respectivamente, sendo que o calcário calcítico e a cal hidráulica forneceram cálcio ao meio metabólico, para os moldes com microrganismo. Os materiais orgânicos, animal e vegetal, utilizados para compor as biomassas foram o esterco de aves de peru e a ervilhaca, respectivamente.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Contagem bacteriana

Nas amostras com material orgânico animal, foi possível fazer uma estimativa de colônias nos períodos estimados (Figura 6 e Tabela 2). Nas amostras oriundas de material orgânico vegetal não foi possível realizar a contagem devido ao intenso crescimento das colônias nos períodos estimados (Figura 7). Com isso, observou-se que ambos os materiais são satisfatórios para a manutenção da viabilidade dos microrganismos testados.

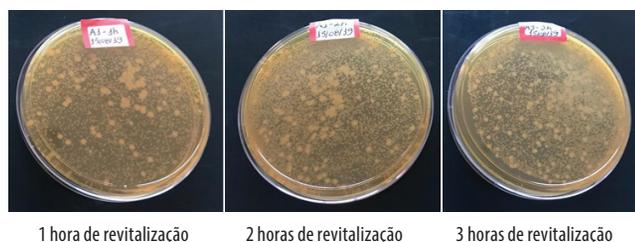


Figura 6: Placas de Petri contendo microrganismos armazenados em material orgânico animal (Esterco de Peru).
Fonte: Autores (2020)

A tabela 2 apresenta a contagem de colônias que cresceram nas placas da figura 6, em material orgânico animal.

Amostra	Leitura	Tempo de Revitalização	Qtd. média	1ml (UFC/ml)	350ml (UFC/ml)	UFC/g
A1	24 horas	1 hora	2012	20120	7042000	4,7E+05
A2	24 horas	2 horas	2239,33	22393,33	7838667	5,2E+05
A3	24 horas	3 horas	2354,00	23540	8239000	5,5E+05
Amostra	Leitura	Tempo de Revitalização	Qtd. média	1ml (UFC/ml)	350ml (UFC/ml)	UFC/g
A1	48 horas	1 hora	2498	24980	8743000	5,8E+05
A2	48 horas	2 horas	2317,33	23173,33	8,111E+06	5,4E+05
A3	48 horas	3 horas	2579	25790	9026500	6,0E+05

Tabela 2 – Contagem bacteriana dos microrganismos armazenados em material orgânico animal (Esterco de Peru).
Fonte: Autores (2020)

Observa-se que nos períodos de incubação de 24 e 48 horas a biomassa manteve em torno 105 UFC viáveis, evidenciando que o material orgânico foi eficaz na conservação dos 108 UFC viáveis adicionados a ele.



Figura 7: Placas de Petri contendo microrganismos armazenados em material orgânico vegetal (Ervilhaca – *Vicia villosa Ruth*).
Fonte: Autores (2020)

Ao tentar realizar a contagem de microrganismos nas placas contendo biomassa vegetal (Figura 7), verificou-se um grande crescimento de colônias, o que impossibilitou a contagem das mesmas, como feito na biomassa animal (figura 6), indicando um melhor desempenho de armazenamento de bactérias.

3.2 Produção da argamassa e da bioargamassa

Os corpos de prova foram moldados como argamassa de referência (REF), de bioargamassa contendo a suspensão bacteriana revitalizada sob material orgânico animal (BIOA) e de bioargamassa contendo a suspensão bacteriana de material orgânico vegetal (BIOV). Após 28 dias da moldagem das amostras, as mesmas foram ensaiadas quanto à resistência mecânica à tração e à compressão, no traço 1:2:1,5:6 (metacaulim: cal hidráulica: calcário calcítico: areia). Os resultados são representados no gráfico da Figura 8.

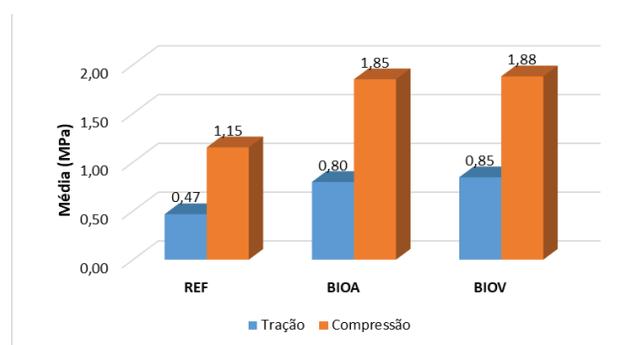


Figura 8: Resistência mecânica dos corpos de prova.
Fonte: Autores (2020)

A partir dos resultados da Figura 8, percebe-se que as resistências à tração e a compressão, em ambos os traços que continham suspensão bacteriana com materiais

orgânicos, apresentaram desempenho superior que o traço de referência (sem adição de microrganismo). Os dois materiais orgânicos, tanto animal como vegetal, apresentaram boas condições de armazenamento da *Sporosarcina pasteurii*, com destaque para o material orgânico vegetal, a ervilhaca (*Vicia villosa Roth*), que teve um crescimento maior quando da revitalização, e conseqüentemente, um melhor desempenho nas resistências mecânicas dos corpos de prova analisados, sendo 5,9 % na tração e 1,6 % na compressão, mais resistentes que o material orgânico animal, o esterco de Peru. Comparando os resultados entre as amostras de bioargamassa e a amostra de argamassa de referência, as bioargamassa obtiveram um desempenho maior na resistência a tração de 41,2 % (biomassa animal) e de 44,7 % (biomassa vegetal) e, na resistência a compressão o aumento foi de 37,8 % (biomassa animal) e de 38,8 % (biomassa vegetal), comprovando a eficácia do mecanismo microbiano na precipitação de carbonato de cálcio com posterior biocimentação.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do trabalho foi verificar a viabilidade de armazenamento do microrganismo *Sporosarcina pasteurii* (CCT 0538 ATCC 11859), bactéria produtora de urease, em materiais orgânicos, vegetal e animal, e se os mesmos eram capazes de suprir as necessidades de sobrevivência das bactérias. Isto foi demonstrado pela superioridade dos valores de resistência mecânica à tração e a compressão dos materiais em relação ao traço de argamassa sem a adição de microrganismo, definido como referência (REF).

A ervilhaca (*Vicia villosa Roth*) mostrou-se um substrato de secagem mais rápida do que o material orgânico animal, fator este que favorece a etapa de produção. Se realizar análise estatística entre os valores obtidos na contagem das colônias das duas biomassas (vegetal e animal) as diferenças seriam imperceptíveis, desta forma os dois materiais orgânicos são capazes de armazenarem os microrganismos e garantir sua sobrevivência quando revitalizados.

Este estudo é complementar ao projeto de pesquisa de produção de argamassas de assentamento e revestimentos utilizando a técnica da biocimentação, em andamento, no qual carece ainda de análises mais aprofundada das propriedades da argamassa nos estados fresco e endurecido, objeto de próximos artigos, assim como, investigações da microestrutura utilizando microscópio eletrônico de varredura (MEV), Difração de Raio X (DRX) e Fluorescência de Raio X (FRX) das amostras secas, para comprovação do aumento do teor de calcita, pela adição de microrganismos.

REFERÊNCIAS

- ACHAL, Varenayam; MUKERJEE, Abhijeet. **A review of microbial Precipitation for sustainable construction**. Construction and Building Materials. Vol. 93, may 2015, pg. 1224-1235. doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.04.051. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061815005000>>. Acesso em: 24 jun. 2016.
- AFIFUDIN, H. et al. (2011). **Microbial participation in the formation of calcium silicate hydrated (CSH) from bacillus subtilis**. Paper presented at the Procedia Engineering, , 20 159-165. doi:10.1016/j.proeng.2011.11.151
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão**. 1 ed. Rio de Janeiro: Moderna, 2005.
- BHADURI, Swayamdipta; DEBNATH, Nandini; MITRA, Sushanta; LIU, Yang; KUMAR, Alope. **Precipitação de calcite induzida microbiologicamente mediada por Sporosarcina pasteurii**. Journal of Visualized Experiments. 2016; (110): 53253. Doi: 10.3791/53253. Disponível em <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27167458>>. Acesso em: s03 set. 2019.
- BANG, Sookie S.; GALINAT, Johnna K.; RAMAKRISHNAN, V.. **Calcite precipitation induced by polyurethane-immobilized Bacillus pasteurii**. Enzyme And Microbial Technology, Rapid City, v. 28, n. 2, p.402-409, 17 out. 2000. Disponível em: <www.elsevier.com/locate/enzmictec>. Acesso em: 17 out. 2000.
- COSTA, João José Soares. **Biotecnologia e Biomimetismo: Contributos Inovadores para a Ecoeficiência da Indústria da Construção**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil. Universidade do Minho. Braga, Portugal, 2014. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/36246>>, acesso em: 22 fev. 2016.
- DE MUYNCK, Willem; DE BELIE, Nele; VERSTRAETE, Willy. **Microbial carbonate precipitation in construction materials: A review**. Ecological Engineering 36, pg. 118-136. Belgium, 2010.
- DHAMI, N. K. et al. (2013). **Viability of calcifying bacterial formulations in fly ash for applications in building materials**. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 40(12), 1403-1413. doi:10.1007/s10295-013-1338-7

FERREIRA, Paulo Ademar Avelar et al. **Biomass de- composition and nutrient release from black oat and hairy vetch residues deposited in a vineyard.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Bento Gonçalves, v. 1, n. 38, p. 1621-1632, fev. 2014.

IVANOV, V. K. et al. (2016). **Using extraction and sorption processes to obtain nanosized pow- ders of calcium silicates and functional mate- rials on their basis.** Theoretical Foundations of Chemical Engineering, 50(4), 490-497. doi:10.1134/ S0040579516040023. Disponível em: <[https:// www-scopus.ez116.periodicos.capes.gov.br/record/ display.uri?eid=2s2.084986220550&origin=result- slist&sort=plff&src=s&sid=fd200608cd79dfc37a- abd282690d7d2c&sot=autdocs&sdt=autdocs&s- l=18&s=AUID%2856532555100%29&relpos=64&ci- teCnt=0&searchTerm=>](https://www-scopus.ez116.periodicos.capes.gov.br/record/ display.uri?eid=2s2.084986220550&origin=result- slist&sort=plff&src=s&sid=fd200608cd79dfc37a- abd282690d7d2c&sot=autdocs&sdt=autdocs&s- l=18&s=AUID%2856532555100%29&relpos=64&ci- teCnt=0&searchTerm=>)>

MCIP (org.). **Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações.** 2014. Disponível em: <<https://antigo.mctic.gov.br/mctic/opencms/institu- cional/paginalInstitucional.html>>.

Acesso em: 02 fev. 2014.>

RAMAKRISHNAN, V.. **Performance characteristics of bacterial concrete - A smart biomaterial.** Anais da 1ª Conferência Internacional sobre Recentes Avanços na Tecnologia do Concreto, RAC 2007, Páginas 67-78. 1ª Conferência Internacional sobre Avanços Recentes na Tecnologia do Concreto, RAC 2007; Sheraton em Crystal City Washington; Estados Unidos; 19 a 21 de setembro de 2007; Código 111076. Disponível em:<<https://www.tib.eu/en/search/id/tema%3ATE- MA20080507849/Performance- characteristics-of- -bacterial-concrete/>>>. Acesso em: 28 abr. 2018.

SANTINATO, R. et al. **Doses de esterco de peru na substituição parcial – proporcional das aduba- ções NPKS mineral na produção do cafeeiro.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISAS CAFEEIRAS, 38., 2012, Caxambu. Anais... Brasília, DF: Embrapa Café, 2012. (1 CD-ROM), 2p. <<https://www.science- direct.com/science/article/pii/S0950061815005000>>. Acesso em: 24 jun. 2016.

AUTORES

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2085-2289>

JUPIRA ALMEIDA, M.Sc. | Universidade de Passo Fundo. PPGEng | Passo Fundo, RS – Brasil | Correspondência para: Rua Eugenio Felini, 767 – Tapejara – RS, 99950-000 | jupira.almeida@live.com

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-1247-7434>

ANTONIO THOMÉ, PhD. | Universidade de Passo Fundo. PPGEng | Passo Fundo, RS – Brasil | Correspondência para: Rodovia BR-285, Km 171 – Passo Fundo – RS, 99052-900 | [thome@ upf.br](mailto:thome@upf.br)

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-7884-3591>

FABIANA TONIAL, Dra. | Universidade de Passo Fundo. PPGAgro | Passo Fundo, RS – Brasil | Correspondência para: Rodovia BR-285, Km 171 – Passo Fundo – RS, 99052-900 | fabianatonial@upf.br

ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-2138-4595>

ROBERTO DE CARLI DE MARTINI | Universidade tecnológi- ca federal do Paraná. PPGEC | Pato Branco, PR – Brasil | Correspondência para: Travessa Sta Rita, 46 – Constantina – RS, 99680-000 | martinir@alunos.utfpr.edu.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

ALMEIDA, Jupira; THOMÉ, Antonio; TONIAL, Fabiana; MARTINI, Roberto de Carli de. Comparação De Biomassa Vegetal E Animal Em Bioargamassa. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 31-38, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em:<[http://www.nexos.ufsc. br/index.php/mixsustentavel](http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel)>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.31-38>.

DATA DE ENVIO: 06/05/2021

DATA DE ACEITE: 07/05/2021

LOGÍSTICA REVERSA NA INDÚSTRIA METALMECÂNICA: O CASO DAS INDÚSTRIAS EM BLUMENAU, POMERODE E GASPAR (SC)

REVERSE LOGISTICS IN THE MACHINERY INDUSTRY: THE CASE OF THE INDUSTRIES IN BLUMENAU, POMERODE AND GASPAR (SC)

LUIZ BERNARDO BRAUN PREBIANCA | FURB

JOEL DIAS DA SILVA, Dr. | FURB

RESUMO

A atual preocupação com meio ambiente fez com que as indústrias buscassem o atendimento de normas, padrões e especificações impostas pelo governo e pela sociedade, visando minimização de impactos ambientais. Dessa forma, o estudo teve como objetivo analisar as práticas de Logística Reversa na indústria metalmeccânica de grande e médio porte dos municípios de Blumenau, Pomerode e Gaspar (SC) associadas ao SIMMMEB, por meio da análise do grau de transmissão do conhecimento sobre o tema entre empresa-colaborador e avaliações das práticas realizadas pelas empresas. Refere-se à pesquisa aplicada com abordagem quantitativa e método de pesquisa qualitativa. A coleta de dados foi realizada por meio da aplicação de questionário obtendo-se 100% de respostas aptas, contando com 15 empresas avaliadas. Os principais resultados obtidos foram a vulnerabilidade de conhecimento transmitido sobre Logística Reversa e Remanufatura, boa adesão a reutilização de embalagens e alto índice de destinação de resíduos a mercados secundários. A partir destes, possibilitou-se concluir que as empresas não possuem conhecimento suficiente para gerar iniciativas estruturadas que englobem as principais práticas da logística reversa.

PALAVRAS-CHAVE: Indústria Metalmeccânica. Resíduos Industriais. Logística Reversa. Reciclagem. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The current concern with the environment has led industries to seek compliance with norms, standards and specifications imposed by the Government and by society, aiming to minimize environmental impacts. Thus, the study aimed to analyze reverse logistics practices in the large and medium-sized machinery industry in the municipalities of Blumenau, Pomerode and Gaspar (SC) associated with SIMMMEB, through the analysis of the degree of knowledge transmission on the theme between company-collaborator and evaluations of the practices carried out by the companies. Refers to applied research with a quantitative approach and qualitative research method. Data collection was performed through the application of a questionnaire, obtaining 100% of suitable answers, with 15 companies evaluated. The main results obtained were the vulnerability of knowledge transmitted about Reverse Logistics and Remanufacturing, good adhesion to packaging reuse and a high rate of waste disposal in secondary markets. From these, it was possible to conclude that the companies do not have enough knowledge to generate structured initiatives that encompass the main practices of reverse logistics.

KEY WORDS: Machinery Industry. Industrial Waste. Reverse Logistics. Recycling. Sustainability.



1. INTRODUÇÃO

O termo metalmeccânico é amplamente utilizado para designar “empresas e indústrias com processos metalúrgicos e de fabricação mecânica, cujo objetivo principal é a transformação de metais” (OLIVEIRA et al., 2012). Uma unidade metalmeccânica integra empresas destinadas às transformações intermediárias como as de fundição, forjaria, corte e soldagem, como também as voltadas a produtos como bens de consumo, equipamentos, máquinas e veículos (MACEDO; CAMPOS, 2001).

No Estado de Santa Catarina, destaque na economia do País, tendo alcançado o segundo lugar por participação no PIB – Produto Interno Bruto, com 27% (FIESC, 2020), especialmente no Vale do Itajaí, que apresentou a maior participação no PIB Catarinense (33%), é grande a representatividade do segmento metalmeccânico. Por exemplo, o número de empresas de médio e grande portes, no segmento metalmeccânico (56 empresas) é maior do que as dos setores têxtil (53) e de vestuário (53) (FIESC, 2015).

Apesar desta representatividade e importância econômica e social, outros desafios têm-se apresentado às indústrias deste segmento: a produção crescente de resíduos industriais. Dentre tais resíduos, estão incluídas sobras de processos industriais, aparas, rebarbas, cavacos e/ou peças obsoletas, com valor agregado e com características que lhes conferem periculosidade. E, por conta disto, não poderão ser descartados sem tratamento prévio (FIESP, 2020; ABNT, 2004).

Dependendo de suas características, a partir das orientações preconizadas na Política Nacional de Resíduos Sólidos, a Lei 12.305 (BRASIL, 2010), existe a exigência de implementação de logística reversa para uma diversidade de produtos. Há também a necessidade de especial atenção quanto à possibilidade de seu aproveitamento, diminuindo-se, desta forma, os custos que, futuramente, aparecerão relacionados ao seu descarte e disposição final adequados, conforme Amaomo et al., (2014).

Neste contexto, Reis et al., (2009) lembram que as sucatas são provenientes de sobras de processos industriais, e que estas, pelas suas características, não poderão ser aproveitadas no processo de fabricação. Contudo, como suas características físico-químicas presentes permanecem inalteradas, é possível realizar a reciclagem delas. Os autores destacam que as sucatas provenientes de obsolescência ainda são aptas ao uso, enquanto aquelas provenientes de produtos no fim de sua vida útil serão materiais propícios para descarte.

Por outro lado, ao considerar a aplicabilidade dos conceitos que serão abordados (i.e., análise de práticas de logística reversa), o segmento metal meccânico é

caracterizado como mais apto para a realização do estudo, visto que os seus resíduos sólidos (sobras e peças obsoletas) exigem soluções técnicas e economicamente viáveis (FIESP, 2020). Por causa disso, muitas organizações passaram a repensar suas posições no mercado, reformulando estratégias e reestruturando seu processo de negócio (LEE; LAM, 2012).

Alinhadas com estas modificações, iniciativas envolvendo a implementação e práticas de logística reversa passaram a ser frequentes no meio industrial.

Objetiva-se, portanto, analisar as práticas de logística reversa implementadas na indústria metalmeccânica nos municípios de Blumenau, Pomerode e Gaspar, associadas ao Sindicato das Indústrias Metalúrgicas, Mecânicas e do Material Elétrico de Pomerode, Blumenau e Gaspar – SIMMMEB, criado na década de 1950, com a determinação de fortalecer o setor e contribuir para o desenvolvimento social e econômico. De modo específico, busca-se: 1) analisar, nas organizações estudadas, o grau de transmissão do conhecimento sobre temas importantes do assunto aos colaboradores, 2) analisar o grau de aplicação de ações referentes à logística reversa, e por fim, 3) identificar oportunidades de melhorias nas situações diante das iniciativas de logística reversa nas empresas objeto de estudo.

2. EMBASAMENTO TEÓRICO

2.1. A dimensão ambiental e a indústria metalmeccânica

Os resíduos produzidos neste segmento contemplam altas concentrações de metais e, se dispostos de forma inadequada no meio ambiente, existe a possibilidade de agregação dos mesmos a outros elementos neles presentes, dando origem à outras substâncias que, por si só, poderão abalar o conjunto biótico e com isto comprometer a saúde humana (BENNEMANN, 2012).

Conforme ressalta Silva (2013), no caso de gerenciamento inadequado, os resíduos sólidos poderão resultar em expressivos danos ambientais, seja qual for a atividade (industrial, comercial ou doméstica). Mesmo compreendendo a produção de resíduos, a autora salienta que, “por um longo período” o país não possuía sequer uma lei regulamentadora de resíduos sólidos e que, “após 20 anos tramitando no Congresso Nacional, em 2010, foi deferida a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) pela Lei 12.305.”

Em épocas de globalização e alto consumo, a sociedade e o governo tendem a cobrar as questões ambientais das empresas conforme as leis dispostas, para determinar

limites no que se diz respeito a emissões de resíduos (BENNEMANN, 2012). Contudo, o autor destaca a obrigação de atuar na causa do problema, que neste caso é a geração de resíduos, destacando também que “a implantação de processos de gestão ambiental, como os descritos no conjunto de normas da série NBR ISO 14.000, têm sido ferramentas eficientes para respostas das indústrias a estas exigências”.

Neste sentido, empresas que tomam iniciativa se destacam no mercado, e como discorre Araújo (2004), “pode-se afirmar que a maior parte das empresas instaladas no Brasil e ligadas ao mercado internacional tem como demanda competitiva ou até mesmo de sobrevivência, a adoção de algum tipo de gestão ambiental”. O autor ainda acrescenta que, “por terem razões mercadológicas mais fortes para investirem no meio ambiente, acabam sendo pioneiras.”

2.2. Implementação da logística reversa em segmentos industriais

Pereira et al., (2012) acrescentam que a Logística Reversa integra a concepção de logística tradicional, porém, com uma abordagem diferenciada. Nesta, priorizar-se-ão o reuso e correta destinação de produtos e embalagens, reciclagem, redução do uso de matéria prima e produção de energia.

Corrêa (2013), por exemplo, ao comparar logística tradicional e a logística reversa, menciona que ambas se assemelham por utilizarem o fluxo de informação e mercadoria. Contudo, diferenciam-se pelo sentido contrário ao da cadeia comum de suprimento. Desta forma, reforça-se a importância de que outros agentes utilizem das práticas sustentáveis para efetivar o real retorno de materiais e resíduos à empresa.

Quanto às práticas de logística reversa, Jabbour et al., (2013, apud FRASCARELI, 2014) sintetizam-nas em ações de reuso, descarte, separação adequada dos resíduos nos pontos onde são produzidos. Os autores destacam também a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto, destinando-os adequadamente, e valorizando-os quando possível.

Contudo, relatam-se barreiras para a materialização de práticas de logística reversa nas organizações. Conforme pontua Comper (2017), estas poderão ser:

- Gerencial: que engloba possíveis faltas de atenção, investimentos, métricas, planejamento bem como resistência da alta gestão e falta de importância dada
- Financeira/econômica: falta de recursos, percepções de lucro e economia
- Política: falhas nas legislações, políticas e informalidades

- Infraestrutura: falta de instalações físicas, sistemas e tecnologias

- Mercado: incertezas de demandas e qualidades em devolução, falta de informações aos clientes e má aceitação de produtos remanufaturados

- Socioambiental: falta de consciência, cultura e comportamentos proativos

Em contrapartida, Behdad e Wang (2016) apontam fatores de motivação para uso da Logística Reversa que podem ser levados em consideração para aplicação da mesma. Estes fatores são separados pelos autores em fatores externos: legislação, econômico, consciência ambiental. E fatores internos: competência de gestão, requisitos tecnológicos, importância estratégica e consideração financeira.

Batista (2014) esclarece que, o ato de transformar resíduo em coproduto, tem sido tratado, em muitas organizações como uma estratégia de negócio. Neste caso, utilizam-se resíduos para fabricação de novos produtos, com valor no mercado ou para fonte de energia. Nesta perspectiva, considerando-se conjuntamente as variáveis sociais, ambientais e econômicas (“tripé da sustentabilidade”) na gerência de resíduos, pode torná-la um negócio potencial.

A reciclagem na indústria ajuda a minimizar o lançamento de poluentes ao meio ambiente, a utilização de recursos naturais, e a criação de empregos nas áreas de coleta e processamento (INSTITUTO AÇO BRASIL, 2018). O relatório destacou as principais iniciativas comumente adotadas pela indústria:

- Redução: minimização da energia e matéria prima consumida na produção de produtos (aços mais finos e mais resistentes)

- Reutilização: reuso de insumos já utilizados (pós uso)

- Reciclagem: Recuperação do insumo/resíduo para transformá-lo em matéria prima

- Remanufatura: transformação em novos os produtos que possuem defeitos ou foram utilizados (ciclo de vida novo ao produto)

Neste sentido, de acordo com o SENAI Paraná (2014), os materiais recicláveis, provenientes do setor metalmeccânico, no final de sua vida útil, quando descartados pelos consumidores podem retornar ao processo produtivo como matéria prima, após passar por um conjunto de ações, meios de destinação e procedimentos referentes a logística reversa. O relatório ainda enfatiza a utilização de reutilização (otimizar o uso do material antes da disposição final e recolocá-lo no processo produtivo) e reciclagem (aproveitar o material que seria descartado e utilizá-lo no processo de fabricação) como práticas referentes a Logística Reversa.

3. METODOLOGIA

Pesquisa aplicada com abordagem quantitativa, em que se objetiva mensurar variáveis pré-determinadas na busca de verificar e expor suas influências sobre outras variáveis por análises estatísticas.

Quanto aos objetivos do projeto, o método de pesquisa descritiva foi adotado, pois propõe-se a revelar problemas com base em dados coletados (CHIZZOTTI, 2010). A partir destes, será possível promover possíveis soluções dos problemas identificados no projeto ou oportunidades de melhoria.

Em relação aos procedimentos, elaborou-se um questionário como instrumento de pesquisa, de modo a subsidiar a organização de um banco de dados extraídos da amostra. Este método mostra-se adequado devido a sua possibilidade de quantificar e processar as variáveis coletadas no estudo (DELALIBERA; LIMA; TURRIONI, 2015).

3.1. Materiais

O questionário, instrumento de pesquisa utilizado, foi desenvolvido com o emprego de uma escala psicométrica (Escala Likert) com 5 níveis de respostas pré-definidas, sendo eles: 1 correspondendo a “discordo totalmente” até 5 para “concordo totalmente”.

O formulário foi desenvolvido na plataforma Google Forms, encaminhado via e-mail para profissionais responsáveis pelos setores técnico ambiental e/ou logístico. Com intuito de qualificar os respondentes, um primeiro contato foi realizado por meio da plataforma profissional LinkedIn, para selecionar os perfis aptos à pesquisa. Após a coleta dos dados, o software Microsoft Excel® foi utilizado para compilação e interpretação estatística.

3.2. Método

As etapas da pesquisa seguiram as informações representadas no fluxograma metodológico apresentado na Figura 1.



Figura 1. Fluxograma metodológico da pesquisa
 Fonte: Dos Autores, (2020)

3.3. Coleta e tratamento dos dados

A coleta de dados foi realizada no segmento metalmeccânico, em empresas de médio e grande porte dos municípios de Blumenau, Pomerode e Gaspar (SC), cuja relação fora

disponibilizada pelo SIMMMEB, sindicato patronal que as congrega. A entidade disponibilizou o seu Relatório de Atividades, referente ao ano de 2019, e a partir deste, contabilizaram-se 15 empresas, sendo 4 de grande e 11 de médio porte, associadas ao sindicato e aptas para participação na pesquisa.

O questionário, para fins avaliativos das práticas de logística reversa, foi embasado no levantamento teórico realizado, com perguntas organizadas em três macro tópicos e respectivas ações associadas, conforme exposto na Quadro 1.

Além disto, foi adicionado um tópico para avaliação do conhecimento transmitido das empresas aos colaboradores referentes aos termos Logística Reversa, Reciclagem, Remanufatura e Reutilização e uma pergunta aberta sobre iniciativas sobre Logística Reversa tomada pela empresa avaliada.

PRÁTICAS DE LR	AÇÕES ASSOCIADAS
Reciclagem	Uso de matéria prima secundária
	Transformação de resíduos sólidos
	Utilização de resíduos sólidos
Remanufatura	Assistência técnica
	Peças sobressalentes
	Recondicionamento
	Reparo/manutenção
Reutilização	reaproveitamento de resíduos
	reaproveitamento de bens usados
	Destinação a mercado secundário
	Aproveitamento de componentes/peças
	reaproveitamento de embalagens

Quadro 1. Macrotópicos orientadores do instrumento de pesquisa
 Fonte: Dos Autores, (2020)

No que se refere ao tratamento dos dados obtidos da aplicação do questionário no universo, o software Microsoft Excel® foi utilizado para compilação e análise da massa de resultados. Para a avaliação utilizou-se a média dos dados de cada pergunta, sendo representadas graficamente. Visando melhor acurácia da análise, a massa de dados contou com 100% do universo de pesquisa aplicado, com a utilização de todas as informações na íntegra, sem exclusão ou modificação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise do Conhecimento transmitido das empresas aos colaboradores

Neste primeiro macro tópico, buscou-se avaliar a integração de conhecimento acerca do tema Logística Reversa nas empresas pesquisadas, e entender como este conhecimento é transmitido de fato.

Observa-se inicialmente, conforme apresentado na Figura 2 que, de modo geral, a maior parte dos colaboradores possui mais conhecimento sobre os termos reciclagem e reutilização quando comparados com remanufatura e Logística Reversa. Isto se dá, porque tais termos estão mais difundidos na linguagem do dia a dia, e há mais tempo também. Por exemplo, o SENAI Paraná (2014) salienta que, desde 1970, o termo reciclagem surge juntamente com a maior exigência referente a preocupação ambiental presente nas empresas.

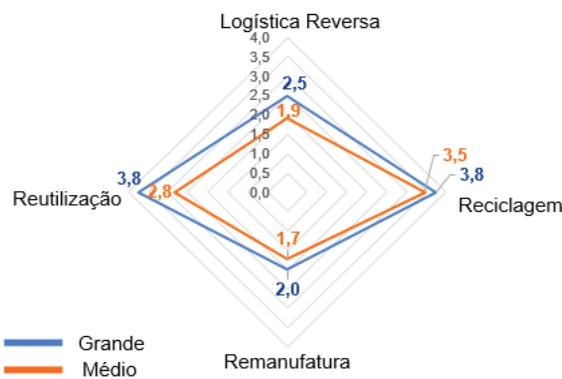


Figura 2. Conhecimento da terminologia relacionada aos resíduos industriais
 Fonte: Dos Autores, (2020)

Quanto aos resultados com menor intensidade, Logística Reversa e Remanufatura, estes apareceram mais recentemente como “obrigatoriedade”, a partir das orientações preconizadas na PNRS/2010 (BRASIL, 2010).

4.2. Iniciativas de Logística Reversa

Quanto às iniciativas, observa-se, a partir da Figura 3, é possível verificar que 53% das empresas possuem alguma iniciativa já implantada.

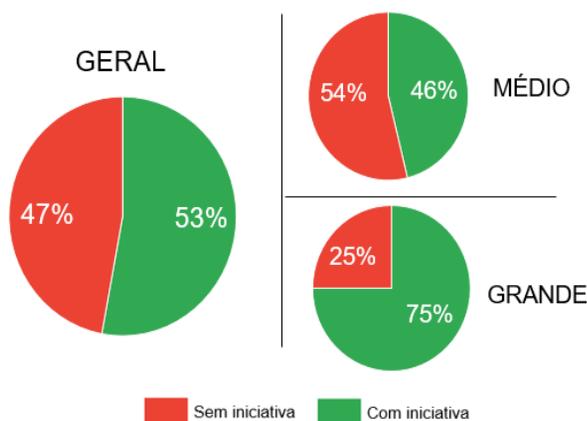


Figura 3. Iniciativas de logística reversa nas indústrias metalmeccânicas
 Fonte: Dos Autores, (2020)

Analisando separadamente, é possível observar que há oportunidades de melhoria para ambos os portes, contudo, nas indústrias de pequeno porte esta diferença é maior. Conforme já mencionado, há muitas barreiras para a implantação de iniciativas de logística reversa (COMPER, 2017), e estas, por vezes, nas indústrias de pequeno porte, fazem com que o processo não se torne contínuo (XAVIER; CORREA, 2013).

4.3. Análise da prática RECICLAGEM

Ao abordar a utilização de matéria prima secundária (sucata) em seu processo produtivo, observou-se que, de modo geral, ocorre uma divisão quase simétrica, representada pela Figura 4, demonstrando que aproximadamente 50% da indústria ainda não realiza a ação.

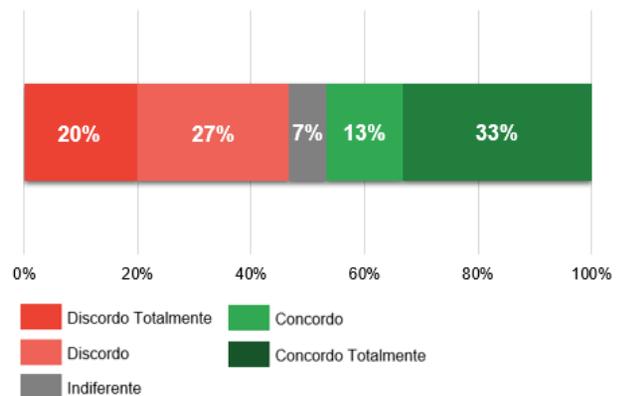


Figura 4. Importância da utilização de matéria-prima secundária em processos
 Fonte: Dos Autores, (2020)

Ao observar a Figura 5, sobre a transformação de resíduos na empresa, apresenta-se uma grande fragilidade da indústria metalmeccânica, pois mais da metade das empresas avaliadas não deixam de fazê-lo.

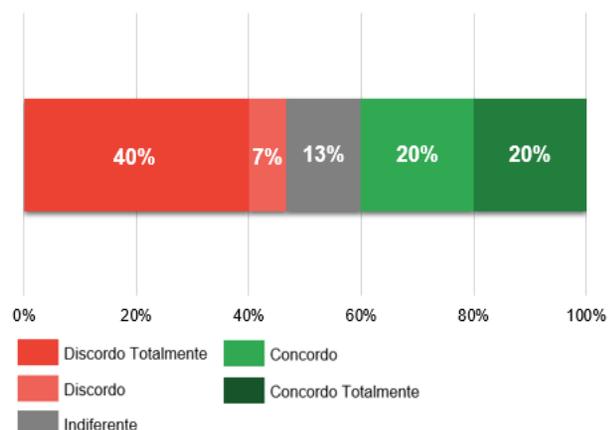


Figura 5. Importância de adoção de processos de transformação de resíduos industriais
 Fonte: Dos Autores, (2020)

Para a representatividade da transformação de resíduos na linha de produção, retratada pela Figura 6, aponta-se que mais da metade da população avaliada sequer realiza transformação de resíduos, enquanto apenas 20% realiza mais que 50% de transformação de resíduos em sua linha produtiva, frisando assim um ponto crítico e a ser melhorado pela indústria para alcançar eficácia nesta prática.

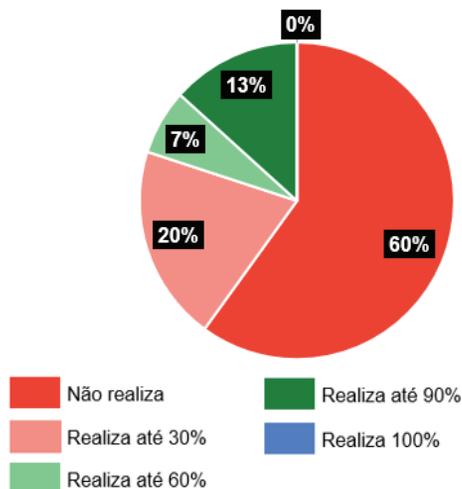


Figura 6. Transformação efetiva de resíduos nas indústrias metalmeccânicas
 Fonte: Dos Autores, (2020)

4.4. Análise da prática REMANUFATURA

Quanto à disposição de peças sobressalentes, em que, conforme Figura 7, grande maioria das empresas demonstra que não fornece este tipo de apoio ao cliente.

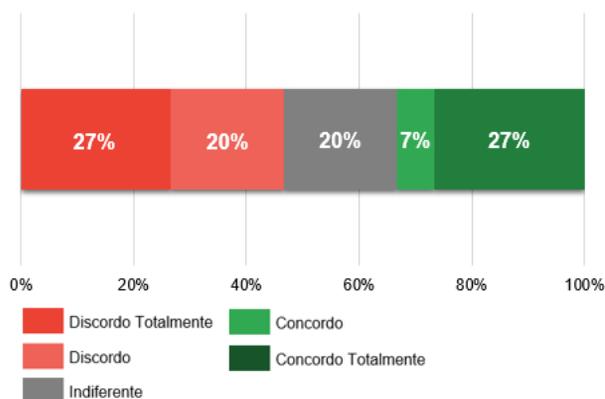


Figura 7. Importância de adoção de práticas de remanufatura na indústria
 Fonte: Dos Autores, (2020)

Para a questão de realização de reparo e/ou manutenção dos produtos dos clientes, as indústrias apresentam a crença, conforme disposto na Figura 8.

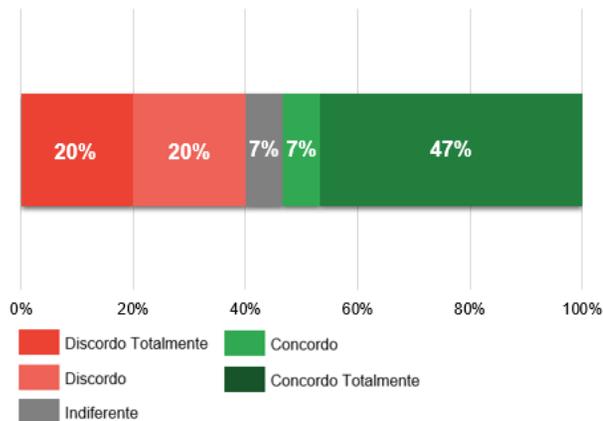


Figura 8. Importância de reparos e/ou manutenção dos produtos pós-venda
 Fonte: Dos Autores, (2020)

Ainda sobre a Figura 8, na atual situação, a maior parte das empresas busca dar suporte ao cliente no pós-venda, adotando estratégias em incorporação de valor em produtos que apresentem algum defeito, e que possam ser contemplados por alguma garantia ou manutenção de parte do fornecedor (LEITE, 2002).

4.5. Análise da prática REUTILIZAÇÃO

Na Figura 9, os respondentes se posicionaram quanto à destinação de resíduos a mercados secundários, o que indica um cenário favorável à esta prática.

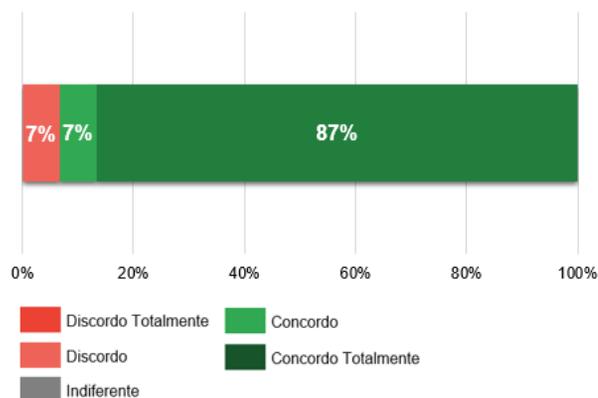


Figura 9. Importância da destinação de resíduos reaproveitáveis a mercados secundários.
 Fonte: Dos Autores, (2020)

Contudo, o cenário apresentado na Figura 9 implicará também em partes sociais e econômicas, com geração de empregos nestas indústrias secundárias, como a criação de centrais de triagem de materiais recicláveis ou empresas de coleta e transporte de recicláveis.

Quanto ao reaproveitamento de produtos e/ou sucatas, observou-se um “equilíbrio” entre as partes discordantes e concordantes, porém, com uma boa parcela

respondendo de forma indiferente, o que indica um baixo aproveitamento de produtos que chegaram ao fim de seu ciclo de vida.

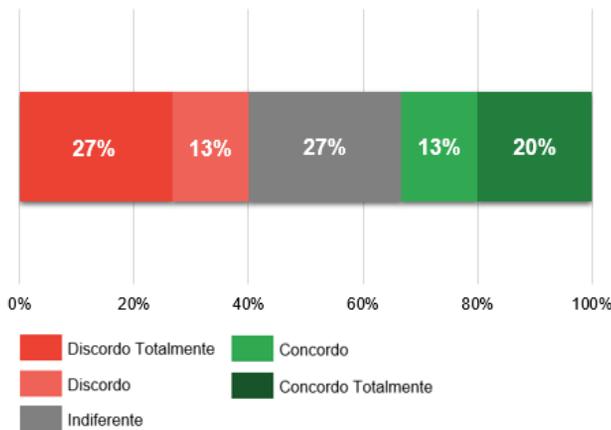


Figura 10. Necessidade de aproveitamento de produtos em fim de ciclo de vida
Fonte: Dos Autores (2020)

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo geral, no que se refere à transferência de conhecimento entre a empresa e colaboradores, os resultados apontam para uma vulnerabilidade quanto aos conceitos de Logística Reversa e Remanufatura. A problemática se amplia quando se avalia isoladamente as empresas de médio porte.

Cenários como estes dificultam a aplicabilidade de conceitos que envolvam quaisquer iniciativas maiores de Logística Reversa, bem como visualizar seus benefícios. Dentre as principais iniciativas, estão o retorno de embalagens, baterias e ferramentas, materiais que, conforme a PNRS (BRASIL, 2010), obrigatoriamente deverão ser contemplados pela Logística Reversa.

Quanto ao tópico "Reciclagem", os dados indicam que as empresas associadas ao SIMMMEB não fazem o uso de reciclagem dos resíduos gerados a partir de seus processos. Além dos resíduos, os resultados evidenciaram que o acondicionamento de produtos já fabricados não é realizado com frequência, gerando-se alto volume de descarte com baixo reaproveitamento, onde 94% das empresas destinam seus resíduos a mercados secundários.

Entre os fatos levantados, é possível perceber que, de maneira geral, as empresas de Médio e Grande porte dos municípios de Blumenau, Pomerode e Gaspar do setor Metalmeccânico e associadas ao SIMMMEB demonstram conhecimento insuficiente para gerar iniciativas estruturadas que envolvam efetivamente a Reciclagem, Remanufatura e Reutilização.

A partir desta análise, e pela importância do tema, reforça-se a necessidade da atuação do SIMMMEB como

agente integrador das empresas, principalmente às de médio porte devido aos resultados negativos, para intermediar a acessibilidade ao conhecimento e sua aplicação.

Para trabalhos futuros, recomenda-se uma amostragem maior tanto em âmbito geográfico quanto em segmento e porte, para que possa ser realizado um comparativo de dados extraídos e avaliar se o segmento ou porte podem interferir nas práticas do tema. Sugere-se uma futura demonstração do nível de maturidade de utilização de LR das empresas bem como mensurações de custos e lucros provindos desta prática.

REFERÊNCIAS

- AMAOMO, A.C.S.; COSTA, B.G.; SILVA, M.S.; SANTOS, R.R.; TEIXEIRA, C.A.C. Logística Reversa nas Metalúrgicas. 2014. Disponível em: <<https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos14/10220186.pdf>>. Acesso em: 02 mar. 2020.
- ARAÚJO, M.C.C.C. Mapeamento da qualidade ambiental nas organizações privadas de santa catarina iso 14000 e produção mais limpa. 2004. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/87292/224875.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 15 jun. 2020.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10004 – Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro, 2004.
- BATISTA, D.C. Classificação e caracterização dos resíduos do beneficiamento da sucata de ferro e aço utilizada no processo siderúrgico para identificação de viabilidade de aplicações. 2014. Disponível em: <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-18122014-100431/publico/Dissertacao_Daniella_Cristina_Batista_Versao_Final.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2020.
- BENNEMANN, R.B. Proposta de Gestão Ambiental para Indústria Metal Mecânica. 2012. Disponível em: <<http://usuarios.upf.br/~engeamb/TCCs/2012-2/RAFAEL%20BATISTA%20BENNEMANN.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- BRASIL. Política Nacional de Resíduos Sólidos. Lei no 12.305, de 2 de agosto de 2010. Presidência da República, Departamento da Casa Civil. Brasília, 2010.
- CHIZZOTTI, A. Pesquisa em Ciências Humanas e Sociais. 2010. Disponível em: <https://www.academia.edu/38702337/Ant%C3%B4nio_Chizzotti_PESQUISA_EM_CI%C3%80NCIAS_HUMANAS_E_SOCIAIS_2a._edi%C3%A7%C3%A3o_CORTEZ_EDITORA?auto=download>. Acesso em: 20

abr. 2020.

COMPER, I.C. Barreiras da logística reversa de óleos lubrificantes: uma avaliação utilizando a análise hierárquica de processos. 2017. Disponível em: <http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/8447/1/tese_11297_62%20-%20Indiana%20Caliman%20Comper.pdf>. Acesso em: 17 jun. 2020.

CORRÊA, A.P.M. O papel dos stakeholders para a efetivação da Logística Reversa: o caso do programa "Mundo Limpo, Vida Melhor". 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/bitstream/123456789/10813/1/DISSERTA%3%87%3%83O%20ANA%20PAULA%20MACHADO%20CORR%3%8aA.pdf>>. Acesso em: 25 jun. 2020

DELALIBERA, P.H.A.; LIMA, R.S.; TURRIONI, J.B. Pesquisa levantamento para análise do modelo de compras conjuntas adotado em arranjos produtivos locais de Minas Gerais. 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/prod/v25n2/0103-6513-prod-0103-6513014411.pdf>>. Acesso em: 20 abr. 2020.

ESMAELIAN, B.; BEHDAD, S.; WANG, B. The evolution and future of manufacturing: A review. *Journal of Manufacturing Systems*, v. 39, p. 79–100, 2016.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Guia da Indústria. 2015. Disponível em: <<http://ciesc.com.br/centro-das-industrias/guia-da-industria>>. Acesso em: 25 fev. 2020.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Relevância da Indústria. 2020. Disponível em: <<https://www.observatoriofiesc.com.br/resumo-executivo>>. Acesso em: 25 fev. 2020.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. Resíduos Sólidos. 2020. Disponível em: <<https://www.fiesp.com.br/temasambientais/residuos-solidos/>>. Acesso em: 25 fev. 2020.

FRASCARELI, F.C.O. Análise da influência da adoção de práticas de Green Supply Chain Management no desempenho ambiental e operacional: estudo de casos. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/115763/000805671.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 03 jul. 2020.

INSTITUTO AÇO BRASIL. Relatório de Sustentabilidade 2018. 2018. Disponível em: <<http://www.acobrasil.org.br/sustentabilidade/assets/pdfs/A%3%A7o%20Brasil%20%2%BB%20Completo.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2020.

LEITE, P. R. Logística reversa: nova área da logística empresarial. *Tecnológica*, Ano VII, n. 78, 2002, p.17

MACEDO, A.O.; CAMPOS, R. R. Diagnóstico do

complexo metal-mecânico: Brasil e Santa Catarina. *Revista de Tecnologia e Ambiente*, Criciúma, 2001.

OLIVEIRA, J.; SEMENSATO, B.I.; MORAES, G.D.A.; FILHO, E.E. Caracterização das pequenas empresas do setor metal-mecânico a partir das dimensões estrutura organizacional e dirigentes. 2012. Disponível em: <<https://periodicos.pucpr.br/index.php/REBRAE/article/view/13733>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

PEREIRA, André Luiz; et al. *Logística Reversa e Sustentabilidade*. São Paulo: Cenage Learning, 2012.

REIS, A.C.; CARMO, L.F.R.R.S.; NISHIOKA, I. Logística reversa e práticas correntes no setor de reciclagem. 2009. Disponível em: <https://limpezapublica.com.br/textos/t7_0080_0050.pdf>. Acesso em: 03 mar. 2020.

SENAI Paraná. Proposta de plano de Logística Reversa. 2014. Disponível em: <<http://www.sindimetalnortepr.com.br/files/materiais/material-062719000000-27102015.pdf>>. Acesso em: 20 Ago. 2020.

SILVA, A.P. Proposta e Implantação de um plano de gestão de resíduos sólidos em indústria do setor metal mecânico. 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/114960/000955779.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 27 jun. 2020.

SILVA, F.L. Práticas de logística reversa com base nos relatórios de sustentabilidade de empresas brasileiras. 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/129026/328107.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 05 Ago. 2020.

XAVIER, L. H.; CORRÊA, H. L. *Sistemas de Logística Reversa: Criando cadeias de suprimentos sustentáveis*. São Paulo: Editora Atlas S. A, 2013.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2496-6235>

JOEL DIAS DA SILVA, Dr. | FURB - Universidade Regional de Blumenau | Departamento de Engenharia de Produção e Design | Blumenau, SC - Brasil | Correspondência para: Rua São Paulo, 3250 - Itoupava Seca, Blumenau - SC, 89030-000 | 4-mail: joels@furb.br

ORCID: sem orcid

LUIZ BERNARDO BRAUN PREBIANCA | FURB - Universidade Regional de Blumenau | Departamento de Engenharia de Produção e Design | Blumenau, SC - Brasil | Correspondência para: Rua São Paulo, 3250 - Itoupava Seca, Blumenau - SC, 89030-000 | e-mail: lprebianca@furb.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

PREBIANCA, Luiz Bernardo Braun; SILVA, Joel Dias da. Logística Reversa Na Indústria Metalmecânica: O Caso Das Indústrias Em Blumenau, Pomerode E Gaspar (SC). **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 39-48, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.39-48>.

DATA DE ENVIO: 19/06/2021

DATA DE ACEITE: 01/07/2021

BIOMIMÉTICA VERNACULAR E O REDESENHO DE FERRAMENTAS USADAS NA AGRICULTURA

VERNACULAR BIOMIMETICS AND THE REDESIGN OF TOOLS USED IN AGRICULTURE

ITAMAR FERREIRA DA SILVA, Dr. | UFCG

DANIEL FERREIRA ALVES | UFCG

RESUMO

O referido artigo apresenta uma nova nomenclatura para estudos relacionados ao desenvolvimento de soluções bioinspiradas – a biomimética vernacular – que pode ter duas formas de atuação. A primeira consiste em identificar e registrar as soluções técnicas concebidas por grupos sociais que possuem contato direto com a natureza como o sertanejo, o indígena e o quilombola; e a segunda está relacionada ao desenvolvimento de soluções biomiméticas com foco na melhoria das condições de vida desses grupos, partindo para uma atuação local. Dentro desta segunda abordagem foi realizado o redesenho de ferramentas para agricultura familiar levando em consideração o processo metodológico do design de produto tomando como referências os dispositivos naturais presentes na fauna do Semiárido e Zona da Mata nordestina.

PALAVRAS CHAVE: Biomimética Vernacular; redesign; ferramentas; agricultura.

ABSTRACT

This paper presents a new term for studies related to the development of bioinspired solutions – vernacular biomimetics – which can have two forms of action. The first consists of identifying and recording the technical solutions conceived by social groups that have direct contact with nature, such as sertanejo (from the Sertão region), indigenous and quilombola people; and the second is related to the development of biomimetic solutions focused on improving the living conditions of these groups, starting with local action. Within this second approach, family farming tools were redesigned, taking into account the methodological process of product design, using as references natural devices present in the fauna of the semi-arid and Zona da Mata regions in Northeastern Brazil.

KEY WORDS: Vernacular Biomimetics; redesign; tools, agriculture.



1. BIOMIMÉTICA VERNACULAR

O homem tem sido capaz de criar produtos e solucionar problemas tendo como lógica a reprodução de padrões e estratégias das estruturas biológicas. A Biomimética (de bios, significando vida, e mimesis, significando imitação) é constituída por um método inovador cujo objetivo é criar produtos, processos e políticas de desenvolvimento sustentável baseados nos modos de vida que estão bem adaptados à vida na terra durante o longo período de evolução dos seres vivos (BIOMIMICRY GUILD, 2006).

Como um campo de pesquisa, o biomimetismo vai muito além das simples imitações. Não consiste em replicar apenas as formas, mas compreender como os organismos funcionam e se mantêm. É ver a natureza como mentora, e assim aprender com ela (BENYUS, 2010).

Este trabalho se propõem a incluir uma nova nomenclatura no contexto do desenvolvimento de produtos bioinspirados; a Biomimética Vernacular. Assim se faz necessário trazer sua definição, que segundo Michaelis (2021) vernacular é uma derivação de vernáculo que consiste no que é particular ou característico de um país (nação, região, etc.). Traz em si uma carga de identidade, de especificidade, capaz de diferenciar algo dos demais em um contexto geográfico e social. Na arquitetura a vernacular é definido como uma tipologia de caráter local, na qual são utilizados materiais e recursos do próprio ambiente onde a edificação está inserida. (Andrade, 2016). Já o Design Vernacular, Riul (2015), se configura pelas práticas de fabricação de objetos que refletem a história e cultura de um povo, além de possuírem forte ligação com o território em que são produzidos. Surgidos, geralmente, da necessidade de resolver da forma singular os problemas do cotidiano.

A biomimética vernacular nada mais é do que um retorno a nossa ancestralidade, nossas origens e modos de vida que se perpetuam por gerações, resgatando a criatividade surgida por analogia da natureza de quem vive em contato constante com ela. Dessa forma, promove o redirecionamento do olhar, fora das expectativas futuristas tecnológicas as quais estamos inseridos.

Essa nova conceituação possui duas formas de abordagem, a primeira busca o fortalecimento identitário e perpetuação do conhecimento repassado de geração para geração, a partir da identificação e registro das soluções técnicas concebidas por grupos sociais que possuem contato direto com a natureza, já a segunda está fundamentada no desenvolvimento de soluções biomiméticas com foco na melhoria das condições de vida desses grupos.

Dentre estes grupos destaca-se o, o homem do campo que aprendeu desde cedo a observar os animais e as plantas, suas funções, formas, ritmos e ciclos, e por analogia se apropriou dessas oportunidades evolutivas em seu benefício.

2. FERRAMENTAS MANUAIS

As ferramentas manuais como picareta, foice, pá, enxada e ancinho são importantes para a agricultura. Esses artefatos servem para a realização de tarefas específicas como cavar buracos e valas, quebrar pedras e troncos, cortar galhos e vegetação, capinar etc. Essa agricultura, caracterizada pelo uso de técnicas rudimentares e tradicionais, é comum em países e regiões mais subdesenvolvidas, como o interior do nordeste brasileiro, onde muitas famílias trabalham e dependem dessa modalidade.

Para os agricultores qualquer melhoria nessas ferramentas pode trazer bons resultados durante a colheita. Sendo que, para o redesenho das ferramentas se faz necessário estudar suas funções e a sua importância para a agricultura, só assim será possível fazer analogias com alguns animais que possuem sistemas naturais para escavar, perfurar, remover e revolver a terra. Esses animais terão seus mecanismos funcionais.



PICARETA: Possui duas "cabeças", (1) serve para cavar terrenos duros, fazer buracos e vala. (2) mais pontiagudo, tem função principal de arrancar e quebrar pedras. Seu principal uso é nos roçados, cavando buracos, retirando pedras, tocos de árvores e raízes grossas.



FOICE: Constituída por uma lâmina de ferro em forma de arco, presa a um cabo de madeira. Tem como função principal o corte de madeira, galhos, folhagens, etc. Serve prioritariamente para o corte de lenha e auxilia na capinação do campo.



PÁ: Composta por uma chapa de ferro, um cabo de madeira e um apolo para a mão do usuário. É utilizada para cavar, carregar detritos, etc. Algumas pás possuem a chapa de ferro reta e quadrada que servem mais para juntar resíduos. As pás que tem formato parecido com um "bico" servem para cavar o solo.



ENXADA: Confeccionada em chapa de ferro larga, achatada e resistente, e um cabo de madeira geralmente grande. Tem como função capinar, cavar buracos, etc. Na agricultura é manuseada principalmente para cavar "covas" que são os buracos onde se colocam as sementes dos grãos, para limpar o solo e arrancar ervas-daninhas.



ANCINHO: Sendo constituído por uma travessa dentada e de um cabo de madeira geralmente longo. Tem como função juntar e arrastar resíduos como palhas, folhas e feno.

Figura 01 - Ferramentas manuais.

Fonte: elaborado pelos autores.

3. ANIMAIS DO SEMIÁRIDO E DA ZONA DA MATA NORDESTINA E SUAS FERRAMENTAS NATURAIS

Para relacionar as ferramentas com a fauna nordestina, foi necessário identificar analogias entre as funções dos

artefatos manuseados na agricultura de subsistência, com as características funcionais dos animais na atividade de cavar, cortar, furar, agarrar, etc. Para isso, foi realizada uma visita ao Centro de Ciências Exatas e da Natureza do Departamento

de Sistemática e Ecologia da Universidade Federal da Paraíba no Campus João Pessoa, onde foram disponibilizadas amostras taxonômicas de animais para registro fotográfico das patas, garras, unhas, bicos, dentes e cascos.

Descrição	Animal	Ferramenta natural
TAMANDUAI: As garras dos membros anteriores são especialmente adaptadas para se deslocar pelo ambiente arbóreo, também servem para abrir pequenos buracos nas árvores visando alcançar os insetos para a sua alimentação. Nas "mãos" ele possui duas garras, sendo que a menor serve como um polegar, auxiliando a outra garra em seus movimentos.		
TATOUAY: Possui cinco dedos. Nos membros anteriores as unhas são grandes e falciformes, a do meio é maior e possui a forma de uma "lâmina". Por causa de suas garras ele é um ótimo escavador.		
TAMANDUÁ DE COLETE: As patas anteriores são bem desenvolvidas com quatro dedos e garras enormes. A garra do meio é a principal servindo como defesa e para escavar formigueiros, cupinzeiros e colmeias.		
BOI: apresentam dois dígitos (dedos) em cada membro. Essa parte do corpo é utilizada para a fabricação de ração, sabão e artesanato		

Figura 02 - Animais e ferramentas naturais.
 Fonte: elaborado pelos autores.

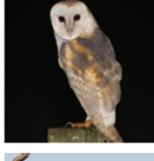
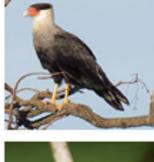
Descrição	Animal	Ferramenta natural
BODE: Os caprinos possuem oito dentes incisivos. Esses dentes apresentam perto da sua raiz uma base mais grossa que vai laminando até a outra extremidade		
CORUJA TYTO: Os bicos dessas corujas são fortes, curvos e afiados, usados para rasgar a pele/carne durante a alimentação ou até para matar suas presas. As garras também são fortes e afiadas.		
CARCARÁ: Devido as suas longas patas adaptadas para marchar, o carcará passa muito tempo no chão andando e até parado. Suas garras apresentam o mesmo padrão dos falcões comuns, possuem dedos longos com garras finas e afiadas, ideais para capturas de presas em voo.		
FORMIGA SAÚVA: Anatomicamente as formigas apresentam três pares de pernas, um par de olhos compostos, um par de antenas e um par de fortes e afiadas mandíbulas. O par de mandíbulas compõe o seu aparelho bucal mastigador, essencial para os seus hábitos alimentares.		

Figura 03 - Animais e ferramentas naturais.
 Fonte: elaborado pelos autores.

4. QUADRO DE ANALOGIAS

A partir das observações das ferramentas manuais que são utilizadas na agricultura e de identificação dos princípios funcionais de alguns animais, foi elaborado um quadro de analogias que relaciona a função desses utensílios com os sistemas naturais dos espécimes pesquisados.

Com base no quadro de analogias entre as ferramentas manuais e os dispositivos naturais, foram identificados quais sistemas e formas tinham mais relação com a função básica de cada artefato. A partir disso, foram selecionados dois modelos naturais que serviram de referência para o redesenho de cada artefato.

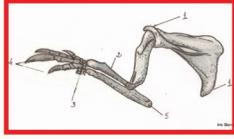
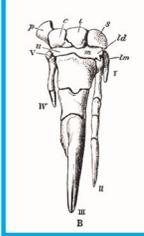
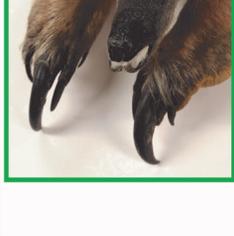
Ferramenta	Função	Animal	Sistema	Anatomia do sistema
	Cavar terrenos duros, arrancar e quebrar pedras e concreto, abrir valas e buracos.	 Timbu (gambá de orelha branca)  Tatu-peba  Tamanduá  Tamanduá de coleite	<ul style="list-style-type: none"> Garras que rasgam e arrancam matérias para fazer suas locas. Patas e garras que cavam o solo. Par de garras nas patas anteriores que escalam e furam árvores. Garras que servem como defesa e para escavar formigueiros, cupinzeiros e colmeias etc. 	 Garra do timbu   



Figura 04 - Quadro de analogias.
Fonte: elaborado pelos autores.

5. REDESENHO DAS FERRAMENTAS

A parte mais larga da picareta (A) foi baseada na configuração formal das garras do tamanduá de coleite, o que facilita a entrada da ferramenta no solo. Já a parte mais pontiaguda (B) serve para quebrar pedras etc.

Foi redesenhada seguindo os princípios funcionais e formais das garras do tamanduá, tendo uma 'ponta' secundária que age como a garra do animal, facilitando a retirada e a quebra de objetos.



Figura 05 - Redesenho da picareta.
Fonte: elaborado pelos autores.

A Foice foi redesenhada tendo como base as características formais e funcionais da mandíbula da formiga Saúva que é adaptada naturalmente para o corte de

folhas e pequenas plantas. A lâmina possui uma 'quina' que facilita o corte e quebra da madeira.

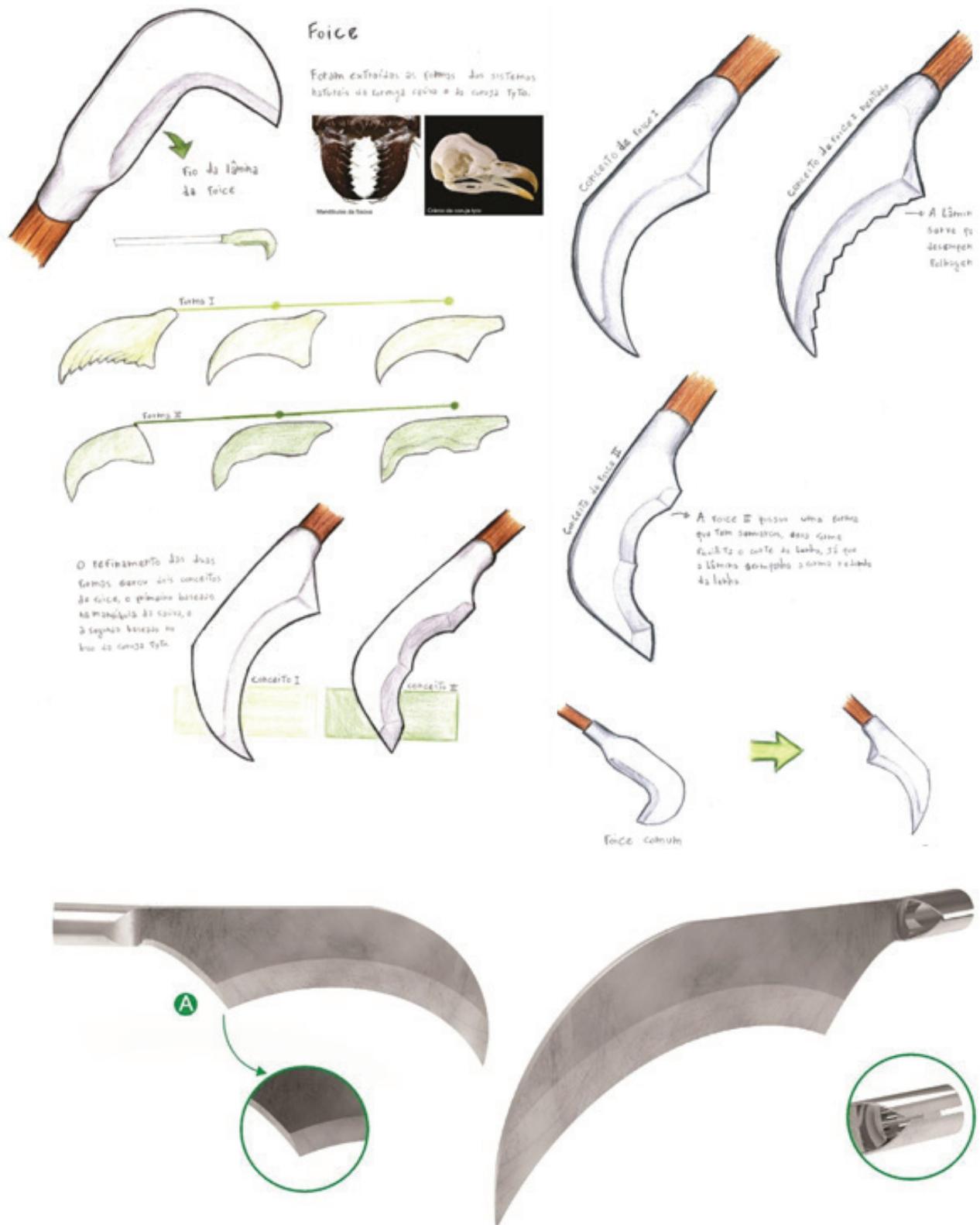


Figura 06 - Redesenho da foice.
Fonte: elaborado pelos autores.

A pá redesenhada teve como base de referência as características formais do osso incisivo dos equinos. Ela possui a ponta que remete a pá de bico (A), facilitando

a entrada no solo quando se precisa cavar, também possui bordas em suas laterais (B), o que impede que detritos caíssem quando a pá é utilizada para carregar resíduos no geral.



Figura 07 - Redesenho da pá.
Fonte: elaborado pelos autores.

A Enxada redesenhada é a junção dos dois conceitos anteriores. Ela possui o fio da lâmina geométrico (A), o que facilita a entrada da ferramenta no solo e diminui o

desgaste das bordas da enxada. Na sua lateral existem pequenas bordas (B) que auxiliam a manipulação do solo com a ferramenta.

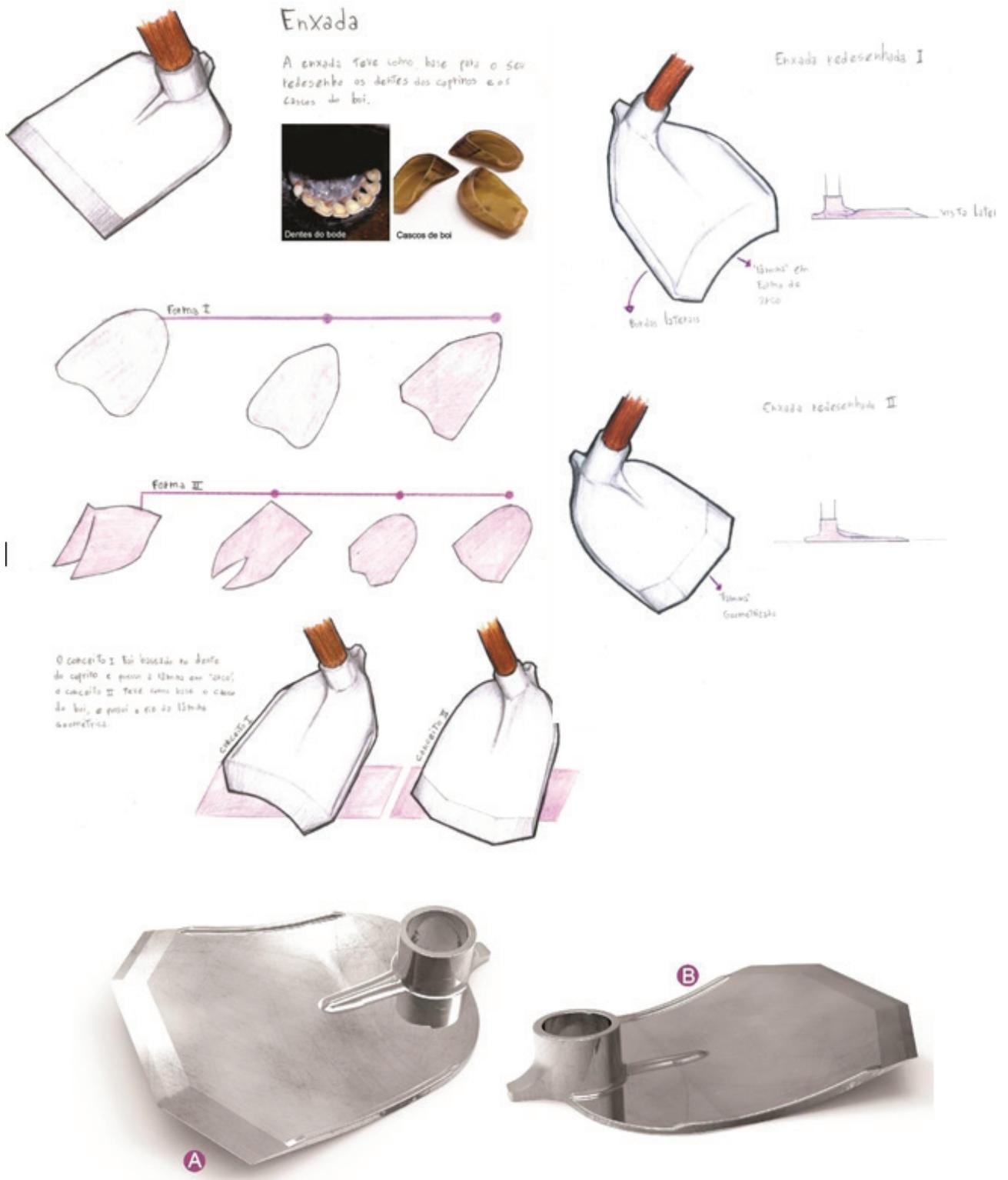


Figura 08 - Redesenho da enxada.
Fonte: elaborado pelos autores.

O ancinho redesenhado teve como referência as garras do Tatouay e do Carcará.

Possui a organização de seus 'dentes' em forma de arco (A), que por sua vez, são baseados nas garras da ave (B). Eles servem para a ferramenta adentrar mais facilmente ao solo.

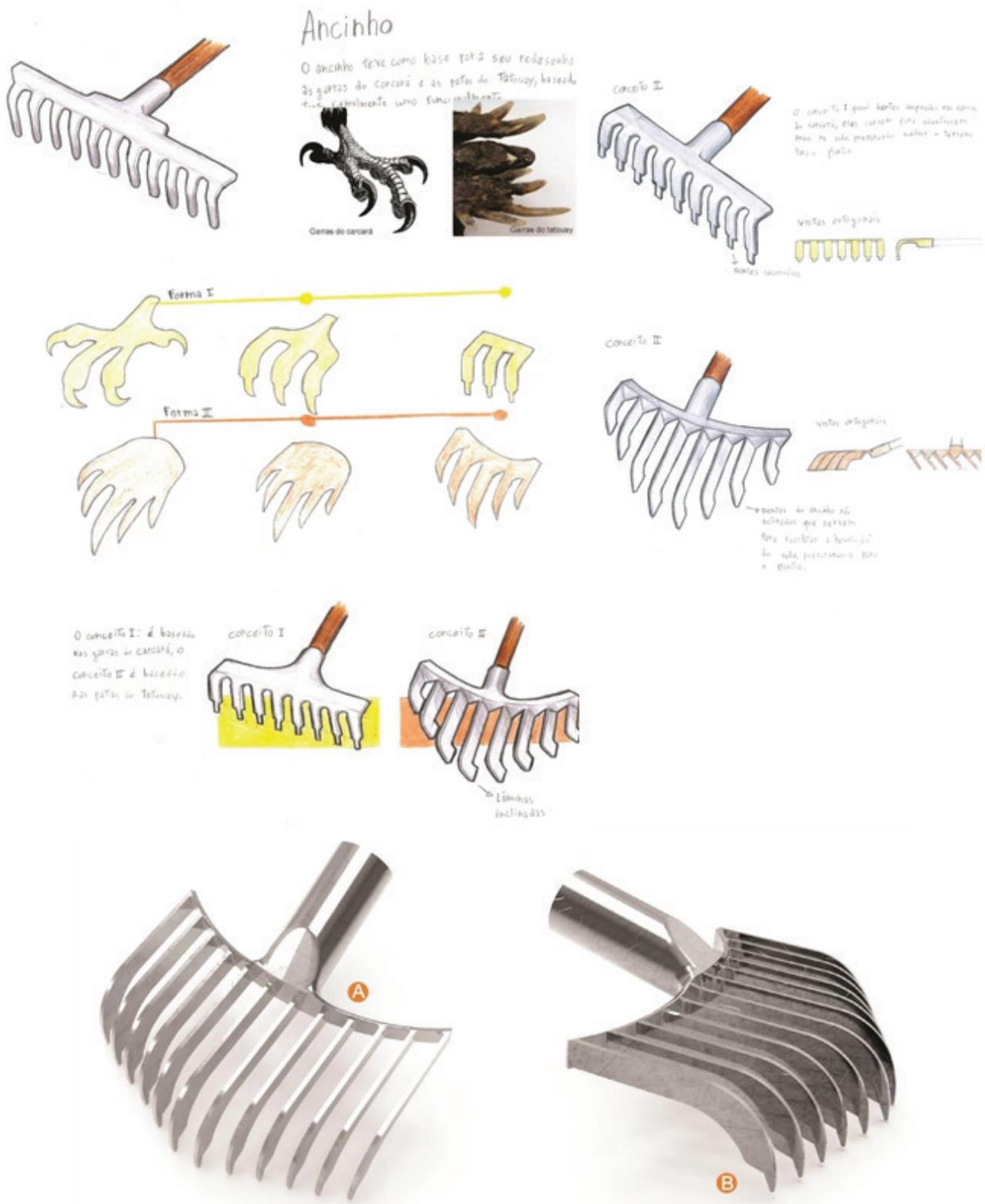


Figura 09 - Redesenho do ancinho.
Fonte: elaborado pelos autores.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verifica-se que o conceito de Biomimética Vernacular se apresenta adequado para ampliação dos estudos sobre os artefatos bioinspirados, haja vista o número de comunidades e grupos sociais do Brasil que vivem exclusivamente do contato direto com a natureza. A necessidade de se registrar o que foi concebido e como foi concebido faz parte do processo identitário e de autoconhecimento dos indivíduos em relação ao território aos quais estão inseridos. Além disso, o redesenho de ferramenta a partir da analogia com sistemas funcionais de animais típicos das regiões Semiáridas e Zona da Mata Nordestina, para a apropriação de suas características e funções de cavar, cortar, furar, revolver e rasgar, se mostrou eficiente ao ser aplicado como metodologia conceitual no design de produto.

Unir design, biomimetismo vernacular e comunidades tradicionais é uma forma peculiar de sustentabilidade, onde o minimalismo, a reutilização e o uso dos materiais locais se apresentam em evidências e em sua maior plenitude.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pela disponibilidade de bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) que possibilitou o desenvolvimento do trabalho que resultou no referido artigo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, Francisco de Carvalho Dias de et al. Uma poética da técnica: a produção da arquitetura vernacular no Brasil. 2016. Instituto de Filosofia e Ciências Humanas Doutorado Unicamp Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/jspui/handle/REPOSIP/320977>.
- BENYUS, Janine M. Biomimética: Inovação inspirada pela natureza. São Paulo: CULTRIX, 2010.
- BIOMIMICRY GUILD. Introduction to Biomimicry, 2006. Disponível em: <http://biomimicry.org>. Acesso em 27 de setembro de 2018.
- RIUL, Marília. Pegar e fazer: a dinâmica da produção e dos usos de artefatos artesanais na região da Barra do Rio Mamanguape – PB e reflexões sobre o design e produção do mundo artificial. 2015. 299f. Tese de Doutorado em Ciência Ambiental – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- VERNACULAR. In: Dicio. Michaelis, Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Editora Melhoramentos Ltda., 2021. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=vernacular>: Acesso em: 15/07/2021.
- “Aves de Rapina do Brasil”. Disponível em <http://www.avesderapinabrasil.com>. Acesso em 02 de fevereiro de 2019.

avesderapinabrasil.com. Acesso em 02 de fevereiro de 2019.

“Equinos no Brasil” Disponível em <https://www.info-escola.com/mamiferos/cavalo/>. Acesso em 03 de março de 2019.

“Caprinos” Disponível em <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/AgriculturaFamiliar/RegiaoMeioNorteBrasil/Caprinos/alimentacao.htm>. Acesso em 04 de março de 2019.

“Tamanduá mirim” Disponível em <http://projetoonca-fari.com.br/pt-BR/anta/18-mamiferos/126-tamandua-mirim>. Acesso em 17 de março de 2019.

“bicho preguiça curiosidades” Disponível em <https://www.greenme.com.br/informar-se/animais/5785-bicho-preguica-curiosidades>. Acesso em 17 de março de 2019.

“Mamíferos - Cabassous tatouay - tatu de rabo mole grande” Disponível em <http://www.icmbio.gov.br/portal/faunabrasileira/estado-de-conservacao/7096-mamiferoscabassous-tatouay-tatu-de-rabo-mole-grande>. Acesso em 17 de março de 2019.

AUTORES

ORCID:

ORCID:

ORCID:

ORCID:

ORCID:

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SILVA, Itamar Ferreira da; ALVES, Daniel Ferreira. Biomimética Vernacular E O Redesenho De Ferramentas Usadas Na Agricultura. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 49-60, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.49-60>.

DATA DE ENVIO: 15/07/2021

DATA DE ACEITE: 04/08/2021

APLICAÇÃO DE PROJETOS DE DESIGN NA GESTÃO DE RESÍDUOS DA UFSC

APPLICATION OF DESIGN PROJECTS IN THE WASTE MANAGEMENT OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF SANTA CATARINA

ANA VERONICA PAZMINO, Dra. | UFSC

RESUMO

Este artigo apresenta o resultado da ação de um projeto de extensão cujo objetivo era desenvolver ações por meio do Design para a Gestão de Resíduos da UFSC e do NDI (Núcleo de Desenvolvimento Infantil). Atendendo a demanda da universidade que conforme previsto na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305 de 2010, está sujeita à elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), pois a composição, natureza e volume de seus resíduos sólidos gerados diferem dos resíduos domiciliares de responsabilidade do Poder Público. O artigo mostra que por meio do envolvimento de alunos bolsistas, alunos voluntários e alunos da disciplina de metodologia de projeto do curso de Design e Design de Produto, foram projetados e produzidos diversos objetos: coletores binários para a área externa do campus, jogos para sensibilizar pessoas em relação ao descarte adequado, material para valorização dos catadores e material para auxiliar na educação ambiental do NDI.

PALAVRAS CHAVE: Gestão de resíduos; design; ação de extensão

ABSTRACT

This paper presents the result of the action of the extension project whose objective was to develop actions through Design for Waste Management at UFSC and NDI (Child Development Center). Meeting the demand of the university which, as provided for in the National Solid Waste Policy (PNRS), Law 12,305 of 2010, is subject to the preparation of the Solid Waste Management Plan (PGRS), because the composition, nature and volume of its solid waste generated differs from household waste under the responsibility of the government. The work shows that through the involvement of scholarship students, volunteer students and students of the project methodology discipline, various objects were designed and produced: binary bins for the external area of the campus, games to sensitize people in relation to proper disposal, material for valuing waste pickers and material to assist in the environmental education of NDI.

KEY WORDS: Waste management; design; extension action



1. INTRODUÇÃO

Um dos principais problemas ambientais do nosso século é a geração de resíduos sólidos. Com a Revolução Industrial e o capitalismo industrial os padrões de consumo se intensificaram rapidamente. O ato de produzir, consumir e descartar cresceram em ritmo muito mais acelerado do que a capacidade de absorção da natureza. Nas últimas décadas observa-se que essa relação predatória gera uma série de impactos ambientais e a partir disso medidas relacionadas ao tema passaram a ter destaque em todo o mundo.

No Brasil, a maior parte dos RSU Resíduos Sólidos Urbanos coletados segue para disposição em aterros sanitários, tendo registrado um aumento de 10 milhões de toneladas em uma década, passando de 33 milhões de toneladas por ano para 43 milhões de toneladas em 2019. Por outro lado, a quantidade de resíduos que segue para unidades inadequadas (lixões e aterros controlados) também cresceu, passando de 25 milhões de toneladas por ano para pouco mais 29 milhões de toneladas por ano. (ABRELPE, 2020, p.20)

Segundo o relatório (ABRELPE, 2020) No Brasil em 2020 foram gerados 79,6 milhões de toneladas de RSU o que corresponde a geração de 221 mil toneladas de resíduos por dia. O relatório alerta que “o país apresenta uma curva ascendente e tem registrado aumento tanto nas quantidades totais, quanto nos valores per capita”.

Especificamente na cidade de Florianópolis, o total de resíduos coletados em 2018 pela COMCAP, empresa pública concessionária dos serviços de limpeza urbana em Florianópolis, foi de 209 mil toneladas, o que corresponde à média de 600 toneladas por dia ou 17,5 mil toneladas por mês. COMCAP (2020). Na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), a comunidade universitária produz mensalmente cerca de 140,9 toneladas de resíduos convencionais (recicláveis, rejeitos e orgânicos).

A Secretaria de Gestão de Resíduos Sólidos da UFSC está se ajustando desde 2014, devido a uma autuação da vigilância sanitária, às leis e políticas ambientais do país como previsto no Decreto nº. 5.940/2006 (BRASIL, 2006), que institui a Coleta Seletiva Solidária como a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indiretamente, na fonte geradora, e sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis.

Atualmente não há coleta seletiva na universidade, nem um sistema de coletores adequado que visa a separação dos diferentes resíduos descartados. Porém, com o

novo Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) que está sendo elaborado pela gestão dos resíduos sólidos da UFSC, o sistema de Coleta Seletiva Solidária (CSS) há necessidade de aquisição de coletores binários.

Como não há a segregação na fonte, constata-se que apenas os rejeitos (1,3 toneladas das 4,7 toneladas diárias) deveriam ser destinados ao aterro sanitário. A mistura e a mesma destinação de todos esses resíduos o transformam em lixo sem valor. Sendo assim, surge a urgência em implementar a CSS e repensar novos coletores para o campus para que ocorra corretamente a segregação desses resíduos.

Atualmente os tipos de coletores externos da UFSC não seguem um padrão. Há coletores simples, coletores seletivos, tubos de concreto, coletores específicos do CTC (Centro Tecnológico), entre outros. Nenhum segue as reais necessidades dos usuários e do campus e todos apresentam alguma deficiência. A grande maioria apresenta baixa resistência ao sol e à chuva, conseqüentemente quebram e/ou enferrujam com o decorrer do tempo. Também não possuem cesto interno, o que dificulta/impece a limpeza adequada. A maioria não possui proteção contra a entrada e acúmulo de chuva, nem cuidado com a higiene. E nenhum dos coletores é basculante, característica que preza a saúde e praticidade do trabalhador.

As universidades possuem um papel importante na construção de uma conscientização ambiental, têm a missão de difundir a cultura da reciclagem e combater a invisibilidade dos trabalhadores que manuseiam esses resíduos diariamente. A UFSC está se inserindo nesse contexto a fim de valorizar os serviços ambientais dos catadores, oferecer melhores condições de trabalho, aplicar mudanças culturais positivas junto à comunidade e conscientizar da geração ao descarte dos resíduos sólidos. A mobilização da comunidade universitária também será indispensável para sustentar as futuras ações aplicadas.

O papel do design e suas vertentes, como o design de produto, há muito representa um meio de abordar e gerar ações positivas quanto às temáticas sociais e ambientais. O presente artigo mostra como o design pode realizar um trabalho junto da comunidade por meio de um projeto de extensão e ação de ensino.

2. METODOLOGIA PROJETUAL

O processo projetual que foi adotado para o desenvolvimento dos projetos foi o *Design Thinking*, onde as pessoas são colocadas em primeiro lugar com ênfase em suas necessidades fundamentais. “O *design thinking* se baseia em nossa capacidade de ser intuitivos, reconhecer padrões,

desenvolver ideias que tenham um significado emocional além do funcional, nos expressar em mídias além de palavras ou símbolos”. (BROWN, 2009).

Esse processo é fundamentalmente exploratório, sem um roteiro sequencial de passos ordenados, há apenas pontos de partidas e pontos de referências ao longo do trajeto. Para Brown, a equipe de design deveria transitar por estes três espaços ao longo do projeto: um espaço de “Inspiração” ou “Imersão” que é o problema ou a oportunidade que motiva a busca por soluções; pela “Idealização” ou “Ideação” que é o processo de gerar, desenvolver e testar ideias; e o espaço de “Implementação” ou “Prototipação” que seria o caminho que vai do estúdio de design ao mercado. A figura 01 mostra o esquema do processo do *Design Thinking*.

Na fase de Imersão a equipe de projeto (coordenadora, alunos bolsistas, alunos voluntários e os alunos da disciplina de metodologia de projeto) se aproximaram do contexto do problema e os *insights* foram coletados de todas as fontes possíveis.

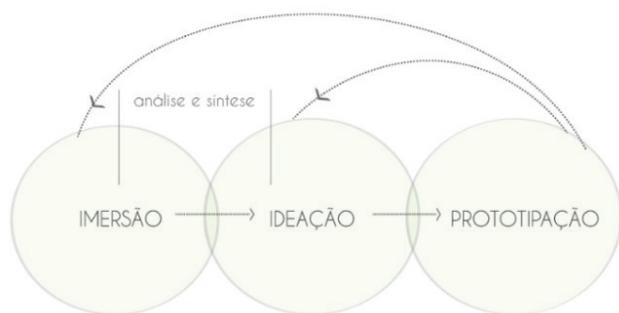


Figura 01 - Esquema do Design Thinking
Fonte: Adaptado de (VIANNA, 2012)

A Imersão pode ser dividida em duas etapas: Preliminar e em Profundidade. A primeira tem como objetivo o reenquadramento e o entendimento inicial do problema, enquanto a segunda destina-se à identificação de necessidades e oportunidades que irão nortear a geração de soluções na fase seguinte do projeto, a de Ideação. VIANNA (et al. 2012).

Segundo Brown (2010), essa fase deve focar em *insight*, observação e empatia. “O *insight* é uma das principais fontes do *design thinking*, e em geral não provém do âmbito dos dados quantitativos que mensuram exatamente o que já temos e nos dizem o que já sabemos”. (BROWN, 2010). Sair pelo mundo e observar as verdadeiras experiências dos usuários pode ser o ponto de partida.

Para Brown (2010) construímos pontes de *insight* através da empatia, que é a tentativa de ver o mundo através dos olhos das outras pessoas e colocar-se no lugar delas.

Porém, faz-se necessário estender a compreensão não somente às interações sociais das pessoas em grupos, mas sim às interações entre os próprios grupos. O *Design Thinking* deve abranger a inteligência coletiva e conciliar consumidores e criadores através da colaboração. Dessa forma que chegaremos à definição e entendimento do público-alvo, junto com a elaboração de análise etnográfica.

Na segunda fase denominada Ideação, “utiliza-se as ferramentas da fase anterior com a finalidade de estimular a criatividade e gerar alternativas que estejam de acordo com o contexto do projeto”. (VIANNA, et al. 2012). Nessa fase de geração de alternativas fala-se da técnica do *brainstorming*, que serve para explorar a capacidade criativa de um indivíduo ou grupo. A realização de protótipos iniciais ocorre também nessa etapa com o intuito de validar algumas de suas características antes que o plano venha a ser construído definitivamente.

E por fim a fase da Prototipação onde foram validadas as ideias e que em alguns projetos aconteceram paralelamente à Imersão e à Ideação. Para Brown (2010), o objetivo dos protótipos iniciais deve ser decidir se uma ideia tem valor funcional ou não, uma das maneiras de adquirir essas respostas é apresentando os protótipos aos possíveis usuários para obter feedbacks. A figura 02 mostra o ciclo iterativo da prototipação.

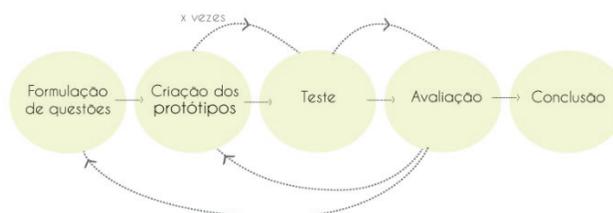


Figura 02 - Ciclo de prototipação
Fonte: Adaptado de (VIANNA, 2012)

A seguir é tratado o tema da extensão universitária sendo que a relação de ensino e extensão fazem parte do processo de ensino-aprendizagem da disciplina de metodologia de projeto.

3. EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

Seu escopo é o de um processo interdisciplinar, educativo, cultural, científico e político, por meio do qual se promove uma interação que transforma não apenas a Universidade, mas também os setores sociais com os quais ela interage.

Extensão Universitária denota também prática acadêmica, a ser desenvolvida, como manda a Constituição de 1988, de forma indissociável com o Ensino e a Pesquisa, com vistas à promoção e garantia dos valores democráticos, da

equidade e do desenvolvimento da sociedade em suas dimensões humana, ética, econômica, cultural, social. Política Nacional de Extensão Universitária (2012).

Na RESOLUÇÃO Nº 7, DE 18 DE DEZEMBRO DE 2018 (MEC) se estabelece no “Art. 4º As atividades de extensão devem compor, no mínimo, 10% (dez por cento) do total da carga horária curricular estudantil dos cursos de graduação, as quais deverão fazer parte da matriz curricular dos cursos”.

Neste artigo a ação de extensão universitária mostra que pode fazer parte do ensino em cursos de design, como uma prática de inserção do futuro designer para ter a sensibilidade e empatia visando atender as necessidades de grupos que saem da curva dos interesses empresariais na busca de equidade e do desenvolvimento da sociedade.

Articulação da extensão no ensino se dá com a disciplina de Metodologia de projeto em que o início da prática projetual incentiva os alunos para o desenvolvimento de soluções atendendo ao projeto de extensão.

A seguir são mostrados os resultados dos alunos em que muitos foram aplicados e entregues em quanto outros ficaram como projetos até haver verba ou financiamento para sua implementação.

4. RESULTADOS

Em 2017 o enunciado do projeto foi: Desenvolvimento de material gráfico ou objetos que visem sensibilizar, informar e educar alunos, servidores e comunidade sobre as formas adequadas de descarte do resíduo sólido. Lixeiras binárias, terciárias, quaternárias, material informativo e/ou jogos. Foram desenvolvidos diversos objetos para o projeto de extensão “Gestão de Resíduos no Campus da UFSC”.

Neste artigo são mostradas quatro soluções que representam a ação para diversos públicos, sendo eles: adultos que frequentam o campus e crianças do NDI -Núcleo de Desenvolvimento Infantil e de creche pública. As soluções embora diferentes têm o mesmo objetivo, contribuir com a informação sobre o descarte adequado de resíduos por meio da educação ambiental.

4.1 Coletores binários externos

Foi identificado que os resíduos orgânicos gerados pela comunidade acadêmica e que são descartados nos coletores externos do campus não sofrem segregação e recebem o mesmo acondicionamento e destino que os demais resíduos.

Os rejeitos, são os materiais que não podem ser reaproveitados, representam 27% do resíduo gerado no campus da UFSC. Eles são originados em todos os centros de ensino, incluindo o Colégio Aplicação e o NDI Núcleo de Desenvolvimento infantil que atende crianças de 0 a

5anos 8 meses, as Unidades Administrativas, lanchonetes, espaços públicos, etc., e são misturados com todos os materiais recicláveis que não sofrem a segregação informal.

Todos os resíduos convencionais que são descartados nas áreas externas do campus, sem qualquer tipo de segregação, são retirados diariamente dos coletores e ensacados por empregados da empresa contratada PROVAC.

Posteriormente as sacolas são recolhidas e encaminhadas, por dois funcionários da UFSC, para um mesmo ponto de coleta (contêiner) situado próximo à prefeitura universitária. A coleta final ocorre diariamente no período noturno, pela empresa COMCAP por meio do contrato 284/2011. Após a coleta esses resíduos são destinados ao aterro sanitário de Biguaçu que se encontra no continente.

A estrutura existente atualmente no campus conta com 232 coletores externos e 16 pontos de coleta, com 350 contentores de 240L distribuídos, e 2 contêineres de 21m³ para o excedente. Esses coletores externos apresentam uma série de problemas como identificabilidade, durabilidade, resistência, qualidade sanitária, e de adequação às condições de uso.

No contexto de mobiliário urbano a identificabilidade diz respeito ao reconhecimento de um objeto como tal, a facilidade do usuário em reconhecer de forma rápida e eficaz o mobiliário em questão. O conjunto de coletores do campus apresenta grandes problemas de identificabilidade, e isso acontece quando o descartador confunde uma lixeira com outro objeto. No caso da UFSC a inexistência de um padrão de coletores e a clareza de significado podem ser alguns dos fatores de descarte de resíduos de forma inadequada. Na Figura 03 pode-se observar a ausência de um padrão único, através de cores, formas e materiais.



Figura 03- Coletores externos da UFSC
Fonte: Prêve, 2017

Os coletores apresentam configuração muito diferente uma da outra e isso gera confusão no momento do descarte pela falta de uma configuração visual característica.

Além da existência de padrão é recomendável que o objeto tenha a aparência condizente com a sua função, ou seja, que possua elementos comuns àquele tipo de produto, senão o usuário terá dificuldade de identificá-lo e passará a utilizá-lo de maneira inadequada ou a ignorá-lo.

No Campus da UFSC foram encontrados diferentes usos do mesmo objeto: Os tubos de concreto. Dentre os mais diversos tipos de coletores do campus esse é o mais comum, porém há uma variedade de usos do mesmo, são usados como suporte para plantas, e também como barreiras para passagens de pedestres.

Os coletores em tubo de concreto apresentam tamanhos, alturas e diâmetro da boca muito distintas umas das outras. Foram encontradas alturas entre 550mm e 1100mm, e os diâmetros variando entre 250mm e 600mm.

Quanto aos problemas de higiene foi verificado que a grande maioria não possui tampa ou se a mesma se encontra quebrada. Algumas apresentam mau cheiro, além de ausência de sacolas na maior parte delas.

Foi feita uma pesquisa no campus, a figura 04 mostra o infográfico com a síntese dos dados da pesquisa.



Figura 04- Infográfico da pesquisa
 Fonte: Prêve, 2017

O questionário foi aplicado através de ferramenta online Typeform, do dia 29 de setembro ao dia 05 de outubro de 2017, e divulgado através de mídias sociais para toda

a comunidade acadêmica. Foram elaboradas 18 alternativas de múltipla escolha e 1 aberta, onde obteve-se um total de 227 respostas.

61% consideram os coletores ruins, desaprovam os resíduos transbordando. Foi realizado um registro fotográfico de observação mostrando os problemas dos funcionários para retirar os resíduos dos coletores. A figura 05 mostra a ação dos funcionários.

É clara a postura inadequada dos funcionários, a coleta dos resíduos com as mãos e o esforço para retirar de todos os coletores do campus quando estes não tem sacolas.



Figura 05: Postura dos trabalhadores na retirada de resíduos- Coletor de tubo de concreto
 Fonte: Prêve, 2017

Após a definição de requisitos de projeto, foram geradas alternativas de coletores com tampa, altura adequada, material concreto por ser de mais baixo custo e resistente a intempérie. A figura 06 mostra a identidade proposta para os coletores binários.



Figura 06- Letreiros de identificação do resíduo
 Fonte: Prêve, 2017

A figura 07 mostra o render dos coletores binários escolhidos e refinados. Eles ainda não foram produzidos por falta de verba da gestão de resíduos da UFSC e por falta de parcerias com empresas que possam confeccionar os coletores a um baixo custo.



Figura 07- Render Coletores binários
Fonte: Prêve, 2017

Os coletores apresentam uma tampa metálica de simples manuseio, pois seria facilmente aberta até sua posição final, e seu retorno à posição inicial também é bastante simplificado, havendo auxílio da haste de apoio para que a tampa permaneça no ponto definido.

Os coletores dos recicláveis seco e a de rejeitos e orgânicos possuem respectivamente 830mm e 730mm de altura até a abertura da boca. Essas dimensões foram aplicadas para não comprometer a saúde física do trabalho no movimento de retirada e reposição das sacolas. Além disso, possuem altura confortável para a realização do movimento de descarte por parte dos usuários.

Os coletores são compostos por um corpo de concreto armado. As outras peças se sugere sejam fabricadas em aço inoxidável, sendo elas: um aro para sobrepor na boca da lixeira; uma tampa côncava com haste de reforço na parte interna; duas hastes soldadas à tampa, uma servindo apenas como apoio e outra como sustentação; e uma dobradiça na haste de sustentação.

4.2 Material de ensino para o NDI/UFSC

Para o desenvolvimento do material de ensino para o tema gestão de resíduos, para o NDI, os alunos entraram em contato com a professora Carolina da Educação Ambiental que manifestou a necessidade para desenvolver um jogo que ensinasse as crianças a forma correta de descarte nos coletores binários internos que foram confeccionados na marcenaria da UFSC.

A dinâmica devia ser lúdica e divertida, além disso, foi solicitado que fosse desenvolvido um painel para a Horta e uma forma de identificar as plantas 24 plantas que tem no canteiro. A figura 08 mostra o infográfico que surgiu da pesquisa realizada no NDI.

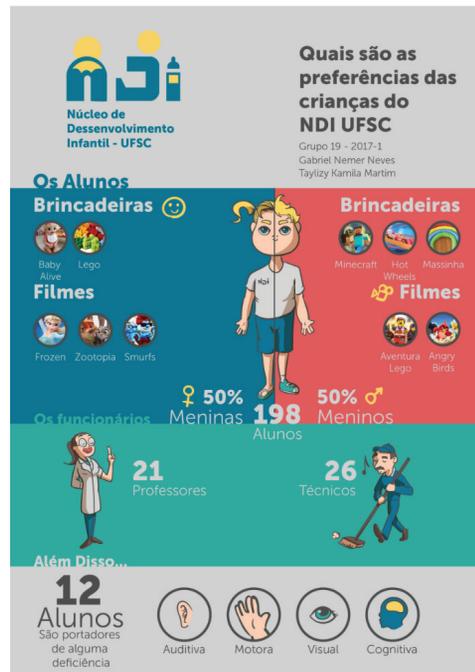


Figura 08 - Infográfico NDI
Fonte: Nemer, 2018

Foi desenvolvido um jogo de tabuleiro Cata-quí em que o cenário é uma praia que faz parte do repertório das crianças, já que Florianópolis é uma ilha e desde pequenas as crianças frequentam este local. Nesse cenário onde habitam animais como a coruja buraqueira, gaivota, sururu, siri, estrela do mar, tartaruga cabeçuda e o ouriço, tem seu espaço ocupado por diversos resíduos orgânicos, recicláveis e rejeitos.

As ilustrações dos animais foram colocadas em peças de madeira. Os animais da praia estão na figura 09.

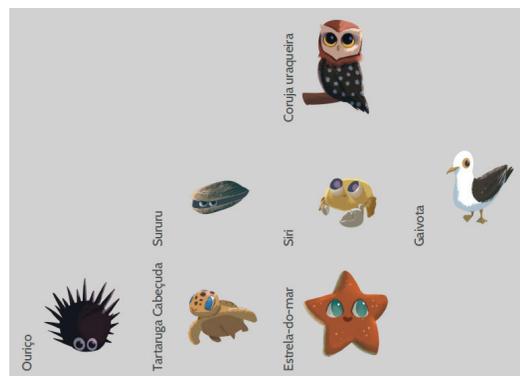


Figura 09 - Animais do jogo Cata-quí
Fonte: Nemer, 2018

A dinâmica do jogo mostra os resíduos que ocupam a praia por terem sido descartados de forma inadequada são objetos e embalagens que fazem parte do repertório das crianças. Todo os resíduos são adesivos colados em peças que são jogados no tabuleiro enquanto a professora diz o nome do objeto ou resíduo e as crianças tem que procurar e pegar e descartar no coletor binário (rejeitos e recicláveis). As imagens dos resíduos estão na figura 10.

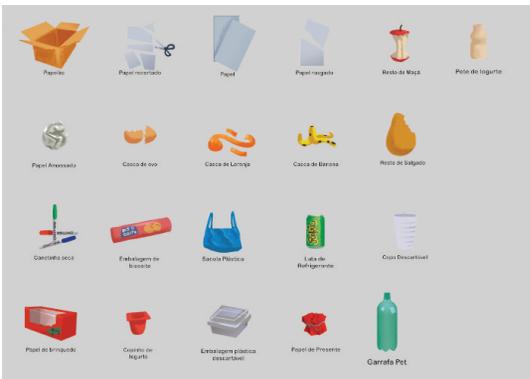


Figura 10-Resíduos
Fonte: Nemer, 2018

A figura 11 e 12 mostram o jogo finalizado e o mesmo sendo jogado no NDI onde foi entregue à professora e onde as crianças brincaram e interagiram. Algumas alterações foram solicitadas como: retirar a lata de refrigerante já que não consumem no NDI e escrever no verso das fichas o nome do animal e resíduos já que algumas crianças queriam ler, mesmo que ainda não sejam alfabetizadas. Tornando possível que o jogo seja adequado para crianças de outras faixas etárias. As crianças gostaram de brincadeira, todos/todas participaram. Cabe mencionar que os coletores se tornam a embalagem para as peças que ficam aí guardadas.



Figura 11- Jogo Cata-quí
Fonte: Pazmino, 2018



Figura 12- Jogo Cata-quí no NDI
Fonte: Pazmino, 2018

Além do jogo de tabuleiro também foi criado o painel da horta do NDI e o sistema de identificação das plantas para a horta por meio de números que devem ser fixados na terra. O painel foi confeccionado e feita a instalação. A figura 13 mostra o painel Horta da Vovô e a figura 14 os números que foram confeccionados com material reutilizado e por meio de corte a laser no laboratório pronto 3D da UFSC.



Figura 13- Painel Horta da Vovô
Fonte: Pazmino, 2018



Figura 14- Números para cada planta na horta
Fonte: Pazmino, 2018

O painel da horta e os números foram instalados no NDI.

Também foi feito um jogo para que crianças possam entender a importância de separar os resíduos pelos tipos, metal, plástico, vidro, orgânicos. Este sistema é um padrão mundial e já que na UFSC por uma questão de logística não foi implantada está separação, o Jogo foi levado e doado para a Creche Nossa Senhora Aparecida localizada na Rua Dep. Antônio Edu Vieira, SN, Pantanal na cidade de Florianópolis.

A creche pertence a rede municipal e contava com 97 alunos. O jogo foi feito para crianças de 5 a 6 anos. A figura 15 mostra o jogo (painel metálico, peças imantadas, uma cartilha informativa). E o jogo sendo utilizado pelas crianças da creche.



Figura 15- Jogo recicleduc
Fonte: Pazmino, 2018

Também teve um projeto que envolveu a diagramação e ilustração de uma cartilha sobre o Desafio Lixo Zero, elaborada em conjunto com o Núcleo de Educação Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina – NEAmb.

A cartilha Desafio Lixo Zero foi elaborada incorporando os aspectos estéticos, funcionais e conceituais desejados pela equipe para a criação de um material informativo e didático que auxiliasse na sensibilização para a diminuição de resíduos em escolas. Foi feito para ser distribuído fisicamente e em arquivo pdf. Para as escolas e IES onde é aplicado o projeto. A figura 16 mostra o resultado do livro físico e a figura 17 o digital.



Figura 16- Livro físico "Desafio do lixo zero"
Fonte: Krause e Quaresma, 2017



Figura 17- Livro digital e físico
Fonte: Krause e Quaresma, 2017

Entre os projetos realizados pelos alunos, houve trabalho com os catadores da associação de coleta solidária e foram desenvolvidos diversos jogos de sensibilização para uma gestão de resíduos mais consciente em diversos ambientes da comunidade como creches e escolas. Os materiais (entre objetos e material gráfico) foram entregues na comunidade.

Percebe-se nos resultados que o design social se manifesta em ações de extensão como a mostrada neste artigo. Mostrando um eco as palavras de Margolin, 2004.

Um modelo social de prática de design se mostra cada vez mais necessário, e nós estamos esperançosos que designers preocupados, pesquisadores em design, profissionais de assistência e educadores do design encontrem uma maneira de tornar este modelo possível! (MARGOLIN, 2004, p. 30,

O processo de design com vistas à dimensão social e ambiental é um fenômeno de criação e produção de artefatos que podem beneficiar a sociedade, segundo uma visão ativa, dinâmica e participativa de métodos para o exercício de um fenômeno criativo. Trata-se de um sistema aberto de ensino e aprendizagem, em que há troca de visões e problemas do mundo, do sentir e do agir no desenvolvimento de soluções.

A curricularização da extensão surge porque a extensão não pode ser entendida como um apêndice, de forma isolada, entre as funções da universidade. Ela deve ser incluída como parte indissociável do ensino e da pesquisa nas práticas pedagógicas de todos os currículos. A educação precisa ser integral e não fragmentada (ANTUNES e PADILHA, 2010).

Temos que lembrar que a Extensão Universitária é a ação da Universidade junto à comunidade que possibilita o compartilhamento, com o público externo, do conhecimento adquirido por meio do ensino e da pesquisa desenvolvidos na instituição. Por este motivo que a relação de ensino e extensão pode gerar soluções criativas com um viés sustentável.

5. CONCLUSÃO

O artigo mostrou alguns dos resultados da ação de ensino-aprendizagem com o projeto de extensão “Gestão de Resíduos da UFSC”. A problemática do descarte de resíduos precisa de soluções para reduzir a geração e para promover o descarte adequado reduzindo a quantidade de resíduos que são destinados ao aterro sanitário ou lixões.

O projeto do coletor externo mostrado no artigo, ainda não foi produzido e espera-se que se concretize já que beneficiará todas as pessoas que utilizam e frequentam o campus. Os projetos para o NDI tanto na criação do painel e um sistema para conhecer todas as 24 plantas da horta como o jogo informando sobre resíduos de forma lúdica foram confeccionados e entregues.

O artigo mostrou a ação de design em um projeto de extensão em que a participação de alunos da disciplina de metodologia de projeto por meio da prática de projeto como processo de ensino-aprendizagem permitiu o desenvolvimento de diversos materiais dos quais quatro foram apresentados neste artigo.

Salienta-se a importância da participação de bolsistas e voluntários do projeto de alunos de fases mais avançadas auxiliando no desenvolvimento e na materialização, assim como a participação de um projeto de conclusão de curso. Um aspecto que merece reconhecimento é a execução do material realizada no Laboratório Pronto 3D da UFSC.

Embora as ações extensionistas são um caminho possível para beneficiar o público externo, existem aspectos que devem ser construídos e normatizados pela universidade.

Assim como, é necessário que a gestão da universidade ofereça condições para sua efetivação por meio de: Formas de financiamento, programas de bolsas para estudantes; valorização da participação do docente nas ações extensionistas; transporte; materiais de consumo; apoio logístico; segurança de professores e estudantes entre outros.

AGRADECIMENTOS

A PROEX UFSC e ao Laboratório de Fabricação Digital Pronto 3D.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, Ângela; PADILHA, Paulo Roberto. **Educação cidadã, educação integral: fundamentos e práticas**. São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2010.

ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/> Acesso em: 5 de novembro, 2020.

COMCAP. **Gestão dos Resíduos em Florianópolis**: Florianópolis: Comcap, 2019. Color. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/28_03_2012_12.14.43.479674c6336c7d401fc5b3775836ac3a.pdf>. Acesso em: 5 de novembro, 2020.

COMPANHIA DE MELHORAMENTO DA CAPITAL-COMCAP (Florianópolis). **Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos- PGRS**: Município de Florianópolis/SC. Florianópolis, 2019. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php?cms=plano+de+gerenciamento+de+residuos+solidos&menu=8>. Acesso em: novembro de 2020.

BRASIL. Decreto n.º 12.305, de 2 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**, Brasília, DF, p.3. Seção 1. Diário Oficial da União (DOU) de 03 de agosto de 2010.

BRASIL. Decreto n.º 5.940, de 25 de outubro de 2006, institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF.

BROWN, Tim. **Design Thinking**: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2009. 249 p.

KRAUSE, Laís; QUARESMA, Juliana. Cartilha de formação desafio lixo zero. Relatório de projeto da disciplina Metodologia de projeto do curso de design da UFSC. 2017.

NEMER, Gabriel. **Cata-quí.: Jogo para separação de resíduos**. Relatório de projeto da disciplina Metodologia de projeto do curso de design da UFSC. 2018.

MARGOLIN, Sylvia; MARGOLIN, Victor. **A “Social Model” of Design: issues of practice and research.**

2002. Disponível em: http://www.yorku.ca/wsywong/course/ysdn3104_04/margolinsocial.pdf>. Acesso em: 19 maio 2013.

PAZMINO, Ana Veronica. **Relatório de projeto de extensão.** Proex. 2018

PRÉVE, Marina Koerich. **Coletor de Resíduo Binário Para o Campus da Universidade Federal de Santa Catarina.** Projeto de conclusão do Curso de Design. 2017.

VIANNA, Mauricio. et al. **Design Thinking: Inovação em negócios.** MJV, 2012.

AUTORES

ORCID: 0000-0001-7669-8650

ANA VERONICA PAZMINO, Dra. | Universidade Federal de Santa Catarina | Design de Produto | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Av. Madre Benvenuta 322 ap 816 Trindade CEP: 88036-500 | e-mail: anaverpw@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

PAZMINO, Ana Veronica. Aplicação De Projetos De Design Na Gestão De Resíduos Da Ufsc. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n.4, p. 61-70, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.61-70>.

DATA DE ENVIO: 06/05/2021

DATA DE ACEITE: 07/05/2021

MATERIAIS VIVOS, O CASO DA CELULOSE BACTERIANA: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA DA APLICAÇÃO NO DESIGN INDUSTRIAL, ARQUITETURA E MODA

LIVING MATERIALS, THE CASE OF BACTERIAL CELLULOSE: A LITERATURE REVIEW OF APPLICATIONS IN INDUSTRIAL DESIGN, ARCHITECTURE AND FASHION

ELISA STROBEL DO NASCIMENTO, M.Sc. | UFPR

GISLAINE MARIA LAU | UFPR

FELIPE DE CARVALHO ISHIY | UFPR

ADRIANO HEEMANN, Dr. | UFPR

RESUMO

O Design com materiais vivos, em que participam outros organismos na materialização dos artefatos, traz novas possibilidades e desafios teóricos e práticos. No recorte do design envolvendo bactérias, esta pesquisa tem como objetivo levantar e mapear as perspectivas e aplicações da celulose bacteriana no design industrial, arquitetura e moda. O procedimento metodológico é a revisão sistemática que resultou na análise de 27 trabalhos acadêmicos e 16 depósitos de patentes nacionais e internacionais. Como resultado sumarizam-se as aplicações relatadas e prospectadas. Os destaques estão nas aplicações têxteis e nos processos de cultivo, conformação e acabamentos. São relatadas as dificuldades e discutidas oportunidades para os designers com estes materiais.

PALAVRAS CHAVE: Biodesign; Materiais Vivos; Biofabricação; Celulose Bacteriana

ABSTRACT

Design with living materials, when other organisms take part in the artifact's development and production, unveils new possibilities, theoretical and practical challenges. This research focuses on design with bacteria and aims to identify and map applications and perspectives for bacterial cellulose in industrial design, architecture and fashion. Through systematic literature review, we analyzed 27 academic works and 16 national and international patents. We found an emphasis on fashion and textile purposes and a focus on growing, molding and finishing processes. Finally, we present the difficulties for this material and discuss opportunities for designers.

KEY WORDS: *Biodesign; Living Materials; Biofabrication; Bacterial Cellulose*



1. INTRODUÇÃO

O Biodesign, uma vertente que implica no trabalho do designer na intersecção com a biologia, tem sido cada vez mais referenciado e assume nomes como biofabricação e design com materiais vivos (NASCIMENTO; HEEMANN, 2020). Nesta prática outros seres vivos não-humanos participam na criação e materialização de artefatos. Exemplos seriam a produção de mobília pela indução de árvores cultivadas diretamente na forma projetada (FULL GROWN, 2020) e vasos e embalagens crescidos em moldes a partir de compósitos com fungos (RADIAL BIO, 2020). O conceito de material vivo parece ainda não ser consensual. Enquanto alguns autores mantêm vivos os organismos nos artefatos para o uso, outros os “desativam” após a fabricação, como geralmente ocorre nos casos de produtos feitos com fungos (NASCIMENTO; HEEMANN, 2020). Além do argumento da sustentabilidade, haveriam possibilidades inerentes às funções relacionadas às “habilidades” de diversas espécies, como por exemplo, a proteção contra radiação (SHUNK; GOMEZ; AVERESCH, 2020). A variação de condições de nutrição e desenvolvimento destes organismos pelos designers, parece abrir um horizonte de possibilidades ainda mais amplo no que se refere ao uso dos materiais vivos (CAMERE; KARANA, 2018).

No presente trabalho explora-se o recorte do design com a participação de bactérias, especificamente a celulose bacteriana (CB). O objetivo é levantar e mapear as principais perspectivas e aplicações da CB no design industrial, na arquitetura e na moda. Esta é uma versão revisada e expandida do trabalho apresentado por Nascimento et al. (2021), que traz informações mais detalhadas sobre cultivo, secagem, impermeabilização e acabamentos para aplicação da celulose bacteriana nestas áreas. A seguir, introduz-se o Design com bactérias, são então apresentados os procedimentos metodológicos e os resultados analisados, discutidos e organizados em categorias. Conclui-se com as possibilidades de estudos futuros para aplicação destes materiais.

1.1. Design com materiais vivos: bactérias

Exemplos de trabalhos de designers com bactérias variam do uso para pigmentação, até aplicação de tecnologias avançadas, como a impressão tridimensional em substrato com bactérias vivas, ilustradas na Figura 1.

Uma das formas mais usuais de bactérias em projetos de design é a biofabricação de artefatos de celulose bacteriana (CB). Esta recebe outros nomes como couro bacteriano, couro de kombucha, couro vegano, biofilme, bio-celulose, celulose nativa, nanocelulose cristalina, mãe de

vinagre (COSTA; BIZ, 2017; DAMSIN, 2019). A CB, sintetizada por bactérias, é um polímero natural renovável e biodegradável (RATHINAMOORTHY; KIRUBA, 2020). Algumas das propriedades da CB são alta pureza em relação à celulose vegetal, alta cristalinidade, alta retenção de água, alta resistência à tensão de tração e estabilidade térmica (DERME; MITTERBERGER; DI TANNA, 2016; DOMSKIENE; SEDERAVICIUTE; SIMONAITYTE, 2019; NIYAZBEKOVA; NAGMETOVA; KURMANBAYEV, 2018). A Figura 2 apresenta exemplos de artefatos crescidos em CB.

O processo de *microbial weaving*, demonstrado no calçado ao lado superior direito da Figura 2, envolve técnicas e equipamentos mais elaborados, como uso de tecnologias CNC (MODERN SYNTHESIS, 2020). Por outro lado, Camere e Karana (2018) e Damsin (2019) descrevem processos do tipo “faça-você-mesmo”, apoiados em fóruns de compartilhamento de conhecimento e experimentos empíricos. Exemplos seriam a banqueta Xylum (HÜLSEN, 2011) e a Jaqueta de Suzanne Lee (TED, 2011) também ilustrados na Figura 2.



Figura 1: Exemplos de aplicação de design com bactérias
Fonte: da esquerda para a direita, Living Colour (2017, p.25); Smith et al. (2020, p.8).



Figura 2 - Exemplos de aplicação de design com celulose bacteriana
Fonte: à esquerda TED (2011); à direita superior Modern Synthesis (2020); à direita inferior Hülsen (2011)

Um método comum para a obtenção de CB parte da fermentação do caldo de chá de Kombucha. Seu subproduto denominado SCOPY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) é composto de celulose, bactérias, leveduras e água (NG, 2017). Segundo Zolotovskiy (2012), a CB seca contém células bacterianas “desativadas”, mas uma pequena fração delas permanece viva. Quando recolocadas em meio de cultivo, retomam as funções de crescimento, reprodução, etc., desempenhando inclusive reparação de fraturas no material. Por ser um material vivo, a CB traz oportunidades de estruturar a celulose de maneiras diferentes, pois os organismos respondem aos estímulos apresentados crescendo, se regenerando e biodegradando (ZOLOTOVSKY, 2012).

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o levantamento da literatura adaptou-se o método da Revisão Bibliográfica Sistemática (RBS) apresentado por Conforto, Amaral e Silva (2011), em quatro etapas: (1) busca em bases de dados; (2) busca em ferramenta livre; (3) busca em bases de depósito de patentes e (4) categorização e análise dos dados.

Em uma primeira etapa, as bases de dados selecionadas foram a *Web of Science* (Thomson and Reuters) e *Scopus* (Elsevier). A *string* buscada na *Scopus* foi: “*bacterial cellulose*” AND “*product design*” OR “*fashion*” OR “*architecture*”. Na base de dados *Web of Science*, as palavras que compõem a *string* foram combinadas em pares. Desta maneira, obtiveram-se 307 resultados. O recorte, na leitura do título e resumo, usou como filtro os seguintes critérios para exclusão da amostra:

- (1) abordagem apenas das questões técnicas do material, ou construção e estrutura da célula, sem apresentação de possibilidades de aplicação construtiva em artefatos. Trabalhos que listaram possibilidades de aplicações do material com exemplos foram mantidos;
- (2) aplicações restritas à tecidos de órgãos e curativos;
- (3) aplicação restrita à nanogeradores, capacitores e eletrodos;
- (4) aplicações restritas à recuperação de água ou solos.

Após a remoção de repetições e aplicação dos critérios de exclusão, foram obtidos 20 trabalhos pertinentes, dos quais 4 não se teve acesso.

Para uma segunda etapa, replicou-se a mesma *string* utilizada na base *Scopus* com a ferramenta de busca livre Google. Os resultados listados foram lidos com o objetivo de identificar trabalhos científicos. A ferramenta omitiu trabalhos repetidos, considerando 100 resultados relevantes. Os mesmos critérios de exclusão foram considerados

na leitura, resultando na inclusão de 8 artigos e 3 dissertações de mestrado. Ao todo, compõem a amostra da análise desta pesquisa 27 trabalhos acadêmicos publicados entre os anos 2006 e 2020.

A terceira etapa, referente aos depósitos de patentes, exigiu buscas separadas por palavras-chave, adaptadas a partir da primeira busca. Inicialmente, na base do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (INPI), os termos procurados foram “biofilme”, “nanocelulose”, “kombucha” e “membrana de celulose”. No banco de dados de patentes da América Latina e Espanha (LATIPAT-ESPACENET), além destes termos, foram adicionados “nano celulose” e “nanocelulosa”. Por fim, na base *United States Patent and Trademark Office* (USPTO), buscou-se por: “*kombucha leather*”, “*bacterial cellulose*”, “*bacterial fabric*”, “*nanocellulose*” e “*SCOPY*”. O levantamento gerou 1264 resultados. Optou-se por critérios de inclusão, ao invés de exclusão na leitura de títulos e resumos. Estes foram:

- (1) produção da CB (indicando aplicação);
- (2) processo de conformação ou acabamento (indicando aplicação);
- (3) aplicação.

Resultaram do filtro 16 depósitos de patentes.

Por fim, a quarta etapa, de análise e categorização, consistiu na leitura de todos os artigos completos e dos resumos das patentes, estabelecendo categorias de análise, que são descritas nas sessões seguintes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados, análise e discussão são divididos em duas sessões: os trabalhos acadêmicos e os depósitos de patentes.

1.2. Trabalhos acadêmicos

A maior parte dos estudos da amostra trata de combinações das condições para o crescimento de CB. Há autores que não apresentam experimentos próprios, mas compilam existentes. Alguns dos artigos realizam experimentos sintetizando e melhorando o material para obter propriedades físicas e mecânicas desejadas (KAMIŃSKI; JAROSZ; GRUDZIEN, 2020; NIYAZBEKOVA; NAGMETOVA; KURMANBAYEV, 2018). Há ainda, a preocupação com a organização estrutural da celulose (URAKI, Y. et al., 2006; RAHMAN; NETRAVALI, 2016; ZOLOTOVSKY; 2012). Vários estudos partem da bebida kombucha, que envolve também a presença de fungos (BLOCH, 2019; COSTA; BIZ, 2017; DOMSKIENE; SEDERAVICIUTE; SIMONAITYTE, 2019; KAMINSKI et al., 2020; GARCÍA; PRIETO, 2019; MIHALEVA, 2020; NG, 2017; WOOD, 2019; RATHINAMOORTHY; KIRUBA, 2020).

Sabe-se que o nome *Komagataeibacter xylinus* compreende as espécies conhecidas como *Acetobacter xylinum* e *Gluconacetobacter xylinus*. Estes foram os nomes das espécies mais mencionadas na amostra (14 artigos e 8 artigos, respectivamente). Outros 4 trabalhos relatam a presença das espécies *Agrobacterium*, *Achromobacter*, *Rhodobacter*, *Komagataeibacter*, *Bacterium gluconicum*, *Gluconacetobacter sucrofermentans*. Fungos são relatados em 2 casos como comuns em simbiose: *Zygosaccharomyces bailii*, *Zygosaccharomyces kombuchensis*, *Pichia fluxum* e *Saccharomyces sp.*, entre outros. O tempo de cultivo varia de 4 a 30 dias na amostra, o intervalo mais recorrente é de 10 a 14 dias e 6 a 7 dias, ambos em 7 artigos.

A preocupação da produção em escala é encontrada em diversos autores (DERME; MITTERBERGER; DI TANNA, 2016; DAMSIN, 2019; DOMSKIENE; SEDERAVICIUTE; SIMONAITYTE, 2019; RATHINAMOORTHY; KIRUBA, 2020; NIYAZBEKOVA; NAGMETOVA; KURMANBAYEV, 2018; VELÁSQUEZRIÑO; BOJACÁ, 2017). A Tabela 1 sumariza a distribuição de aplicações descritas na amostra.

Aplicações da CB na amostra	Frequência N=27 (100%)
Têxtil, moda, vestuário	18 (67%)
Calçados	3 (11%)
Vestíveis joias e acessórios	8 (30%)
Arquitetura	5 (19%)
Mobiliário	3 (11%)
Utensílios domésticos	1 (4%)
Objetos decorativos/artísticos	4 (15%)
Embalagens	4 (15%)*
Materiais engenheirados / Materiais vivos engenheirados/ compósitos	4 (15%)
Alternativa ao couro	3 (11%)
Alternativa aos polímeros em geral	1(4%)
Alternativa para indústria de papéis, ou melhoramento de papéis	7 (26%)
Indústria automotiva	1 (4%)
Outros (aplicações médicas, indústria de cosméticos, alimentícia, meio ambiente, eletrônica e audiovisual)	10 (37%)

*Valores aqui corrigidos em relação ao apresentado em Nascimento et al. (2021)

Tabela 01: Distribuição das aplicações na amostra.
Fonte: Elaborado pelos autores.

Dos autores que discriminam a aplicação em detalhes (não apenas mencionando uma segmentação): em têxteis e vestuário, Costa e Biz (2017) exemplificam uma luva e uma jaqueta; Kaminski et al. (2020) apresentam uma camiseta com aplicações em CB. Na categoria de vestíveis,

joias e acessórios, Kaminski et al. (2020) desenvolvem braceletes e Ng (2017) apresenta um vestível com LEDs internos para uso no pescoço, ombro e braços. Em aplicações arquitetônicas, discriminam-se materiais acústicos de alto desempenho (ZOLOTOVSKY; GAZIT; ORTIZ, 2018) e estudos para estruturas tênses (DAMSIN, 2019). Costa e Biz (2017) listam ainda exemplos de tigela, luminária e capa de celular, que foram categorizados como utensílios domésticos. A comparação com o couro é destacada por Yim, Song e Kim (2017). Os autores sugerem que a resistência à tensão de tração da CB seria duas vezes superior ao couro de flor superior. Segundo os mesmos autores, ambos os materiais teriam espessura e aparência similares. García e Prieto (2019) também reforçam a similaridade do couro e da CB em relação à maciez e elasticidade, com a vantagem da possibilidade de cultivo com extremidades retas e uniformes, e com menor variação de qualidade. Na categoria materiais engenheirados (termo reproduzido conforme descrito pelos autores), destacam-se o desenvolvimento com padrão de favo (URAKI, Y. et al., 2006) e os materiais em que as bactérias continuam vivas, apresentando propriedades como a de fluorescência, entre outras (CAROASTORGA; WALKER; ELLIS, 2020). Na categoria melhoramento de papéis, que se estende também para as embalagens, a busca por propriedades de barreira a partir da CB, como impermeabilidade ao ar, água, vapores, gorduras e microorganismos, é estudada por Fillat et al. (2018). Finalmente, na categoria outros, destaca-se a aplicação da translucidez da CB para tecnologias OLED (LEGNANI et al., 2019). É importante discriminar que Costa e Biz (2017) e Rathinamoorthy e Kiruba (2020) fazem trabalhos de revisão bibliográfica, resumindo aplicações no segmento da moda.

A Tabela 2 sintetiza a distribuição dos principais processos descritos na amostra.

Processos descritos na amostra	Frequência N=27 (100%)
Cultivo plano da película	4 (15%)
Cultivo estático	6 (22%)
Cultivo estático e plano da película	6 (22%)
Cultivo com agitação	3 (11%)
Cultivo estático com envolvimento de fibras ou outras estruturas (permanentes ou degradáveis)	6 (22%)
Cultivo estático sobre molde 3D imerso em substrato	6 (22%)
Secagem sobre molde 3D	4 (15%)
Conformação com molde tridimensional, sem especificação do tipo de molde	5 (19%)
Congelamento antes da secagem	2(7%)

Secagem à temperatura ambiente	1(4%)*
Secagem em outras temperaturas	5 (19%)
Pigmentação em meio de cultivo	2(7%)
Pigmentação pós cultivo	2(7%)
Lavagem com água e sabão, água destilada ou outros	5 (19%)
Purificação com soda cáustica e água sanitária	1(4%)
Tratamento com glicerol, óleos, ceras, ácido nítrico, etileno glicol, cloreto de etilenoglicol cloro, NaOH, ácido esteárico	6 (22%)
Impressão 3D (biológica)	3 (11%)
Corte e costura	4 (15%)
Autocolagem	5 (19%)
Outros	14 (52%)

*Valores aqui inclusos, faltantes em relação ao apresentado em Nascimento et al. (2021)

Tabela 02: Distribuição dos processos descritos na amostra.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Zolotovskiy (2012) relata que o aspecto principal do design com sistemas vivos é o planejamento e controle das condições de cultivo, induzindo o comportamento do organismo. A autora descreve as seguintes variáveis/parâmetros: nutrientes; oxigenação; temperatura; Ph; e tempo (em função das condições anteriores). São comuns as variações e mutações espontâneas do organismo, o que exige “um diálogo constante entre o designer e o artífice” (ZOLOTOVSKY, 2012).

Com relação ao cultivo, Bloch (2019) experimenta que amostras sem acesso à luz solar se desenvolvem mais espessas. Todos os utensílios que entram em contato durante o cultivo da CB, como recipientes e misturadores, precisam ser esterilizados para evitar o surgimento de organismos concorrentes (DAMSIN, 2019). Costa e Biz (2017) recomendam substituir 75% do substrato durante o desenvolvimento da CB, a fim de evitar a formação de bolhas de gás carbônico que surgem durante a fermentação. Estas bolhas influenciariam na regularidade da superfície da CB e podem estar associadas ao excesso de açúcar, ou a uma população grande de organismos na cultura. Quanto a esta dificuldade, Rathinamoorthy e Kiruba (2020) explicam que o cultivo em meio agitado seria uma opção de oferecer mais oxigênio aos organismos. Velásquez-Riaño e Bojacá (2017) revisam a literatura sobre a produção de celulose bacteriana em diversos substratos. Os autores reportam o cultivo em substratos tipo melações e xaropes a partir da fermentação de subprodutos da fabricação de sucos, extratos e biomassa vegetal. O uso de subprodutos sugere que a CB seja um material de custo mais acessível, segundo os autores. Harmon, Fairbourn e Thibault, (2020)

testam 6 substratos e relatam que obtiveram o biofilme com melhor desempenho em cultivo de manitol de melação seco ao ar. Os parâmetros de desempenho seriam a força de ruptura e ciclos de abrasão.

As dimensões das amostras cultivadas nos estudos variam. A maior amostra de CB neste levantamento bibliográfico é de Ng (2017), medindo 550 mm x 1200 mm (largura x comprimento); e a menor é de Legnani et al., (2019), medindo 50 mm x 6 mm (largura x comprimento). Quanto à espessura, os autores relatam reduções consideráveis durante a secagem. Bloch (2019) escreve que as amostras antes da secagem mediram entre 10 e 19 mm, e depois de secas, passaram a medir aproximadamente 1 mm. Costa e Biz (2017) também descrevem uma redução similar: 10,5 mm antes da amostra seca e 0,9 mm depois de seca. As amostras mais finas nesta pesquisa são de Uraki et al. (2006), de 1.3 µm, e de Fillat et al. (2018), de 9,3 a 154 µm. A amostra mais espessa encontrada na revisão é descrita por Legnani et al. (2019), com 5mm.

Dos processos categorizados como “outros”: Bloch (2019) experimenta a adição diária de substrato sobre uma estrutura de fios. Derme, Mitterberger e Di Tanna (2016) chamam de “processo de adesão” o cultivo estático e anaeróbico em recipiente de látex, que causa a inversão no metabolismo das bactérias. Estas assumiram a forma do recipiente, ao invés da formação na superfície. Os mesmos autores ainda sugerem processos de solidificação por calcificação da CB. Caro-Astorga, Walker e Ellis (2020) propõem cultivo em meio agitado para formação de estruturas esféricas de CB, que se tornam módulos. Estes seriam então dispostos manualmente com uma pipeta na forma da estrutura 3D desejada. Por fim, os módulos são conectados pelo crescimento do biofilme. Damsin (2019) experimenta a prensa à quente para secagem e impermeabilização, com aditivos. Domskiene, Sederaviciute e Simonaityte (2019) sugerem a compressão do biofilme de CB para remoção de água. Kaminski et al. (2020) aplicam a CB sobre tecidos. Fillat et al. (2018) fazem o cultivo na superfície de filtro ou folhas de papel, e experimentam também camadas duplas revestidas com CB. Ng (2017) demonstra a prensagem em um molde rígido bipartido cortado a laser, que simula um padrão de dobras de origami. Ng e Wang (2016) apresentam um experimento em que um manequim (molde) é parcialmente mergulhado no substrato e rotacionado periodicamente. Uraki et al. (2006) realizam a secagem a vácuo, enquanto Zolotovskiy (2012) utiliza a liofilização para manutenção de formas 3D. A mesma autora idealiza um processo de “Impressão 3D biológica”, em que o substrato é adicionado à medida que as camadas de CB

são formadas, ou com a apresentação de estímulos, como raios UV. Por fim, Zolotovskiy, Gazit e Ortiz (2018) propõem um cultivo parametrizado em moldes de silicone com condução do crescimento por fluxos e condições controladas por canais. Rathinamoorthy e Kiruba (2020) resumem informações a partir da revisão bibliográfica e descrevem um sistema de construção por bloqueadores de oxigênio. Estes seriam as formas “negativas” da forma desejada, que cresceria apenas onde haveria acesso ao oxigênio.

Com relação aos acabamentos, as cores mais relatadas da CB na amostra são tons de marrom e bege, em 10 artigos. Outras cores são possíveis com a adição de frutas e corantes, descritas em 4 artigos. Texturas diferentes são alcançadas dependendo dos processos de cultivo, aditivos e conformação (COSTA; BIZ, 2017; DERME; MITTERBERGER; DI TANNA, 2016). Bloch (2019) apresenta CB em rosa, roxo, vermelho, preto, branco e amarelo aplicados no meio de cultivo, sendo que as partes mais espessas do crescimento são menos pigmentadas. Mihaleva (2020) também desenvolve amostras em verde e rosa, além do marrom e do bege. Ng (2017) apresenta o uso de azul natural de *Gardenia crassicaulis*, vermelho a partir de corante alimentar, e corante natural de rosa rugosa. Alguns autores descrevem processos de clareamento com limpeza alcalina (DAMSIN, 2019), purificação com soda cáustica e água sanitária (COSTA; BIZ, 2017).

Para a produção de compósitos, alguns métodos já foram descritos anteriormente nos processos caracterizados como “outros”. Costa e Biz (2017), a partir de revisão da literatura, explicam que os materiais de reforço podem ser incluídos durante o cultivo, ou impregnados em tratamentos pós cultivo. Derme, Mitterberger e Di Tanna (2016) sugerem estudos futuros para testes com o objetivo de formar compósitos estruturais com quitosana, hidroxiapatita, ou com agentes calcificantes de membranas 3D.

Técnicas impermeabilizantes envolvem o uso de óleos secativos e ceras naturais (COSTA; BIZ, 2017). Mihaleva (2020) relata um tratamento superficial com óleos para melhorar a impermeabilidade do material. Para comparar propriedades de absorção de água, Damsin (2019) reporta o resultado de um teste de imersão das amostras na água por 48h. Após o período de imersão, as amostras são pesadas para verificar a massa de água absorvida. Segundo o autor, uma amostra seca naturalmente e sem nenhum tratamento passou de 0,05 g para 0,011 g. Comparativamente, uma amostra tratada com óleo de coco e cera de abelha passou de 0,09 g para 0,014 g. Para avaliar as propriedades de barreira da celulose bacteriana, Domskiene, Sederaviciute e Simonaityte (2019)

analisaram a transmissão de vapor de água de acordo com a ISO 11092 e obtiveram resultado de 2,775–3,050 g/m² em 24 h. Fillat et al. (2018) também analisaram propriedades de barreira de papéis melhorados com celulose bacteriana. Eles relatam que resultados com bactérias *K. xylinus* obtêm propriedades mais resistentes à absorção da água do que bactérias *G. sucrofermentans*, possivelmente pela produção de fibras mais longas por aquela espécie. Os autores obtêm filtros menos permeáveis com a aplicação de celulose bacteriana em relação a filtros controle, especialmente quando estes compósitos de filtro e celulose bacteriana são secos em altas temperaturas. Kaminski et al. (2020) incluem testes com selamento por ácido esteárico, mas não encontram eficácia contra absorção de água para este tratamento.

Óleos e glicerol são descritos em acabamentos para melhorar condições de flexibilidade e maciez do material, consequentemente evitando um resultado quebradiço (DAMSIN, 2019; KAMINSKI et al., 2020; MIHALEVA, 2020). Damsin (2019) testa embeber o material em glicerol, com óleo de coco, cera de abelha, solução de ácido cítrico, etileno glicol e cloreto de etilenoglicol cloro (EGCC). O autor ainda desenvolve testes com material embebido em etil cianocrilato diluído com tolueno, ácido tânico e combinação de EGCC com prensa quente.

Diversas formas de secagem são descritas. Damsin (2019) explica que encontrou o melhor resultado de resistência em suas amostras quando secou o biofilme na prensa. O autor também propõe secagem sobre outros tecidos que absorvem água. Domskiene, Sederaviciute e Simonaityte (2019) encontram em seu estudo as melhores propriedades de deformação retidas com o tempo quando o material é seco a temperatura de 25 °C, em oposição a 50 °C e 75 °C. Os autores mantiveram as amostras nestas temperaturas até que mantivessem peso constante, indicando a secagem. Fillat et al. (2018) destacam a importância das condições de secagem no impacto dos resultados de impermeabilização de compósitos de papel e CB. Dos autores que propuseram congelamento antes da secagem, Derme, Mitterberger e Di Tanna (2016) registram que o congelamento durou 4 horas, seguido de secagem por 4 dias a 10 °C. Já Kaminski et al. (2020) submetem a amostra a 121 °C após o congelamento. O processo de liofilização já mencionado e utilizado por Zolotovskiy (2012) também envolve congelamento para remover a água por sublimação.

Damsin (2019) revisa a literatura em busca de informações sobre a tensão de tração da CB e encontra uma variação de 50 a 250 MPa. O autor estuda a tensão de ruptura

para estruturas tênses e encontra o valor de 91,89 MPa em uma de suas amostras tratadas com Etilenoglicol. Domskiene, Sederaviciute e Simonaityte (2019) relatam que a tensão de tração reduz com o passar do tempo. Em seu experimento voltado para aplicação na indústria da moda, os autores estimam a tensão de tração em 57 MPa na CB após 10 dias seca, com a redução para 46 MPa após 30 dias seca. Harmon, Fairbourn e Thibault (2020) também investigam aplicações da CB na indumentária e relatam na literatura valores de até 256 MPa, o que segundo os autores, seria comparável a alguns tecidos. Os autores testam diversos substratos de cultivo e encontram a melhor média de tensão de ruptura com amostras cultivadas com melado de cana e manitol, secas com congelamento entre -32 a -42 Fahrenheit: 11,75 N. Huang et al. (2013) reportam da literatura uma variação de 200 a 300 MPa na tensão de tração da CB. Yim, Song e Kim (2017) experimentam a CB para o desenvolvimento de tecidos sustentáveis, os autores encontraram o valor de tensão de tração de $177,6 \pm 8,88 \text{ N/mm}^2$.

Da consideração da viabilidade de aplicação, especialmente em produtos têxteis, autores divergem nas conclusões. Há os que defendem ainda haver um longo caminho de desenvolvimento (DOMSKIENE; SEDERAVICIUTE; SIMONAITYTE, 2019; HARMON; FAIRBOURN; THIBAULT, 2020). Em contraponto, há autores com perspectivas mais otimistas em relação à maturidade do desenvolvimento do material (KAMINSKI et al., 2020; NG; WANG, 2015). Domskiene, Sederaviciute e Simonaityte (2019) descrevem que as propriedades mudam significativamente com o tempo, a CB perde a elasticidade e a resistência de tensão à tração, e seria assim, improvável que este material seja durável. Rathinamoorthy e Kiruba (2020) citam um estudo com 33 participantes em que o material de CB teria sido aceito para acessórios vestíveis de moda (como

joias), mas não para vestimentas. García e Prieto (2019) consideram que as propriedades hidrofílicas podem ser úteis em diversas aplicações, porém não são adequadas para a indústria calçadista.

Por fim, as publicações acadêmicas analisadas apresentaram sugestões para estudos futuros. Por exemplo, é recomendado conhecer mais a fundo as possibilidades de trabalhabilidade do material (ZOLOTOVSKY, 2012; NG; WANG, 2015; YIM; SONG; KIM, 2017; DERME; MITTERBERGER; DI TANNA, 2016). São destacados os desafios na melhoria da impermeabilização e durabilidade, assim como a manutenção da flexibilidade do material durante o tempo (CAMERE; KARANA, 2018; DAMSIN, 2019; DOMSKIENE; SEDERAVICIUTE; SIMONAITYTE, 2019; KAMINSKI et al., 2020). Ainda, sugere-se como imprescindível o acompanhamento das práticas “faça-você-mesmo” de pesquisadores e laboratórios independentes, de artistas, de comunidades online, como o Biofabforum.org, que possuem uma produção expressiva em CB e materiais vivos em geral (CAMERE; KARANA, 2018; DAMSIN, 2019).

1.3. Depósitos de patentes

O Quadro 1 apresenta a relação dos depósitos de patentes analisados, as bases de dados, acompanhadas das palavras-chave de busca, o título e seu código, a categorização de seu objeto (produto, processo, suporte) e a provável aplicação. A maior parte dos resultados se refere a processos produtivos. Destes, 9 tratam do processo de cultivo, 3 explicitam processo de secagem, 3 tratam da patente de um suporte de cultivo, 1 trata do processo de conformação e 2 tratam do processo de acabamento. Dos resultados, 2 tratam da escala para uma produção industrial. A maior parte das patentes não especifica a aplicação do material resultante, 5 explicitam aplicações médicas e 3 especificam produtos têxteis, de vestuário, ou moda.

Base/palavra chave	Título da patente (original)/código	Objeto/aplicação
USPTO Bacterial fabric	<i>Process of preparing a dyed fabric including a bacterial biopolymer and having unique appearance</i> - 10.294.611	Processo de acabamento para obtenção de efeito "desgastado"; Têxtil artigos de vestuário;
USPTO Bacterial cellulose	<i>Method for producing a storable molded body made of bacterial cellulose</i> - 10.709.820	Processo de conformação de corpos moldados; Processo de secagem; Corpos moldados;
LATIPAT Biopelícula	<i>Protocolo para la formacion de biopelículas naturales simuladas</i> - ES19990906994T 19990212	Processo de cultivo; (Sem menção de aplicação);
LATIPAT Membrana de celulose	Processo de obtenção de membrana de celulose bacteriana purificada para uso na duraplastia craniana e espinhal e como substituto de disco intervertebral - BR20161024479 20161020	Processo de cultivo; Medicina;
USPTO Bacterial cellulose	<i>Process for the preparation of cellulose film, cellulose film produced thereby, artificial skin graft and its use</i> - 4.912.049	Processo de cultivo; Medicina, membrana separadora, couro artificial;

INPI Biofilme INPI Nanocelulose	Método para controlar o crescimento de micro-organismos e/ou biofilmes em um processo industrial - BR 11 2020 003317 0 A2	Processo de cultivo; (Sem menção de aplicação);
USPTO <i>Bacterial cellulose</i>	<i>Nonwoven fabric-like product using a bacterial cellulose binder and method for its preparation</i> - 4.919.753	Processo de cultivo como aglutinante; Tecidos-não-tecidos;
LATIPAT Nano Celulose	Processo de produção em escala de filmes de celulose bacteriana purificada - BR20151017614 20150723	Processo de cultivo em escala (industrial); Medicina, farmacotécnica e cosmiatria;
INPI Membrana de celulose	Processo para obtenção de manta e de membrana celulósica, processo para obtenção de manta celulósica que incorpora outros materiais, meio de cultura utilizado, bandejas fechadas de fermentação, equipamento de secagem utilizado, membrana celulósica obtida por tal processo e usos de ditas mantas e membranas - PI 0205499-0 A2	Processo de cultivo em escala (industrial); Processo de acabamento (branqueamento); Possibilita materiais compostos; Compósitos;
LATIPAT Membrana de celulose	Celulose nanofibrilar, método para a fabricação de celulose nanofibrilar, membrana, uso de celulose nanofibrilar, e, produto - BR20171123567 20150504	Processo de cultivo, Produto; Celulose nanofibrilar;
USPTO <i>Kombucha leather</i>	<i>Isolated bacterial strain of gluconacetobacter oboediens and an optimized economic process for microbial cellulose production therefrom</i> - 10.053.718	Processo de cultivo; Processo de secagem; Medicina;
INPI Membrana de celulose	Processo de secagem de membranas de celulose microbiana para uso médico	Processo de secagem; Medicina;
INPI Kombucha	Aplicativo, movido por painéis fotovoltaicos orgânicos, com sola e alças revestidas em kombucha - BR 10 2017 016414 4 A2	Produto; Calçado;
LATIPAT Biofilme	Dispositivo de crescimento de biofilme - BR20010112921 20010712	Suporte para cultivo; (Sem menção de aplicação);
LATIPAT <i>Biopellicula</i>	<i>Soporte para crecimiento de mycobacterium smegmatis</i> - MX20180006342 20180503	Suporte para cultivo; (Sem menção de aplicação);
USPTO <i>Nanocellulose</i>	<i>Nanocellulose surface coated support material</i> - 9.506.186	Suporte para cultivo; (Sem menção de aplicação);

Quadro 01: Depósitos de patente, seus objetos e aplicações citadas.
Fonte: autores.

Observa-se uma ênfase nos processos produtivos envolvendo a CB tanto nos trabalhos acadêmicos quanto nos depósitos de patentes.

4. CONCLUSÃO

O presente artigo apresenta um levantamento e mapeamento das principais perspectivas e aplicações da CB no design industrial, na arquitetura e na moda. Trata-se da versão revisada e expandida do trabalho apresentado por Nascimento et al. (2021), que inclui informações mais detalhadas sobre cultivo, secagem, impermeabilização e acabamentos para aplicação da celulose bacteriana nestas áreas. Este é um recorte do projeto com bactérias nos materiais vivos. O procedimento metodológico é a revisão bibliográfica sistemática com a busca de trabalhos acadêmicos em bases de dados e em bases de registros de patentes, que possibilitou a análise de 27 trabalhos acadêmicos e 16 registros de patentes.

As aplicações têxteis e de moda compõe a maior parte da amostra. Observa-se a ênfase nos processos de produção e conformação da CB, embora ainda haja divergências quanto a sua aplicação sem maiores desenvolvimentos.

Os principais desafios para este material se referem à impermeabilização, ao desenvolvimento de técnicas para trabalhá-lo (processos) e à busca pelo aumento de sua durabilidade. É relevante a proposta de novas aplicações que valorizem as características da CB, o que é oportunidade para o campo do design. Como exemplo, a exploração de métodos como o *Material Driven Design* (KARANA et al., 2018), que pressupõe a experiência do usuário e as características do material para desenvolver aplicações que aproveitem as qualidades existentes do material.

Para trabalhos futuros, recomenda-se o acompanhamento de iniciativas não acadêmicas, por exemplo, a partir de comunidades na internet, artistas, pesquisadores e laboratórios independentes. Do mesmo modo, sugere-se complementar a busca de patentes com a base de dados *European Patent Office* (EPO). Poderiam ser também investigadas possíveis aplicações de outras espécies de bactérias, os materiais vivos engenheirados e outras formas de cultivo das bactérias no design industrial, na arquitetura e na moda. Por fim, sugere-se a pesquisa sobre diferentes técnicas de crescimento, sobre o uso de diferentes suportes e substratos.

REFERÊNCIAS

- BLOCH, C. **Design Potential of Microbial Cellulose in Growing Architecture**. 2019. 91p. Dissertação - Chalmers School of Architecture. Department of Architecture and Civil Engineering. Göteborg, 2019.
- CAMERE, S.; KARANA, E. Fabricating materials from living organisms: An emerging design practice. **Journal of Cleaner Production**, v. 186, p. 570–584, 2018.
- 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.
- CARO-ASTORGA, J.; WALKER, K.; ELLIS, T. Bacterial cellulose spheroids as building blocks for 2D and 3D engineered living materials. **bioRxiv**, 2020. doi: <https://doi.org/10.1101/2020.05.11.088138> 2020.
- CONFORTO, E. C.; AMARAL, D. C.; SILVA, S. L. da. Roteiro para revisão bibliográfica sistemática: aplicação no desenvolvimento de produtos e gerenciamento de projetos. In: 8º Congresso Brasileiro de Gestão e Desenvolvimento de Produto – CBGDP, 2011, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre, 2011. 12p.
- COSTA, P. Z. R. da.; BIZ, P. Cultivando materiais: o uso da celulose bacteriana no design de produtos. In: 3o Simpósio de Pós-Graduação Em Design da Esdi Rio, 2017, Rio de Janeiro. **Anais...**, Rio de Janeiro, 2017.13p.
- DAMASIN, B. **Bacterial cellulose. New biocomposites based on bacterial cellulose for architectural membrane applications**. 2019, 141p. Dissertação - Université Libre de Bruxelles. Bruxelas, 2019.
- DERME, T.; MITTERBERGER, D.; DI TANNA, U. Growth based fabrication techniques for bacterial cellulose. In: ACADIA 2016: Posthuman Frontiers: Data, Designers, and Cognitive Machines - Proceedings of the 36th Annual Conference of the Association for Computer Aided Design in Architecture, 2016, Ann Arbor. **Anais...** Ann Arbor, 2016. p. 488–495.
- DOMSKIENE, J.; SEDERAVICIUTE, F.; SIMONAITYTE, J. Kombucha bacterial cellulose for sustainable fashion. **International Journal of Clothing Science and Technology**, v. 31, n. 5, p. 644–652, 2019.
- FILLAT, A.; MARTÍNEZ, J.; VALLS, C.; et al. Bacterial cellulose for increasing barrier properties of paper products. **Cellulose**, v. 25, n. 10, p. 6093–6105, 2018.
- GARCÍA, C.; PRIETO, M. A. Bacterial cellulose as a potential bioleather substitute for the footwear industry. **Microbial Biotechnology**, v. 12, n. 4, p. 582–585, 2019.
- HARMON, J.; FAIRBOURN, L.; THIBAUT, N. Exploring the Potential of Bacterial Cellulose for Use in Apparel. **Journal of Textile Science & Fashion Technology**, v. 5, n. 2, p. 1–9, 2020.
- HUANG, Y.; ZHU, C.; YANG, J.; et al. Recent advances in bacterial cellulose. **Cellulose**, v. 21, n. 1, p. 1–30, 2014.
- HÜLSEN, J. Xylium Stool. 2011. Disponível em: <<http://www.jannishuelsen.com/?/work/xyliumstool/>>. Acesso em: 02 jan 2021.
- INPI - Instituto Nacional da Propriedade Industrial. Ferramenta de busca de patentes. Disponível em <<https://www.gov.br/inpi/pt-br>>. Acesso em 07 jan. 2021.
- KAMIŃSKI, K.; JAROSZ, M.; GRUDZIEN, J.; et al. Hydrogel bacterial cellulose: a path to improved materials for new ecofriendly textiles. **Cellulose**, v. 27, n. 9, p. 5353–5365, 2020.
- KARANA, E.; BLAUWHOFF, D.; HULTINK, E. J.; CAMERE, S. When the material grows: A case study on designing (with) myceliumbased materials. **International Journal of Design**, v. 12, n. 2, p. 119–136, 2018.
- LATIPAT. Ferramenta de busca de patentes. Disponível em: <https://lp.espacenet.com/?locale=pt_LP>. Acesso em 07 jan. 2021.
- LEGNANI, C.; BARUD, H. S.; CAIUT, J. M. A.; et al. Transparent bacterial cellulose nanocomposites used as substrate for organic lightemitting diodes. **Journal of Materials Science: Materials in Electronics**, v. 30, n. 18, p. 16718–16723, 2019.
- LIVING COLOUR. Biodesign research project. 2017. Disponível em: <<https://livingcolour.eu/>> Acesso em: 24 set 2020.
- MIHALEVA, G. Bio matter in creative practices for fashion and design. **AI and Society**, Springer London, n. 0123456789, 2020.
- MODERN SYNTHESIS. Microbial Weaving. 2020. Disponível em: <<https://modernsynthesis.com/microbial-weaving/>> Acesso em: 02 jan 2021.
- NG, A. Grown microbial 3D fiber art, ava: Fusion of traditional art with technology. In: Proceedings - International Symposium on Wearable Computers, ISWC, 2017, Maui. **Anais...** Maui, 2017 v. Part F130534, p. 209–214.
- NG, F. M. C.; WANG, P. W. Natural Self-grown Fashion From Bacterial Cellulose: A Paradigm Shift Design Approach In Fashion Creation. **Design Journal**, v. 19, n. 6, p. 837–855, 2016.
- NG, M. C. F.; WANG, W. A Study of the Receptivity to Bacterial Cellulosic Pellicle for Fashion. **Research Journal of Textile and Apparel**, v. 19, n. 4, p. 65–69, 2015.

NIYAZBEKOVA, Z. T.; NAGMETOVA, G. Z.; KURMANBAYEV, A. A. An Overview of Bacterial Cellulose Applications. **Biotechnology. Theory and practice**, p.1–16, 2018.

RAHMAN, M. M.; NETRAVALI, A. N. Aligned Bacterial Cellulose Arrays as “green” Nanofibers for Composite Materials. **ACS Macro Letters**, v. 5, n. 9, p. 1070–1074, 2016.

RATHINAMOORTHY, R.; KIRUBA, T. Bacterial cellulose—A potential material for sustainable ecofriendly fashion products. **Journal of Natural Fibers**, v. 00, n. 00, p. 1–13, 2020.

SMITH, R. S. H.; BADER, C.; SHARMA, S.; et al. Hybrid Living Materials: Digital Design and Fabrication of 3D Multimaterial Structures with Programmable Biohybrid Surfaces. **Advanced Functional Materials**, v. 30, n. 7, p. 1–14, 2020.

STROBEL do NASCIMENTO, Elisa; HEEMANN, A. Perspectivas em design e materiais vivos: discussão da literatura. In: Gampi + Plural Design 2020, 2020, Joinville. Anais Gampi + Plural Design 2020. **Anais...** Joinville: Editora Univille, 2020. p. 240-253.

STROBEL, E.; LAU, G. M.; ISHIY, F. C.; HEEMANN, A. Design e materiais vivos: perspectivas e aplicações da celulose bacteriana no design industrial, arquitetura e moda. In: Anais [do] ENSUS 2021 - IX Encontro de Sustentabilidade em Projeto. 2021, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, 2021. v. 9. p. 19-30.

SHUNK, G. K.; GOMEZ, X. R.; AVERESCH, N. J. H. A Self-Replicating RadiationShield for Human DeepSpace Exploration: Radiotrophic Fungi can Attenuate Ionizing Radiation aboard the International Space Station. **bioRxiv**, p. 205534, 2020.

TED. Suzanne Lee: Cultive suas próprias roupas. 2011. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=3p3vI9VFYU>>. Acesso em: 02 jan 2021.

URAKI, Y.; NEMOTO, J.; OTSUKA, H.; et al. Honeycomb-like architecture produced by living bacteria, *Gluconacetobacter xylinus*. **Carbohydrate Polymers**, v. 69, n. 1, p. 1–6, 2007

USPTO - United States Patent and Thendmark. Ferramenta de busca de patentes. Disponível em: <<https://www.uspto.gov/>>. Acesso em 07 jan. 2020.

VELÁSQUEZ-RIAÑO, M.; BOJACÁ, V. Production of bacterial cellulose from alternative low-cost substrates. **Cellulose**, v. 24, n. 7, p. 2677–2698, 2017.

WOOD, J. Bioinspiration in Fashion—A Review. **Biomimetics**, v. 4, n. 1, p. 16, 2019.

YIM, S. M.; SONG, J. E.; KIM, H. R. Production and characterization of bacterial cellulose fabrics by nitrogen

sources of tea and carbon sources of sugar. **Process Biochemistry**, v. 59, p. 26–36, 2017.

ZOLOTOVSKY, K. **BioConstructs – Methods for Bio-Inspired and Bio-Fabricated Design**. 2012, 72p. Dissertação - Master of Science in Architecture Studies at the Massachusetts Institute of Technology. Cambridge, 2012.

ZOLOTOVSKY, K.; GAZIT, M.; ORTIZ, C. Guided Growth of Bacterial Cellulose Biofilms. In: 7th International Conference on Biomimetic and Biohybrid Systems, Living Machines (LM), 2018, Paris. **Anais...** Paris, 2018. p.538–548.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2989-3274>

ELISA STROBEL DO NASCIMENTO, M.Sc. | UFPR – Universidade Federal do Paraná – PPGDesign, Curitiba, PR, Brasil | Correspondência para: R. General Carneiro, 460, 8º andar, sala 814 - Centro, Curitiba - PR, 80060-150 | email: elisas-trobel@ufpr.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4253-3038>

GISLAINE MARIA LAU | UFPR – Universidade Federal do Paraná - Design de Produto, Curitiba, PR, Brasil | Correspondência para: R. Nossa Senhora do Monte Claro, 2505 - Colônia Revier - Campo Largo - PR, 83609241 | email: gislainelau@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5057-4999>

FELIPE DE CARVALHO ISHIY | UFPR – Universidade Federal do Paraná - Design de Produto, Curitiba, PR, Brasil | Correspondência para: R. Florival Elvídio da Silva, 81 - Sítio Cercado, Curitiba - PR, 81910-590 | email: ishiy06@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7029-4505>

ADRIANO HEEMANN, Dr. | UFPR – Universidade Federal do Paraná – PPGDesign, Curitiba, PR, Brasil | Correspondência para: R. General Carneiro, 460, 8º andar, sala 801 - Centro, Curitiba - PR, 80060-150 | email: adriano.heemann@ufpr.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

NASCIMENTO, Elisa Strobel do; LAU, Gislaine Maria; ISHIY, Felipe de Carvalho; HEEMANN, Adriano. Materiais Vivos, O Caso Da Celulose Bacteriana: Revisão Bibliográfica Da Aplicação No Design Industrial, Arquitetura E Moda. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 71-82, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.71-82>.

DATA DE ENVIO: 30/06/2021

DATA DE ACEITE: 02/07/2021

A INDÚSTRIA CERÂMICA DA LOUÇA UTILITÁRIA E DECORATIVA NA PERSPECTIVA DAS ESTRATÉGIAS DO LANÇAMENTO DE NOVOS PRODUTOS DE ECO-DESIGN

JOSÉ MANUEL COUCEIRO BAROSA CORREIA FRADE, Dr. | IPLERIA
PAULO CESAR MACHADO FERROLI, Dr. | UFSC

RESUMO

Este artigo pretende evidenciar estratégias de eco-design e de sustentabilidade que são aplicadas no processo de design de novos produtos em empresas dos subsetores industriais da cerâmica utilitária e decorativa em Portugal. A divulgação deste trabalho pretende servir como fonte de inspiração ao design de futuros produtos que se diferenciem por serem ambientalmente adequados, economicamente viáveis e socialmente responsáveis, fatores que são cada vez mais importantes nos critérios de decisão dos consumidores nomeadamente dos mercados internacionais mais exigentes e evoluídos onde as empresas portuguesas comercializam os seus produtos.

PALAVRAS CHAVE: Eco-design; Sustentabilidade; Cerâmica, Louça; Decorativo

ABSTRACT:

This article aims to highlight the ecodesign and sustainability that are applied in the design process of new products in companies in the industrial subsectors of utilitarian and decorative ceramics in Portugal. The disclosure of work intends to serve as a source of inspiration for the design of future products that differ because they are suitable environmental, economically viable and socially responsible, factors that are increasingly important in the decision criteria of consumers, particularly in the most demanding and evolved international markets. where Portuguese companies market their products.

KEYWORDS: Eco-design; Sustainability; Ceramics, Dishware; Decorative



1. INTRODUÇÃO

Uma das estratégias que visa otimizar os produtos do ponto de vista do seu impacto ecológico é conseguir “fazer mais com menos” (matéria, energia, emissões poluentes), com vantagens sobre a competitividade da própria indústria pela redução dos custos gerais de produção que esta estratégia potencia. Por outro lado, as empresas portuguesas procuram que os seus produtos atinjam os mercados globais, sendo estratégicos certos mercados que cada vez mais aplicam critérios ambientais na decisão de compra de produtos. Por esta razão têm surgido recentemente em Portugal vários estudos e investigações que procuram identificar as estratégias de eco-design e de sustentabilidade que têm sido aplicadas no projeto de novos produtos nomeadamente cerâmicos. Em consequência, o ecodesign e a sustentabilidade têm merecido especial atenção pelas indústrias cerâmicas [1,3] e têm sido critérios a que o projeto de design tem frequentemente atendido como forma de diferenciação dos produtos [4].

Do ponto de vista da engenharia da conformação de produtos cerâmicos, produzir espessuras de parede dos objetos cerâmicos abaixo de uma espessura crítica tem implicações ao nível da complexidade produtiva e da resistência mecânica dos objetos, que limitam a aplicação prática desta estratégia. São evidentes projetos de produtos que têm em consideração preocupações ambientais que seguem outras estratégias tais como selecionar materiais e tecnologias de produção de baixo impacto ambiental, otimizar as várias etapas na análise do ciclo de vida do produto, implementar objetivos de economia circular, entre outros.

É importante estudar novos produtos industriais cerâmicos de louça e decorativos no sentido de procurar identificar outras estratégias que conduzam, na prática industrial dos vários subsectores cerâmicos, a produtos ecologicamente mais adequados, ou mesmo mais sustentáveis, inclusivamente para inspirar a criação de novos produtos. Este artigo pretende ampliar a investigação das estratégias de ecodesign ou da sustentabilidade a partir do estudo de produtos recentes integrados em portefólios de indústrias cerâmicas portuguesas do subsector da louça utilitária e dos produtos decorativos.

2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao nível de produção, o sector utilitário e decorativo integra uma grande variedade de produtos tais como pratos e travessas de diferentes formatos, taças e canecas de diferentes volumetrias, bules e chávenas de diferentes formas e toda uma panóplia de artigos decorativos cujo limite é a inspiração dos seus criadores conjugada com a

capacidade dimensional e formal de execução das peças definida pelos próprios limites das tecnologias de conformação disponíveis para a materialização destes produtos.

Do ponto de vista material este subsector utiliza todos os tipos de pastas cerâmicas: barro vermelho, faianças, grés e porcelanas. Nestes quatro tipos de pastas podem-se utilizar métodos de conformação mecânica simples como prensagem plástica, produção por roller e enchimento de moldes de gesso.

Nas pastas de grés e de porcelana usam-se, ainda, o enchimento com pressão (que aumenta a produtividade relativamente ao enchimento com barbotina de moldes de gesso) e a prensagem isostática que permite uma densificação em verde mais alta e por isso é compatível com ciclos térmicos de cozedura mais rápidos nomeadamente monocozedura.

As temperaturas de cozedura e a resistência mecânica dos produtos finais sem defeitos são crescentes no seguinte sentido: barro vermelho, faiança, grés e porcelana respetivamente com cores após cozedura vermelha, beje, beje acinzentada e branca (por definição universal tão translúcida quanto menor for a espessura da parede dos produtos).

Do ponto de vista do acabamento superficial dos produtos, os barros vermelhos utilitários, tal como os produtos decorativos podem ser ou não vidrados, ou ainda, parcialmente vidrados; as faianças utilitárias por serem porosas são sempre vidradas. O nível de porosidade típico do grés é muito baixo, por definição a absorção de água é inferior a 3% [5], e o nível de porosidade da porcelana é praticamente nulo, por definição a absorção de água é inferior a 0,5% [5], ainda, assim, é muito comum a vidragem nos produtos produzidos com estas duas pastas cerâmicas tendo em vista introduzir nos produtos finais um acabamento superficial mais liso, mais fácil de higienizar e que garanta total impermeabilidade.

Do ponto de vista das decorações, estes produtos em função das suas formas podem receber tintas aplicadas por pintura manual, pistolagem, serigrafia, tampografia, decalque, impressão gráfica, etc. A impressão gráfica é uma tecnologia mais recente e por isso ainda pouco comum devido ao seu custo de investimento e à impossibilidade de se aplicar a uma grande variedade de formas.

Quase sempre nos produtos utilitários e decorativos produzidos com barros vermelhos é realçada esta cor natural da matéria nos produtos finais.

As faianças, por exigirem menores temperaturas de cozedura do que os grés e as porcelanas, permitem uma maior diversidade na paleta de cores dos vidrados e tintas e algumas destas, sobretudo na gama dos vermelhos, laranjas e

amarelos resultam comparativamente muito mais brilhantes nas primeiras pastas. Por consequência, nos grés as cores apresentam-se mais esbatidas do que nas faianças.

Finalmente é comum diversificar as porcelanas utilitárias para dois mercados principais: restauração e doméstica. Os produtos cerâmicos de porcelana para restauração são quase sempre brancos (porque são vidrados a transparente por forma a evidenciar a cor branca da pasta) com eventuais pequenos apontamentos de cor fundamentalmente no bordo das peças (filetagem). Os serviços domésticos de grande valor económico são muitas vezes decorados com tintas de platina ou ouro (os mais nobres) e azuis cobalto, verde crómio, entre outros, aplicadas manualmente ou indiretamente através das tecnologias já referidas anteriormente.

Independentemente do subsector cerâmico existem evidentemente aspetos tecnológicos que contribuem decisivamente para o impacto ambiental de cada empresa como é o caso dos tipos de fornos usados e respetiva eficiência energética, combustível utilizado, características dos ciclos térmicos implementados nos respetivos processos, origem das matérias-primas, soluções técnicas de redução do impacto ambiental, etc.

Para além destes fatores é possível encontrar um conjunto de práticas que podem favorecer a adequabilidade ambiental dos produtos cerâmicos projetados pelas equipas de engenharia e de design das mesmas empresas.

No entanto, é impossível falar de design industrial cerâmico sem abordar este assunto dentro das especificidades de cada subsector industrial, embora algumas das estratégias percecionadas sejam comuns a vários subsectores.

O design industrial deve integrar o bom desenho nomeadamente o boleamento das arestas dos produtos, a inexistência de variações bruscas de material e outros fatores concentradores locais de tensões que facilitam as quebras durante a fabricação e no uso.

Através do estudo de um conjunto de produtos selecionados no presente trabalho, as estratégias de sustentabilidade percecionadas no subsector cerâmico utilitário e decorativo são os seguintes:

- aplicação de estratégias de design emocional que potenciam aumentar o tempo de vida dos produtos, figura 1;
- utilização de matérias primas de baixo custo e alta disponibilidade local (no caso do barro vermelho), figuras 3 e 4;
- eliminação total ou parcial de vidragem, sempre que tal não seja fundamental, figura 3;
- aplicação de soluções de decoração simples e ecológicas como por exemplo altos e baixos relevos

(sobretudo na faiança), suspensões argilosas para alteração superficial da cor base do produto, mistura de argilas para modificação da cor base (mais evidente nos barros vermelhos), figura 12;

- valorização de resíduos industriais de outras empresas, ou da própria empresa, pela sua inclusão no processo cerâmico como matéria prima ou técnica de diferenciação cromática dos produtos, figuras 5 e 6;
- diferenciação e valorização a partir de materiais de baixo impacto ambiental por vezes endógenos nomeadamente a partir da substituição material de certas peças dos produtos cerâmicos, figuras 7 e 9;
- produtos com baixa espessura de parede (desmaterialização), figuras 8, 11 e 12
- multifuncionalidade, figuras 4 e 9;
- design de produtos compatível com a redução da ocupação do espaço no transporte (ou na fase de uso), com consequente minimização de embalagens e dos consumíveis gráficos inerentes (minimização da embalagem), figuras 1, 2, 3 e 7;
- design e desenvolvimento de produtos direcionados para mercados de maior valor acrescentado como sejam por exemplo o mobiliário, arquitetura, moda ou a iluminação, figura 9;
- desenvolvimento de outros produtos com base em resíduos próprios vidrados, figura 10;
- forte inovação nos processos e produtos:
- produtos baseados na alta produtividade a partir da prensagem isostática compatíveis com produtos economicamente mais acessíveis, dentro do mesmo tipo de pasta, figuras 11, 12, 13 e 14;
- produtos compatíveis com monocozedura rápida – com menores consumos de energia e menor emissões de gases poluentes, figuras 11, 12, 13 e 14;
- produtos vidrados a transparente (sem a presença de óxidos de metais de transição na composição dos vidrados, a maioria dos quais com forte impacto ambiental), figuras 12 e 14;
- produtos de pasta pigmentada com óxidos de metais de transição encapsulados por um vidro transparente de baixo impacto ambiental, figura 13;
- pastas de alta resistência mecânica compatíveis com tempos de vida dos produtos mais prolongados; figura 14.



Figura 1 – Coleção de 5 contentores com a forma de couve em faiança vidrada com o vidrado designado “verde caldas”; peças de referência na identidade cultural da louça utilitária e decorativa das caldas da Rainha, originalmente criada pelo ceramista Bordallo Pinheiro (empresa Bordallo Pinheiro).

Fonte: Autores.



Figura 2 – Coleção de tabuleiros utilitários em faiança vidrada, com encaixe entre si (empresa Matcerâmica).

Fonte: Autores.



Figura 3 – Peças parcialmente vidradas, à esquerda grés (empresa Grestell), à direita barro vermelho (empresa Valdoso).

Fonte: Autores.



Figura 4 – Pormenores de alto relevo decorativo em contentores de barro vermelho cujo contraste cromático / decorativo resulta da existência de zonas vidradas e não vidradas (empresa Valdoso).

Fonte: Autores.



Figura 5 – Pormenor do contraste cromático resultante de uma pasta negra de porcelana obtida pela incorporação de resíduos na sua composição, (empresa Vista Alegre).

Fonte: Autores.



Figura 6 – Conjunto de taças em porcelana cuja pasta integrou resíduos recolhidos na estação de tratamento de águas da própria empresa e os decalques (residuais) decorativos eram para aplicação noutros produtos descontinuados (designer Alda Tomás, empresa SPAL).

Fonte: Autores.



Figura 7 – Em cima: conjunto de peças com complementos de cortiça, à esquerda contentores decorativos em faiança e base em cortiça residual (empresa Jomaze); à direita louça de ir ao forno em grés (empresa Grestell); em baixo: conjunto de peças com complementos em madeira Matcerâmica.

Fonte: Autores.



Figura 8 – Peças de serviço de café em porcelana vidrada e decorada com decalque e filete a ouro, com muito baixa espessura de parede (empresa SPAL).
Fonte: Autores.



Figura 12 – Coleção Roulette dos designers David Queensberry e Martin Hunt de produtos de porcelana vidradas a transparente com linha muito simples conformados por prensagem isostática e processados por monocozedura que se mantém há cerca de duas décadas como uma das coleções mais vendidas pela empresa conforme informação prestada pela mesma (empresa SPAL).
Fonte: Autores.



Figura 9 – Produtos em faiança com complementos em couro e sistemas inovadores de fixação metálicos propondo novos campos de aplicação (empresa Jomaze).
Fonte: Autores.



Figura 13 – Coleção de produtos em grés conformados com pastas pigmentadas vidradas a transparente (empresa Cerexport). Este grés com alto relevo na superfície pode ter contato com chama direta, ir ao forno e ser usado na mesa conferindo-lhe um caráter multifuncional.
Fonte: Autores.



Figura 10 – Coleção de produtos obtidos por prensagem de resinas carregadas com caco vidro (de peças cerâmicas rejeitadas no controlo de qualidade) moído (empresa SPAL).
Fonte: Autores.



Figura 11 – Coleção de produtos de grés de baixa complexidade formal conformados por prensagem isostática e processados por monocozedura (empresa Riastone).
Fonte: Autores.



Figura 14 – Pratos de porcelana de hotel, à esquerda porcelana de alta resistência, à direita porcelana de resistência normal (empresa Vista Alegre).
Fonte: Autores.

3. CONCLUSÕES

Este trabalho a partir do estudo de outros produtos industriais permite reforçar um conjunto de conclusões já observadas em trabalhos anteriores dos mesmos autores.

Os novos produtos objeto de investigação no presente trabalho permitem reforçar a conclusão de que o mercado do subsector utilitário e decorativo parece continuar a privilegiar o desenho e produção de produtos com base nas tendências estéticas – as ditas “modas”, cujos ciclos de vida são normalmente curtos. Talvez por esta razão a procura de projetos sustentáveis dentro deste subsector é mais difícil por ser menos evidente. No entanto, é certo que as estratégias de ecodesign podem potenciar

o aumento da qualidade dos produtos tanto através da melhoria das suas características físicas, como da qualidade da superfície das peças cerâmicas (durabilidade com testes de resistência mecânica e química, testes de resistência do vidro, etc.) inclusivamente através de bons desenhos que tornem por exemplo tais produtos mais seguros para os seus utilizadores.

Os novos produtos objeto de investigação no presente trabalho permitem reforçar a conclusão de que de que a análise crítica dos produtos deste subsector permite evidenciar certos objetos com carácterecoinovador, destacando-se a inclusão de outros materiais (madeira, cortiça, metal – quer pelo uso de materiais comparativamente mais sustentáveis, quer pela iniciativa social que permite a alguns artesões), desenhos de produtos que permitem o empilhamento e encaixe (que facilita o transporte, a distribuição e a arrumação, reduzindo o espaço necessário para o transporte e uso), o carácter multifuncional do uso, a utilização de vidrados transparentes de baixo impacto ambiental (comunicando a cor da pasta natural ou pigmentada), a utilização de lamas de estações de tratamentos de águas residuais como componente das pastas, a reutilização de cacos de peças rejeitadas no processo de controlo de qualidade como matéria primas de novos produtos (compósitos de matriz polimérica), a vidragem dos produtos utilitários só no interior – onde é estritamente necessário), a ausência de vidrados em produtos decorativos e desenhos com espessuras mínimas de parede, a procura de ciclos mais rápidos e de monocozedura na fabricação entre outros.

Alicerçados pela atualidade do tema da economia circular, o reforço da tentativa de incorporação de resíduos industriais provenientes de outros subsectores industriais nomeadamente nas pastas cerâmicas, ou mesmo como combustível, pode ser também uma oportunidade para este subsector cerâmico.

Este estudo permitiu identificar um conjunto de práticas de design que parecem conduzir ao projeto de produtos ambientalmente mais adequados.

A divulgação de tais práticas ou estratégias podem vir a motivar, quer em ambiente académico, quer em meio industrial, a criação de outros produtos cerâmicos que se pretendem sustentáveis e inovadores.

AGRADECIMENTOS

Adriana César, Lia Gomes; Liliana Gouveia e Pedro Cá pelos créditos fotográficos.

O Projeto CP2S, “Cerâmica, Património e Produto Sustentável – do ensino à indústria”, agradece o

apoio FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, no âmbito do Programa Portugal 2020 – Programa Operacional Regional do Centro (CENTRO-01-0145-FEDER-23517).

REFERÊNCIA

CERÂMICA DE MESA PORTUGUESA: o contributo deste sector para a sustentabilidade; APICER - Associação Portuguesa das Indústrias de Cerâmica e de Cristalaria; (2015).

Pereira, P. M. R.; Análise e melhoria do processo de fabrico de louça de hotelaria; Universidade do Porto; (2018).

Bissolvil-Dalvi, M.; Costa, L.M e outros; Avaliação comparativa do índice de sustentabilidade da cerâmica e das rochas ornamentais através da ferramenta ISMAS; Euro Elecs 2017; (2017).

Rocha, C.; O papel do Ecodesign na Eficiência Energética dos Produtos Cerâmicos; <http://repositorio.Ineg.pt/handle/10400.9/2403> (acesso em janeiro 2021).

Norma Portuguesa Louça Cerâmica Utilitária Parte 1 – Especificações – -NP4555-1; (2018).

AUTORES

JOSÉ MANUEL COUCEIRO BAROSA CORREA FRADE, Dr. | Instituto Politécnico de Leiria | IPL - LIDA – ESAD-CR | Caldas da Rainha - Portugal | Correspondência para: Rua Isidoro Inácio Alves de Carvalho, Campus 3, 2500-321 Caldas da Rainha - Portugal | E-mail: jose.frade@ipleiria.pt

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6675-672X>

PAULO CESAR MACHADO FERROLI, Dr. | Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC | Virtuhab | Florianópolis, SC. Brasil | Correspondência para: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/nº Trindade – Florianópolis – SC CEP: 88040-900 | E-mail: pcferroli@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

FRADE, José Manuel Couceiro Barosa Correia; FERROLI, Paulo Cesar Machado. A Indústria Cerâmica Da Louça Utilitária E Decorativa Na Perspetiva Das Estratégias Do Lançamento De Novos Produtos De Eco-Design. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 83-90, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.83-90>.

DATA DE ENVIO: 10/06/2021

DATA DE ACEITE: 15/06/2021

CATALOGAÇÃO E SISTEMATIZAÇÃO DE ACAMPAMENTOS PLANEJADOS - FUTURA PLATAFORMA INFRASHELTER

CATALOGING AND SYSTEMATIZING PLANNED CAMPS - FUTURE INFRASHELTER PLATFORM

THAIS NOLIO SANTA CRUZ | UFSC

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra. | UFSC

LUANA TORALLES CARBONARI, Dra. | UFSC

NADIELI DE ARAUJO | UFSC

RESUMO

Os acampamentos planejados são instalações que pertencem à categoria de abrigos transitórios e visam atender a população vítima de desastres naturais e/ou conflitos. Este artigo propõe a elaboração de um sistema de catalogação de materiais, estruturas e tecnologias de acampamentos temporários planejados. O catálogo baseou-se em indicadores para escolha dos locais de implantação e da estrutura dos acampamentos. Elaborou-se uma lista com os acampamentos que se relacionam às principais emergências ocorridas no Brasil e no mundo. Como critério de seleção, adotou-se um intervalo temporal de onze anos. Dentre os acampamentos selecionados, utilizou-se como exemplo da proposta de sistematização, o acampamento de Zaatari, na Jordânia. Além disso, explicou-se a maneira que os catálogos serão inicialmente publicados no Portal Virtuhab e realizou-se algumas sugestões para a elaboração da futura plataforma denominada Infrashelter. A catalogação das soluções adotadas pode auxiliar no desenvolvimento e implementação de novos acampamentos planejados.

PALAVRAS-CHAVE: Abrigos emergenciais; Acampamentos temporários planejados; Sustentabilidade

ABSTRACT

Planned camps are installations that belong to the category of transitional shelters and aim to assist population victims of natural disasters and/or conflicts. This paper proposes the development of a cataloging system for materials, structures and technologies of planned temporary camps. The catalog was based on indicators for selecting implantation sites and structure of camps. A list of planned camps that are related to the main emergencies in Brazil and worldwide was established. As a selection criterion, a time interval of 11 years was adopted. Among the selected camps, the Zaatari Camp in Jordan was used to exemplify the systematization carried out. In addition, the way that the catalogs will initially be published on the Virtuhab Portal was explained and some suggestions were made for the future platform structure, called Infrashelter. The cataloging of the adopted solutions can assist in the development and implementation of new planned camps.

KEYWORDS: Emergency shelters; Temporary planned camps; Sustainability



1. INTRODUÇÃO

A ajuda humanitária tem por diretriz preservar vidas e garantir a integridade, subsistência e as necessidades das populações sujeitas a desastres, conflitos sociais ou até uma combinação de ambos. O auxílio depende de diversos fatores, sejam ambientais, econômicos ou governamentais (SPHERE ASSOCIATION, 2018; SHELTER CENTRE, 2010).

Um desastre é uma consequência de acontecimentos inesperados em algum ambiente, que pode causar avarias materiais, humanas ou físicas e perdas econômicas e sociais. A origem do desastre pode apresentar influência humana, ser um fenômeno natural, ou uma junção de ambas (DE CASTRO, 2009). Os desastres naturais se relacionam a fenômenos climáticos e geofísicos, como terremotos, tufões, furacões, deslizamentos de terra, erupção de vulcões, dentre outros. Estes podem ser agravados pela influência humana aliado à característica socioespacial do local, à rápida urbanização e ao crescimento desordenado das cidades. Assim, a vulnerabilidade ambiental aumenta, intensificando eventos naturais como chuvas volumosas, inundações e tornados (ALCÁNTARA-AYALA, 2002; TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

De acordo com a ACNUR-BRASIL (c2021), em 2019, cerca de 79,5 milhões de pessoas foram deslocadas de seus lugares de origem em função de conflitos sociais e/ou armados e perseguições, que se relacionam a raça, religião, nacionalidade, política, entre outros. Dentre os principais países de origem das migrações forçadas se destacam a Venezuela, o Afeganistão, o Sudão do Sul, Mianmar e a Síria. Este último responde pelo maior número de refugiados do mundo, cerca de 824.400 pessoas, abrigadas principalmente na Turquia, Jordânia, Líbano e Egito. O destino dos refugiados pode envolver locais no mesmo país de origem ou destinos internacionais. A tendência de deslocamento é em direção aos países vizinhos. O Paquistão recebe refugiados do Afeganistão, assim como a Uganda acolhe pessoas do Sudão do Sul, que totalizavam 68% da população do país em 2016. Ainda, é possível observar o retorno dos refugiados aos locais de origem, como o caso de pessoas que retornam ao Afeganistão. Na América do Sul, de acordo Carbonari (2021), os refugiados venezuelanos buscam abrigo nos países vizinhos, como no caso do Brasil, onde se concentram na cidade de Boa Vista, capital do estado de Roraima.

Assim, é imprescindível oferecer atendimento humanitário às vítimas de desastres e/ou conflitos, identificando as ameaças e a vulnerabilidade dos lugares. A partir disso é possível prever a incidência dos desastres e tomar atitudes de resposta, que envolve profissionais de saúde,

bombeiros e, quando necessário, a implementação de abrigos temporários (LEMES; REZENDE, 2017).

Este artigo apresenta como tema os acampamentos temporários planejados, que são instalações que visam atender à população envolvida em desastres e conflitos. Mais especificamente, trata-se da elaboração de um sistema de catalogação dessas instalações, baseado na estrutura de indicadores estabelecida por diversos autores, em especial Carbonari (2021). Em linhas gerais, o artigo abordará a conceituação geral dos acampamentos planejados, estrutura necessária para seu funcionamento, algumas propostas de estabelecimento de indicadores e modelos de tomada de decisão em acampamentos, uma lista preliminar de acampamentos planejados internacionais e nacionais já utilizados, e a explicação da disponibilização dos catálogos, na plataforma Infrashelter e no Portal Virtuhab (<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/>).

2. MÉTODO, ETAPAS E TÉCNICAS DE PESQUISA

A pesquisa compreende a criação de um catálogo para sistematizar as informações de acampamentos planejados. Para tanto, realizou-se uma revisão bibliográfica, utilizando as principais publicações na área de estudo, a saber: *Patterns of sheltering and housing in american disasters* de Quarantelli (1991); *Administração para Abrigos Temporários* de SEDEC-RJ (2006); *Transitional settlement: displaced populations* de Corsellis e Vitale (2005); *The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response* da Sphere Association (2018) e *Indicadores e diretrizes para a seleção e projeto de abrigos temporários móveis pós-desastres naturais* de Carbonari e Librelotto (2018). Assim, com base nesses autores, determinou-se os conceitos relacionados às instalações de ajuda humanitária, como abrigos e acampamentos planejados. Ainda, selecionou-se diversos indicadores apontados como importantes na escolha dos locais de implantação dos acampamentos planejados e da estrutura dos abrigos com base em Sphere Association (2018), Carbonari (2021), SEDEC-RJ (2006) e Nappi e Souza (2014). Com base nestes critérios, elaborou-se a estrutura do catálogo, selecionando os principais aspectos que compõem os indicadores, além de sistematizar informações básicas a respeito dos eventos ocorridos e da população acolhida.

Ademais, realizou-se uma revisão e seleção dos principais desastres e casos de acolhimento de refugiados que utilizaram abrigos ou acampamentos planejados, no Brasil e no mundo. Como critério de seleção se adotou um

limite temporal, entre 2010-2021. Ainda, demonstrou-se a aplicação do catálogo para um dos casos selecionados anteriormente, o acampamento de Zaatari, na Jordânia. A sistematização dos dados coletados, ou seja, as fichas de catalogação dos casos selecionados serão disponibilizadas inicialmente no Portal Virtuhab (<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/>) e posteriormente em uma plataforma online, denominada de Infrashelter.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conceituação

As instalações oferecidas pelas organizações humanitárias apresentam diversas classificações, de acordo com o objetivo. Dentre estas, é imprescindível destacar os abrigos, particularmente os temporários, e os acampamentos planejados. Ainda, deve-se entender a diferença entre abrigos e habitações. Muitos termos são utilizados como sinônimos ou derivações, entre eles: abrigos emergenciais, transitórios e temporários, arquitetura emergencial, alojamentos, cidades temporárias, acampamentos emergenciais e planejados, entre outros. Pouco a pouco, tais termos vêm ganhando definições distintas e maior uniformidade em suas aplicações (CARBONARI; LIBRELOTTO, 2018; QUARANTELLI, 1991).

Para Corsellis e Vitale (2005) os abrigos se caracterizam como ambientes cobertos que proporcionam um local protegido, privativo e digno para as pessoas. O sistema de funcionamento se baseia na disponibilização de um local seguro e de distribuição de Non-food items-NFI, entretanto nem todas as definições corroboram esta. De acordo com a SEDEC-RJ (2006) há dois tipos de abrigos: fixos e móveis. Os fixos contam com instituições que atendem à população desabrigada, podendo ser pública ou privada. Já os móveis, baseiam-se em instalações que atuam em um determinado período, sendo que podem ser estruturas fixas, como ginásios, escolas, hotéis, ou móveis, como barracas alocadas em campos de futebol, quadras, terrenos escolhidos, entre outros. Ainda, segundo (CORSELLIS; VITALE, 2005) há os abrigos transitórios, que garantem as vantagens de um abrigo durante um período de tempo entre a ocorrência de um conflito, o desastre natural e a obtenção de soluções mais duradouras. Mais especificamente, os abrigos transitórios (transitional settlement) se classificam em seis tipos, divididos em soluções dispersas e agrupadas. Dentre as soluções agrupadas se localizam os acampamentos planejados, que se caracterizam pela escolha de um local que apresenta a infraestrutura e os serviços necessários.

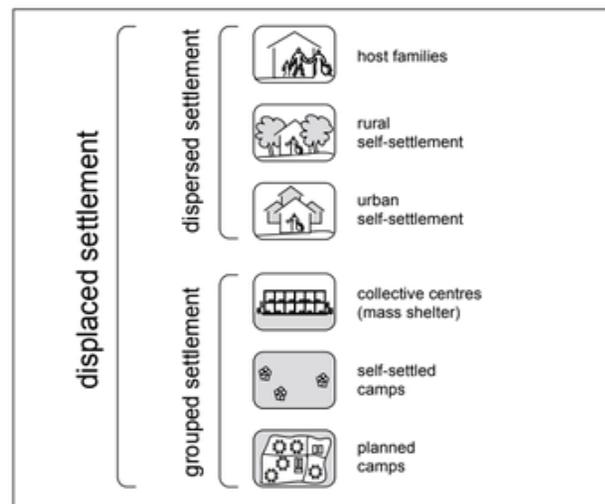


Figura 1 - As seis opções de abrigos temporários.
Fonte: Corsellis e Vitale (2005)

Ainda, para Quarantelli (1991) há quatro tipologias que consideram diferenciações entre abrigos e habitações: Abrigos emergenciais, abrigos temporários, habitação temporária e habitação permanente. As habitações se caracterizam por apresentar a retomada das atividades rotineiras no local, e costumam se estender por um período de tempo maior, entre meses e anos. Nos abrigos, por outra parte, não há a tentativa de estabelecer alguma rotina no lugar, sendo o objetivo principal o retorno dos desabrigados a suas respectivas residências. Os abrigos emergenciais envolvem vítimas acolhidas em suas próprias casas ou em outros lugares durante o período da emergência, que pode durar horas ou até dias. Pela sua curta duração, as condições aceitas nem sempre são as ideais se comparadas a outros contextos. Geralmente são usados ambientes como igrejas, escolas e estádios. Já os abrigos temporários envolvem o alojamento de pessoas além do momento de emergência, necessitando de mais planejamento, comparado ao anterior, tal como a administração da alimentação à população. Em todas estas definições o abrigo compreende uma série de instalações para triagem, depósito, assistência médica e social e espaços para realização de atividades rotineiras como comer, dormir, estudar, recrear ou trabalhar, nem sempre se reportando somente a unidades privativas, mas a instalações comunitárias.

Assim, para o correto funcionamento dessas instalações, deve-se prever uma adaptação adequada ao contexto vigente, seja em aspectos físicos, culturais, econômicos ou políticos. As soluções devem envolver aspectos como a localização geográfica, interferência climática, disponibilidade de recursos, acesso a materiais de construção adequados, hábitos e práticas culturais locais, entre outros (UNHCR, 2019a, 2021a).

3.2 Implantação e estrutura de acampamentos temporários planejados

Para o bom funcionamento dos acampamentos temporários planejados, a escolha do local de implantação apresenta grande importância, uma vez que há diversos critérios a serem adotados para garantir a segurança e o bem-estar dos residentes (CARBONARI; LIBRELOTTO, 2018; NAPPI; SOUZA, 2014). Para tanto, deve-se considerar questões de segurança e conforto ambiental da região. Ademais, é necessário atentar às características físicas do terreno, como a área necessária, aspectos geofísicos e possíveis áreas de subsistência. Outro ponto destacável se relaciona à localização dos acampamentos, sua interferência em relação ao acesso a infraestruturas básicas hidro sanitárias, elétricas e de transporte. Além disso, deve-se ressaltar a influência da acessibilidade, em termos de acesso às instalações, as possíveis rotas de emergência e escape necessárias e a acessibilidade universal.

Em concordância com Alshawawreh et al. (2020), Sphere Association (2018) e UNHCR (2019a) para garantir a proteção, a dignidade e a privacidade das vítimas, faz-se necessário um correto planejamento dos abrigos, levando em consideração diversos critérios. Entre estes, destacam-se a estrutura, materialidade e dimensões, assim como a inserção destes no contexto vigente e sua relação com a cultura e comunidade local, buscando sempre abrigos mais sustentáveis. Os abrigos devem suprir as necessidades dos residentes e deve-se priorizar o uso de materiais locais e sustentáveis, respeitando as práticas e costumes locais. Logo, abrigos inadequados podem causar diversos problemas com a população.

Portanto, nota-se a importância de considerar diversos critérios para a implantação de acampamentos e para adequação dos abrigos buscando o acolhimento das vítimas de conflitos e/ou desastres. Assim, é possível analisar os principais indicadores de locais de implantação de acampamentos planejados baseando-se em Carbonari (2021), Nappi e Souza (2014) e pela Sphere Association (2018), conforme o Quadro 1 e os principais indicadores dos abrigos usados como referência, fundamentado em Carbonari (2021), Sphere Association (2018) e SEDEC-RJ (2006), conforme o Quadro 2.

INDICADORES DE IMPLANTAÇÃO DE ACAMPAMENTOS PLANEJADOS	
Segurança	
O local deve possibilitar o controle de acesso de pessoas e veículos, além de estar distante de regiões de conflitos e vetores de transmissão de doenças. Ainda, deve estar em área não inundável, sem ventos fortes e distante de áreas de risco e de preservação ambiental. A área deve ser bem iluminada, permitindo a visibilidade dos acessos e saídas. Deve-se considerar a segurança das pessoas, principalmente das crianças. Os acampamentos devem proporcionar um acesso seguro a serviços essenciais em um período de tempo e distância aceitável.	

Infraestrutura Urbana
O local deve ter acesso a tratamento ou coleta de esgoto, além de coleta de lixo, acesso a energia elétrica e abastecimento de água. Além de disponibilizar fontes de alimentação e instalações sociais, de saúde e para animais domésticos. Ademais, o local deve ser de fácil acesso a sistema de transporte de diferentes modais.
Localização
Deve-se considerar o acesso a serviços básicos como educação, saúde, apoio a atividades de subsistência. Ainda, é importante levar em conta a distância entre o local e o centro da cidade, os portos marítimos e rodoviários, além das condições das estradas locais e próximas ao acampamento. Também, a distância a ser percorrida pela população desabrigada e o tempo máximo de chegada de suprimentos. Deve-se considerar as condições das estradas locais e a proximidade do acampamento em relação a terminais de transporte que forneçam ajuda e outros bens.
Características Físicas
Em relação a área, deve-se considerar as medidas mínimas estabelecidas nos documentos oficiais e possibilitar expansão. Deve-se evitar locais com solo arenoso e com lençol freático ou que possam ser afetados por enchentes. A declividade do terreno deve ser de 1%-6%. Ainda, há a possibilidade de criação de hortas comunitárias, agricultura e criação de animais, gerando oportunidades de emprego.
Meio Ambiente
O local deve oferecer conforto térmico e acústico, ventilação, iluminação natural e proteção à população abrigada. A vegetação do local deve ser preservada. Deve-se aproveitar a ventilação natural, evitando a exposição solar intensa. Ainda, impactos negativos no ambiente devem ser evitados, para tanto deve-se considerar para a seleção do local uma avaliação de impacto ambiental, levando em conta a exposição a riscos climáticos. Ainda, deve-se prever possíveis mudanças climáticas no local.
Acessibilidade
O local deve oferecer estradas, caminhos e acesso seguros. O acesso ao local deve ser feito por pessoas e veículos, verificando como é feito o acesso, além das condições das ruas e a segurança dos caminhos. Ainda, devem haver áreas de fácil acesso e evacuação. Ainda, deve-se considerar as necessidades das pessoas com deficiência de mobilidade. A Norma Brasileira NBR 9050 deve ser cumprida.
Aspectos Econômicos
Torna-se importante levar em conta o custo da implantação, sendo que os serviços devem ser de custo acessível, e deve-se permitir outros usos no local. Assim, deve-se apresentar uma estratégia consensual de prestação de serviços e de manutenção a um custo acessível, verificando o proprietário do local e diminuindo custos. Além disso, deve-se evitar a subutilização do local.

Quadro 1 - Indicadores de implantação de acampamentos planejados.

Fonte: elaborado pelos autores com base em Carbonari (2021), Nappi; Souza (2014) e Sphere Association (2018)

INDICADORES DE ESTRUTURAS DOS ABRIGOS	
Características Físicas e Espaciais	
Os abrigos devem possuir um espaço coberto com finalidade de proteger as pessoas contra intempéries climáticas, oferecendo condições propícias de temperatura, segurança e privacidade. A área do acampamento deve ser de no mínimo 45m ² (30m ² de abrigo e 15 m ² para áreas de cocção e hortas). No centro dos acampamentos, ou seja, fora da área dos abrigos, deve-se priorizar instalar administrações, atendimento à saúde, alimentação e educação, depósito, entre outros. O acesso de pedestres e veículos deve ser separado. Já os abrigos devem possuir um espaço coberto com finalidade de proteger as pessoas contra intempéries climáticas, sendo a área mínima de 3,5m ² por pessoa e 10m ² por família. Em situações emergenciais, deve-se construir primeiramente uma cobertura para os abrigos, dando sequência com as paredes, portas e janelas.	

Instalações de Apoio e Serviço
Entre os principais serviços oferecidos se encontram: a recepção e triagem, área administrativa, atendimento de saúde (enfermagem, cuidados odontológicos, nutricionais) e psicossocial, armazenagem e depósito de mercadorias, espaços educacionais, de recreação, comunitários e para animais. A recepção deve contar com uma área protegida de 20m ² , próxima à entrada do acampamento. Ainda, os centros médicos devem ser de fácil acesso e bem ventilados, não sendo necessário a permanência de médicos após a triagem inicial em locais com até 200 pessoas. Para espaços de estoque de mercadorias se considera de 75 a 100m ² para cada 500 pessoas. Áreas educacionais devem ser previstas, sendo que podem ser salas para 40 alunos. Os espaços de recreação devem estar na porção central do acampamento próximo às áreas comunitárias, que devem ser de 15 a 20% do acampamento. Ademais, deve-se considerar uma área destinada ao abrigo de animais domésticos.
Infraestruturas Básicas
Devem ser oferecidas infraestruturas como cozinhas, refeitórios, latrinas, lavatórios, chuveiros e áreas de serviço. Ainda, deve-se levar em conta áreas de recepção, processamento e distribuição de alimentos, especialmente voltado à alimentação de crianças e bebês. As cozinhas devem ter área mínima de 15 m ² , que atendem até 250 pessoas. O refeitório deve possuir área de 1,5 m ² por pessoa. As áreas de estoque de alimentos devem estar protegidas, bem ventiladas e iluminadas e devem contar com 2 refrigeradores. Em termos de higiene, devem ser oferecidas latrinas, 1 a cada 20 pessoas, lavatórios 1 a cada 10 pessoas, sanitários 1 a cada 25 pessoas e área de serviço 1 tanque de lavar roupa para o intervalo de 40 a 100 pessoas. Os espaços devem ser bem iluminados para uso noturno.
Segurança e Privacidade
O acampamento deve garantir a segurança das pessoas contra intempéries climáticas e assegurar a privacidade mediante divisões espaciais para os distintos grupos sociais de diferentes idades e gêneros. Deve ser previsto inspeções periódicas para manutenção das atividades no local. Também deve contar com um sistema de prevenção de incêndio. Ainda, deve-se prever uma boa iluminação no acampamento para que se torne seguro em qualquer horário do dia.
Saneamento Básico
Em termos de saneamento básico, os acampamentos devem prever soluções de esgoto, fornecimento de energia, gerenciamento dos resíduos sólidos, drenagem e abastecimento de água. No local, deve haver coleta de esgoto ou outro tipo de tratamento. Ainda, o acampamento deve contar com gerador de energia ou outras fontes alternativas. A coleta de resíduos sólidos deve ser feita, sendo possível incinerar o lixo na falta desta. O acesso a água pode se dar por superfícies de coleta, poços ou abastecimento por via-tura. A estimativa de consumo é de 15 a 20 litros/pessoa/dia (2,5 litros para beber em dias quentes e 2,0 em dias frios).

Acesso e Acessibilidade
As ruas devem ser de 20 a 25% do acampamento, conectando os espaços internos. O acesso aos abrigos individuais deve ser mediante vias semi-privadas, garantindo a conexão com as demais estruturas como banheiros, setor de alimentação, entre outros. Ainda, o acampamento deve contar com rotas fáceis de acesso e evacuação. Deve-se levar em conta a acessibilidade universal, sendo imprescindível cumprir com as normas e os procedimentos de aprovação de construções.
Adequação Cultural
O abrigo deve levar em conta para seu planejamento e administração o contexto sócio-cultural, respeitando os padrões culturais e priorizando a utilização de materiais e técnicas construtivas locais.
Meio Ambiente
Os assentamentos devem propiciar um conforto ambiental aos residentes, garantindo locais bem ventilados e áreas protegidas, aproveitando a iluminação solar e o vento. Ainda, deve ser evitado atividades que causem impacto ambiental negativo. Assim, os acampamentos devem se adaptar às variações climáticas.

Quadro 2 - Indicadores de estrutura dos abrigos.

Fonte: elaborado pelos autores com base em Carbonari (2021); Sphere Association (2018); SEDEC-RJ (2006).

4. RESULTADOS PRELIMINARES

4.1 Estrutura base de composição do catálogo

Utilizando como referência os modelos de indicadores abordados nos Quadros 1 e 2, determinou-se uma estrutura base para a catalogação dos acampamentos planejados. Com o intuito de se situar no contexto da criação do abrigo, serão abordados dados como a emergência ocorrida, a data de implantação e a localização. Já caracterizando o acampamento, sistematiza-se o número de pessoas acolhidas, a administração, as infraestruturas e a estrutura do acampamento. Ainda, explora-se os abrigos individuais, indicando o custo e a estrutura. Finalmente, leva-se em consideração a adequação cultural, o impacto sobre o meio ambiente e as principais publicações encontradas sobre o acampamento. A proposição inicial para o catálogo pode ser vista no Quadro 3.

CATÁLOGO DE ACAMPAMENTOS PLANEJADOS		
Emergência (Emergency)	Emergência ocorrida.	Indicar o tipo: conflito social ou desastre natural e sua descrição.
Localização (Localization)	Local onde se encontra o acampamento.	Indicação da localização do acampamento e da distância dos principais pontos de referência.
Data de implantação (Implantation date)	Data de implantação do acampamento.	Caso não esteja mais em vigor, deve-se informar ainda a data de encerramento.
Total de pessoas afetadas (Total people affected)	Número de pessoas acolhidas.	
Administração (Administration)	Indica os responsáveis pela administração dos acampamentos.	

Estrutura do acampamento (Camp structure)	Área.	Indicação da área aproximada do acampamento
	Expansão.	Indicar se há possibilidades de expansão para o acampamento.
	Layout do acampamento.	Mostrar o layout do acampamento.
	Área de recepção e triagem; área administrativa; área de armazenagem, depósito de mercadorias; áreas para a recepção e estoque de itens alimentícios; áreas para atendimento psicossocial e de saúde; espaço educacional e de recreação; áreas comunitárias; cozinha; refeitório; área de serviço, entre outras.	Indicar a descrição, quantidade, área, dimensões, sistema construtivo e a posição no acampamento.
Serviços básicos do acampamento e acessos (Camp basic services and access)	Acesso ao local	Explicar o funcionamento das vias de acesso e das entradas.
	Serviços básicos: esgoto sanitário; energia; resíduos sólidos; água; drenagem; latrinas; lavatórios; chuveiros.	Indicar as soluções adotadas.
Custo (Cust)	Custo de implantação do acampamento e dos abrigos.	
Estrutura dos abrigos individuais (Shelter structure)	Características.	Indicar o tipo, a área, as dimensões e a quantidade de unidades no acampamento.
Segurança (Security)	Segurança do acampamento .	Indicar se o acampamento se localiza em área de risco, descrever como se dá a segurança no entorno e nas saídas.
	Segurança dos residentes.	Indicar como se dá o controle dos moradores e se há a presença de conflitos.
Adaptação cultural (Cultural adaptation)	Implementação de estratégias para adaptação à cultura local, Projetos de equidade social e desenvolvimento sócio-econômico e Acessibilidade Universal.	
Meio ambiente e sustentabilidade (Environment and sustainability)	Conforto ambiental oferecido pelo acampamento e pelos abrigos, possíveis interferências ou impactos no meio ambiente e soluções sustentáveis.	
Publicações (Publications)	As principais publicações sobre o acampamento, que expressam a relevância do assunto.	

Quadro 3 - Catálogo de acampamentos planejados.
Fonte: elaborado pelos autores (2021).

4.2 Lista de acampamentos encontrados

Adotou-se como critério de escolha dos acampamentos planejados a serem catalogados os principais eventos que ocorreram nos últimos onze anos, após 2010 sejam desastres ou conflitos, no Brasil e no mundo.

4.2.1 Acampamentos brasileiros

No Brasil, utiliza-se de acampamentos planejados para acolher refugiados vindos de outros países. De acordo com a ACNUR-BRASIL (c2021), o país recebe imigrantes da Venezuela, Síria, Angola e Congo. Dentre estes, destacam-se os venezuelanos, cuja principal cidade de entrada é Boa Vista, em Roraima (CARBONARI, 2021). Já em relação a desastres naturais, o Brasil destaca-se pela frequência da ocorrência de inundações (EM-DAT, c2020), além de acidentes envolvendo barragens de mineradoras. Para acolher os desabrigados, uma das soluções mais utilizadas é a implementação de abrigos em ambientes pré-existentes e fixos como escolas, ginásios e centros comunitários, que permitem o acesso a toda a rede de infraestrutura urbana que o local já possuía (SEDEC-RJ, 2006). Assim, os principais abrigos brasileiros são:

- Acampamento Pintolândia, Tancredo Neves, Jardim Floresta, Nova Canaã, Santa Teresa, Hélio Campos, Latife Salomão, São Vicente e Rondon I em Bela Vista (RO);
- Abrigos instalados para os desabrigados resultante da quebra das barragens em Mariana e em Brumadinho, MG; e,
- Inundações ocorridas na região Serrana do Rio de Janeiro, nas cidades de São José do Rio Preto, Teresópolis, Nova Friburgo, Bom Jardim, Petrópolis, Sumidouro, Areal.

4.2.2 Acampamentos internacionais

Em relação aos acampamentos planejados para refugiados de conflitos, se destacam alguns países da Ásia e da África, nos quais ocorrem conflitos armados que causam a dispersão de pessoas para outros países. Se destacam nesse contexto os refugiados da Síria, Afeganistão, Sudão do Sul e Mianmar. Os abrigos selecionados foram:

- Duzce na Turquia,
- Zaatari na Jordânia,
- Azraq na Jordânia,
- Ajuong Thok no Sudão,
- Dadaab em Kenya,
- Bentiu no Sudão do Sul, e

- Férério em Burkina Faso,
- Dollo Ado na Etiópia,
- Tunaydbah no Sudão.

Os desastres naturais ocorrem mais próximos às divisas de placas tectônicas, pelo movimento destas, como terremotos, maremotos, entre outros. Entre as principais regiões afetadas se encontram os países na costa do pacífico e do oceano Índico. Dessa forma, nos últimos 10 anos foi possível perceber que dentre os principais fenômenos intensos destacaram-se principalmente terremotos, ciclones, tufões e deslizamentos de terra. Assim, os desastres que utilizaram de abrigos são:

- Terremoto no Haiti em 2010,
- Terremoto no Nepal em 2015,
- Tufão Haiyan (Yolanda) nas Filipinas em 2013 na comunidade de Sungko e na cidade de Tacloban,
- Tsunami no Japão em 2011,
- Terremoto no Equador em 2016 nas províncias de Manabí e Esmeraldas,
- Deslizamento de terra do Peru em 2012, e
- Ciclone Evans na Ilha de Samoa em 2012,
- Terremoto na Indonésia em 2015.

4.3 Aplicação da estrutura de catalogação para o caso do acampamento Zaatari

Para a exemplificação da aplicação do catálogo desenvolvido, utilizou-se o acampamento Zaatari, na Jordânia, baseado-se em UNHCR (2016, 2017, 2019b, 2020, 2021b), UNHABITAT; IFRC (2014), OXFAM International (c2021), Shelter Project (2013-2014), UNICEf (2018a e b) e Alshawawreh (2017).

Emergência (Emergency): Acampamentos criados para acolher refugiados de conflitos na Síria.

Localização (Localization): O acampamento está localizado no norte da Jordânia, nas terras do distrito de Badiyah Gharbiyah, Mafrq Governorate, localizado a 75 km do sul de Amman e a 12 km da fronteira com a Síria (Figura 2).



Figura 2 - (a) Mapa esquemático da localização, (b) Localização do acampamento.
Fonte: UNHCR (2017); adaptado do Google Earth (2021).

Data de implantação (Implantation date): julho de 2012. Em atividade.

Total de pessoas afetadas (Total people affected): 78,685 refugiados (2021).

Administração (Administration): A administração no acampamento é feita pela Diretoria de Assuntos de Refugiados da Síria (SRAD) e pela UNHCR. Este último assume a coordenação do acampamento, ou seja, a elaboração da estratégia geral adotada na coordenação operacional e nos grupos de trabalho dos diversos setores. Ainda, é encarregado da em proteção, saúde, abrigo e planejamento do local, segurança e mobilização comunitária. Além dessas instituições, o acampamento conta com a colaboração de diversas organizações internacionais, entre elas se encontram: Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF), Conselho Norueguês de Refugiados (NRC), Comitê Internacional da Cruz Vermelha (ICRC), Agência de Cooperação Técnica e Desenvolvimento (ACTED), Mercy Corps, Comitê Internacional de Resgate (ICR), Corpo Médico Internacional (IMC), Sociedade de ajuda humanitária da Jordânia (JHAS), OXFAM, entre outros.

Estrutura do acampamento (Camp structure): O acampamento conta com 5,3 Km². Apresenta 12 distritos, separados por vias de circulação principais. Cada distrito se divide em parcelas numeradas de terra, com fronteiras definidas denominadas de blocos, onde se localizam os abrigos individuais (figura 3).

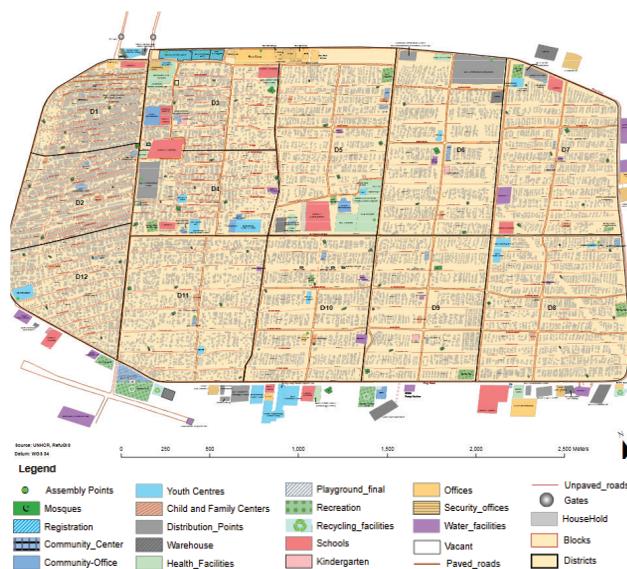


Figura 3 - Imagem do acampamento.
Fonte: adaptado de UNHCR (2017).

Os abrigos individuais deveriam estar posicionados em filas, mas os residentes optaram por se posicionar em formato de U, permitindo que as famílias vivessem mais próximas. Assim, o mapa do acampamento se assemelha a um labirinto (Figura 4).



Figura 4 - Vista interna lotes.
Fonte: Google Maps (2021).

Em termos de estruturas presentes no acampamento, é possível observar que há espaços administrativos destinados às organizações e administradores do acampamento como a UNICEF, Mercy Corps, Defesa Civil, UNHCR,

SRAD, ICRC, além da base do acampamento. Já em termos de recepção, triagem, armazenagem e depósito de mercadorias, há espaços destinados à distribuição de itens necessários para os refugiados. Dentre eles se encontram no nordeste do acampamento o Centro de distribuição comum para assistência humanitária (CDCHA), Centro de distribuição da NRC e WFP Bread Distribution.

Dentre as estruturas que visam atender a comunidade, é possível observar escolas, creches e escolas dirigidas pela UNICEF. Ainda há diversos espaços de recreação como parques infantis e campos de futebol. As áreas comunitárias envolvem centros comunitários para adultos, jovens, crianças e familiares. Nestes, a população pode realizar cursos, atividades recreativas e esportivas, jogos infantis, desenvolvimento de habilidades, entre outros. Para tratamento de saúde é possível observar hospitais e centros médicos que atendem desde crianças até idosos. Além disso, outros serviços são oferecidos: mesquitas, supermercados, lojas de roupa e shopping center e lojas de eletrônicos (Figura 5).



Figura 5 - (a) Centro Médico; (b) Centro comunitário; (c) (d) Escola; (e) Supermercado; (f) Comércio.
Fontes respectivamente: Global Times (2012); Google Maps (2021); UNICEF, b (2018); Google Maps (2021); Investing.com (2016); Google Maps (2021).

Alguns serviços como cozinhas, refeitórios, áreas de serviço, banheiros, entre outros, inicialmente eram compartilhados. No entanto com o aumento do vandalismo e do número de moradores no acampamento estas estruturas passaram a ser privativas, sendo encontradas nos abrigos individuais (figura 6).



Figura 6 - (a) Cozinha em um abrigo individual; (b) Refeição no abrigo individual.
Fonte: Batah, 2018; UNHCR, 2021c.

Serviços básicos do acampamento e acessos (Camp basic services and access): Dentre a infraestrutura básica, se destaca o acesso a água e energia elétrica. No abrigo, eram utilizados caminhões-pipa, entregando água a cada três dias. Os moradores recebem 35 litros por dia. O sistema de esgoto apresentava três soluções: armazenamento em fossas ou tanques, o escoamento superficial mediante a construção de valas no solo e a ligação à rede ou ao bloco WASH. Em 2018, propôs-se a construção da rede de água e de coleta de águas residuais. Ainda, em 2020, há no acampamento três poços internos e uma estação de tratamento de esgoto. Em termos de energia elétrica, em 2012, a rede elétrica foi estabelecida para o uso no acampamento, mas os próprios refugiados realizaram as instalações nas unidades. Assim, em 2015 o sistema foi refeito, pois o antigo era perigoso.

Custo (Cost): 2,94 US\$ por barraca, incluindo coleta do acampamento, avaliação da barraca, materiais de reparo, remendos e reembalagem.

Estrutura dos abrigos individuais (Shelter structure): Em um primeiro momento, eram distribuídas tendas às famílias pela UNHCR. No entanto, devido ao clima de deserto do local, utilizou-se novas soluções de abrigos, substituindo as tendas. Adotou-se construções com containers e em alvenaria. Percebe-se a presença de materiais como tijolos cerâmicos, blocos de concreto, estruturas em concreto armado (pilares e vigas) e chapas/placas de diversos materiais (madeira, metais e lonas). Os containers standard 20-foot (6 metros), apresentam painéis sanduíche isolados com poliuretano nas paredes e nos telhados (figura 7).



Figura 7 - (a) Tendas Acnur; (b) abrigos individuais.
Fonte: Google Maps (2021); BBC News (2016).

Segurança (Security): O acampamento está localizado em uma área praticamente plana, com pouco desnível, mas com locais que são suscetíveis a inundações, ocorridas devido às fortes chuvas. Os distritos 1 e 2 são os mais seguros. Em termos de acesso, no abrigo é possível perceber 4 entradas, que nem sempre apresentam um bom controle, sendo já relatados casos de contrabando de produtos como barracas, colchões, gás, entre outros, originando um mercado negro. Ainda, percebeu-se conflitos internos e com a comunidade local. Internamente, houveram conflitos entre os líderes dos moradores,

denominados de Street Leaders, e os administradores do acampamento, sendo que em 2013 ocorreram confrontos violentos com a polícia. Já em relação ao meio externo, com a vinda dos refugiados, aumentou a população e o custo de vida nas aldeias e vilas vizinhas, gerando manifestações que cobram o aumento dos serviços públicos. Ainda, a UNHCR estabeleceu uma rede de proteção comunitária, composta por 90 voluntários, sendo 39 mulheres e 51 homens, que pretende fortalecer os mecanismos de prevenção e resposta de incidentes, assim como identificar as preocupações da comunidade.

Adaptação cultural (Cultural adaptation): Os moradores realizaram diversas adaptações nos abrigos. Por exemplo, infraestruturas como cozinhas e banheiros eram comunitárias, no entanto, devido a questões de privacidade, alguns moradores, expandiram seus abrigos para alojar estes serviços. Há também redes de encontros comunitários que garantem uma comunicação entre a comunidade e a população refugiada, com o intuito de garantir o envolvimento dos refugiados nas decisões, definição de necessidades e prioridades, entre outros (figura 8).



Figura 8 - Áreas estendidas e modificadas.
Fonte: Alshawawreh (2017).

Meio ambiente e sustentabilidade (Environment and sustainability): Em termos de impactos sobre o meio ambiente, realizou-se um projeto de reciclagem das barracas que não estavam mais sendo utilizadas. Assim, à medida que os novos abrigos eram implantados, os materiais das barracas eram separados em três categorias: as que poderiam ser utilizadas, as que estavam danificadas e as que poderiam ser reparadas. Com o material se realizaram alguns objetos de uso doméstico. Ainda, em termos de sustentabilidade, a água que é tratada no acampamento é utilizada em fazendas locais para a agricultura (figura 9).



Figura 9 - Estoque das tendas para reciclagem.
Fonte: UN-HABITAT; IFRC (2014).

Publicações (Publications): o catálogo deverá apresentar o link para as publicações. Essas publicações mostram as informações sobre o acampamento, e assim explicitam a importância de conhecer esse acampamento.

- ALSHAWAWREH, Lara; SMITH Sean R.; Wood John B. Assessing the Sheltering Response in the Middle East: Studying Syrian Camps in Jordan. *International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business And Industrial Engineering*, v. 11, n. 8, p. 1751-1757, ago. 2017. Disponível em: <https://www.napier.ac.uk/~media/work-tribe/output-965481/assessing-the-sheltering-response-in-the-middle-east-studying-syrian-camps-in-jordan-1.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2021.

- SHELTER PROJECTS 2013-2014. Disponível em: http://shelterprojects.org/shelterprojects2013-2014/SP13-14_A12-Jordan-2014.pdf. Acesso em: 08 jan. 2021.

- OXFAM INTERNATIONAL. Zaatari Refugee Camp. c2021. Disponível em: <https://www.oxfam.org/en/life-zaatari-largest-syrian-refugee-camp-world>. Acesso em: 10 jan. 2021.

- UNHCR. Refugees Situation: Impacts of electricity - Participatory impact assessment of electricity access in Zaatari and Azraq camps in UNHCR Jordan. Fev 2019. Disponível em: <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/67947>. Acesso em: 15 jan 2021.

- UNHCR. Refugees Situation: Syria Regional Refugee Response. Fev 2020. Operational Portal. Disponível em: <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/73845>. Acesso: 08 jan. 2021.

- UNHCR Refugees Situation: Syria Regional Refugee Response. Fev 2021. Operational Portal. Disponível em: <https://data2.unhcr.org/en/situations/syria/location/53>. Acesso: 08 jan. 2021.

- UNICEF. Environment friendly and cost efficient water and sanitation network in Za'atari Camp. Maio, 2018. a. Disponível em: <https://www.unicef.org/jordan/press-releases/environment-friendly-and-cost-efficient-water-and-sanitation-network-zaatari-camp>. Acesso: 18 jan 2021.

- UNICEF. Inclusive playground opens in Za'atari refugee camp. Dez 2018. b. Disponível em: <https://www.unicef.org/jordan/stories/inclusive-playground-opens-zaatari-refugee-camp>. Acesso em: 10 jan. 2021.

- UN-HABITAT; IFRC. Jordan - 2014 - Syria conflict, 2014. Disponível em: http://shelterprojects.org/shelter-projects2013-2014/SP13-14_A12-Jordan-2014.pdf. Acesso em: 03 jan.2021

4.4 Futura Plataforma Infrashelter e Portal Virtuhab

A Plataforma Online Infrashelter tem por objetivo a disponibilização das informações obtidas dos acampamentos selecionados. É o resultado final de uma pesquisa que irá durar em torno de três anos, montada com colaboração internacional. O compartilhamento de dados se dará em base ao formato do catálogo desenvolvido. Portanto, nesta primeira etapa não será desenvolvida, ainda assim, sugere-se como referências para a plataforma alguns sites: <http://shelterprojects.org>; <http://recoveryplatform.org>; <http://data2.unhcr.org>; entre outros. Já para a criação poderá se fazer uso de recursos de criação de sites como Wordpress, Google Forms e Wix.

Inicialmente, os catálogos serão disponibilizados no portal Virtuhab (<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/>). Neste, devem ser dispostos links, nos quais ao clicar será possível acessar os catálogos no formato PDF. Os links serão ordenados em dois principais tópicos: desastres naturais (ciclones, terremotos, incêndios, inundações, deslizamento de terra, furacões, tsunami, tufões, erupções vulcânicas) ou conflitos. Ainda, como subtópicos, se encontram a localização geográfica da emergência, divididos em continentes e países. Os catálogos serão nomeados com o nome do acampamento ou a emergência, o ano de ocorrência, e a cidade (figura 10).

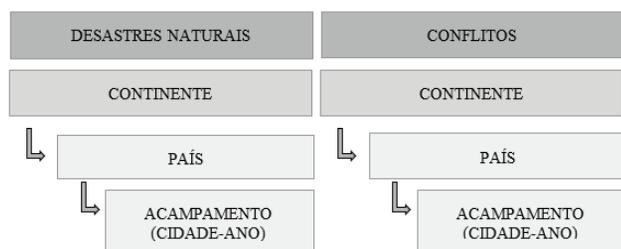


Figura 10 - Estrutura de classificação dos acampamentos no Portal Virtuhab. Fonte: elaborado pelos autores (2021).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo retratou a proposta de um sistema de catalogação de estruturas de ajuda humanitária para o acolhimento de vítimas de desastres naturais ou conflitos sociais, mais especificamente de acampamentos planejados. Assim, baseado em indicadores pré-estabelecidos por diversos autores, em especial Carbonari (2021), realizou-se a proposição inicial do catálogo. Ainda, elaborou-se uma relação dos acampamentos que serão catalogados, utilizados para abrigar a população vítima de emergências e conflitos entre 2010 e 2021. Além disso, mostrou-se a maneira que serão disponibilizados, em um princípio

no Portal Virtuhab (<https://portalvirtuhab.paginas.ufsc.br/>) e posteriormente na Plataforma Infrashelter. Dessa maneira, contribui-se para divulgar conhecimentos relacionados ao assunto em questão, de uma forma prática e organizada que normalmente encontram-se dispersos nas bases de dados. Ademais, demonstra-se as diversas possibilidades de soluções de abrigos e acampamentos já adotados, levando em conta as características de cada situação. Assim, tornam-se referências que podem ser consultadas para elaboração de novos acampamentos.

REFERÊNCIAS

- ACNUR-BRASIL. **ACNUR**. c2021. Disponível em: <https://www.acnur.org/portugues/>. Acesso em: 06 jan. 2021.
- ALCÁNTARA-AYALA, Irasema. **Geomorphology**, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, Cambridge, v. 47, n. 2-4, p. 107-124, out. 2002.
- ALSHAWAWREH, Lara; POMPONI, Francesco; D'AMICO, Bernardino; SNADDON, Susan; GUTHRIE, Peter. Qualifying the Sustainability of Novel Designs and Existing Solutions for Post-Disaster and Post-Conflict Sheltering. **Sustainability**, v. 12, n. 3, p. 890, jan 2020.
- ALSHAWAWREH, Lara; SMITH Sean R.; Wood John B. Assessing the Sheltering Response in the Middle East: Studying Syrian Camps in Jordan. **International Journal of Social, Behavioral, Educational, Economic, Business And Industrial Engineering**, v. 11, n. 8, p. 1751-1757, ago. 2017. Disponível em: <https://www.napier.ac.uk/~~/media/worktribe/output-965481/assessing-the-sheltering-response-in-the-middle-east-studying-syrian-camps-in-jordan-1.pdf>. Acesso em: 05 jan 2021.
- BBC NEWS, **Syria conflict: Jordan's Zaatari refugee camp from the air**. 2016. Disponível em: <https://www.bbc.com/news/av/world-middle-east-35492705>. Acesso em: 15 nov. 2020.
- CARBONARI, L. T.; LIBRELOTTO, L. I. **Indicadores e diretrizes para a seleção e projeto de abrigos temporários móveis pós-desastres naturais**. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO, 6., 2018, Florianópolis. Anais do ENSUS. Florianópolis: UFSC, 2018. p. 1465-1474.
- CARBONARI, Luana Toralles. **Modelo multicritério de decisão para o projeto de acampamentos temporários planejados voltados a cenários de desastre**. 2020. 409 f. Tese (Doutorado) - Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

CORSELLIS, T.; VITALE, A (Coords.). **Transitional settlement: displaced populations**. University of Cambridge: Oxfam. 2005. 239 p.

DE CASTRO, Antônio Luiz Coimbra. Glossário de defesa civil estudos de riscos e medicina de desastres. Segunda edição: revisada e ampliada. **Brasília: Ministério da Integração Nacional**, 2009.

EM-DAT. The EM-DAT Atlas. c2020. Disponível em: https://www.emdat.be/emdat_atlas/. Acesso em: 18 jan. 2021.

GLOBAL TIMES. **Syrian refugees at Zaatari camp in Jordan**. 2012. Disponível em: <https://www.globaltimes.cn/content/726418.shtml>. Acesso em: 22 jan. 2021.

INVESTING.COM. **At Zaatari camp supermarket, Syrian refugees shop with blink of an eye**. 2016. Disponível em: <https://www.investing.com/news/world-news/at-zaatari-camp-supermarket-syrian-refugees-shop-with-blink-of-an-eye-444042>. Acesso em: 7 jan. 2021.

LEMES, Giovanna Loíse da Cruz; REZENDE, Alex Nogueira. Habitações emergenciais em situações de desastres ambientais. **Arquitextos**, São Paulo, n. 232.02, set. 2019. Disponível em: <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/20.232/7520>. Acesso em: 10 dez. 2020.

BATAH, Mohadmmad. A single mother supports her family in Zaatari camp. **Medium.com**. 2018. Disponível em: <https://medium.com/world-food-programme-insight/a-syrian-refugee-story-d75e6a32e28f>. Acesso em: 15 jun. 2021.

NAPPI, M. M. L.; SOUZA, J. C. Disaster management: hierarchical structuring criteria for selection and location of temporary shelters. **Natural Hazards**, v. 75, n. 3, p. 2421–2436, 2014.

OXFAM INTERNATIONAL. **Zaatari Refugee Camp**. c2021. Disponível em: <https://www.oxfam.org/en/life-zaatari-largest-syrian-refugee-camp-world>. Acesso em: 10 jan. 2021.

QUARANTELLI, Enrico Louis. **Patterns of sheltering and housing in American disasters**. 1991.

SECRETARIA DE ESTADO DA DEFESA CIVIL DO RIO DE JANEIRO. **Administração para Abrigos Temporários**. Rio de Janeiro: SEDEC/RJ, 2006. 244 p.

SPHERE ASSOCIATION. **The Sphere Handbook: Humanitarian Charter and Minimum Standards in Humanitarian Response**. 4.ed. Geneva. 2018

SHELTER CENTRE. Shelter After Disaster: Strategies for transitional settlement and reconstruction, p. 194, 2010.

SHELTER PROJECTS 2013-2014. Disponível em: http://shelterprojects.org/shelter_projects2013-2014/SP13-14_A12-Jordan-2014.pdf Acesso em: 08 jan. 2021.

TOMINAGA, Lídia Keiko; SANTORO, Jair; AMARAL, Rosângela do. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

UN-HABITAT; IFRC. **Jordan – 2014 – Syria conflict**, 2014. Disponível em: http://shelterprojects.org/shelter_projects2013-2014/SP13-14_A12-Jordan-2014.pdf. Acesso em: 03 jan. 2021.

UNHCR. **SHELTER DESIGN CATALOGUE**. Switzerland, 2016, 68 p. Disponível em: <https://cms.emergency.unhcr.org/documents/11982/57181/Shelter+Design+Catalogue+January+2016/a891fdb2-4ef9-42d9-bf0f-c12002b3652e>.

UNHCR. **Emergency Handbook: Emergency Shelter Standard**. p. 1–11, 2019. a. Disponível em: <https://emergency.unhcr.org/entry/36774/emergency-shelter-standard>.

UNHCR. **Emergency Handbook: Spontaneous settlement strategy guidance**. p. 1–6, 2021. a. Disponível em: <https://emergency.unhcr.org/entry/33275/spontaneous-settlement-strategy-guidance>.

UNHCR. **Food at Za'atari Camp**. c2021. c. Disponível em: <https://www.unhcr.org/7steps/en/food/>. Acesso em: 07 jun. 2021.

UNHCR. **Refugees Situation: Impacts of electricity - Participatory impact assessment of electricity access in Zaatari and Azraq camps in UNHCR Jordan**. Fev 2019. b. Disponível em: <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/67947>. Acesso em: 15 jan 2021.

UNHCR. **Refugees Situation: Syria Regional Refugee Response**. Fev 2020. Operational Portal. Disponível em: <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/73845>. Acesso: 08 jan. 2021.

UNHCR **Refugees Situation: Syria Regional Refugee Response**. Fev 2021. b. Operational Portal. Disponível em: <https://data2.unhcr.org/en/situations/syria/location/53>. Acesso: 08 jan. 2021.

UNHCR. **Zaatari Camp's Facilities Map**, abr 2017. Disponível em: <https://data2.unhcr.org/en/documents/details/55994>. Acesso em: 08/02/2021.

UNICEF. **Environment friendly and cost efficient water and sanitation network in Za'atari Camp**. Maio, 2018. a. Disponível em: <https://www.unicef.org/jordan/press-releases/environment-friendly-and-cost-efficient-water-and-sanitation-network-zaatari-camp>. Acesso: 18 jan 2021.

UNICEF. **Inclusive playground opens in Za'atari**

refugee camp. b. Dez 2018. Disponível em: <https://www.unicef.org/jordan/stories/inclusive-playground-opens-zaatari-refugee-camp>. Acesso em: 10 jan. 2021.

AUTORES

ORCID: 0000-0002-8330-5277

THAIS NOLIO SANTA CRUZ | Universidade Federal de Santa Catarina | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Luiz Oscar de Carvalho, 75 bloco A5 apto 31 - Trindade, Florianópolis - SC, 88036-400 | tscn.33@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3250-7813>

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra. | Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC | Pos-ARQ - Virtuhab | Florianópolis, SC. Brasil | Correspondência para: Campus Universitário Reitor João David Ferreira Lima, s/nº Trindade - Florianópolis - SC CEP: 88040-900 | e-mail: pcferroli@gmail.com

ORCID: 0000-0003-2132-3389

LUANA TORALLES CARBONARI, Dra. | Londrina, PR - Brasil | Correspondência para: Rua Jerusalém 99 bloco 3 apto 302, Cep: 86050-520, Londrina - PR | E-mail: luanatcarbonari@gmail.com

ORCID: 0000-0002-7308-9646

NADIELI DE ARAUJO | Universidade Federal de Santa Catarina | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Estoril, Q. 43, L.11 - Forquilhas, São José - SC, 88107-413 | E-mail: araujonadieli@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SANTA CRUZ, Thais Nolio; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; CARBONARI, Luana Toralles; ARAUJO, Nadieli de. Catálogo E Sistematização De Acampamentos Planejados - Futura Plataforma Infrashelter. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 91-104, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.91-104>.

DATA DE ENVIO: 30/06/2021

DATA DE ACEITE: 02/07/2021

DESASTRES NATURAIS NO ESTADO DE SANTA CATARINA - 1998 A 2019

NATURAL DISASTERS IN THE STATE OF SANTA CATARINA - 1998 TO 2019

RACHEL FAVERZANI MAGNAGO, Dr. | UNISUL

PATRÍCIA MEDEIROS | UNISUL

RODRIGO PAULO RAIMUNDO | IFSC

SUSANA CLAUDETE COSTA, M.Sc. | DEFESA CIVIL

RESUMO

O crescimento populacional e o aumento da densidade demográfica bem como o efeito das mudanças climáticas e os eventos climatológicos vem aumentando a vulnerabilidade das comunidades e elevando a discussão sobre resiliência nas cidades, principalmente as comunidades que vivem em áreas de risco. Diante disso, foram analisados os dados de desastres naturais dos grupos climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico e biológico que atingiram o estado de Santa Catarina de 1998 a 2019. A análise incluiu informações de níveis de incidência de ENSO. Inicialmente foi identificado que os desastres naturais no estado de Santa Catarina ocorrem devido à hidrologia e meteorologia típica da região, sendo que foram decorrentes principalmente de acúmulos de chuva e adensamentos populacionais mais volumosos. O histórico de desastres naturais contribui no monitoramento para visualização das consequências no Estado, e contribuí com informação e conscientização da população, para prevenir e preparar a população para enfrentamento de desastres naturais.

PALAVRAS CHAVE: Desastre Natural; ENSO; Santa Catarina

ABSTRACT

Population growth and increased population density, as well as the effect of climate change and climatological events, have increased the vulnerability of communities and raised the discussion about resilience in cities, especially communities living in areas at risk. Therefore, the data on natural disasters of the climatological, geological, hydrological, meteorological and biological groups that affected the state of Santa Catarina from 1998 to 2019 were analyzed. The analysis included information on ENSO incidence levels. Initially, it was identified that natural disasters in the state of Santa Catarina occur due to hydrology and meteorology typical of the region, and they were mainly due to accumulations of rain and more massive population densities. The history of natural disasters contributes to the monitoring to visualize the consequences in the State, and contributes with information and awareness of the population, to prevent and prepare the population to face natural disasters.

KEY WORDS: Natural disasters; ENSO; Santa Catarina



1. INTRODUÇÃO

A agenda internacional entre países é marcada por prioridades, como o futuro do trabalho, o combate à pobreza, a promoção da paz entre nações e as mudanças climáticas. Registrado historicamente na conferência de Estocolmo em 1972 os efeitos das mudanças climáticas como anormalidade no aumento de temperatura do planeta afetando a vida das pessoas (Marcatto e Lima, 2013).

Além disto, tem-se o aumento da densidade demográfica em áreas urbanas influenciando ambientes naturais e ampliando a vulnerabilidade, elevando a prioridade de discussão sobre Risco de Desastres (Hamdan, 2015; Moraes e Borja 2005; Silva e Rodriguez 2011).

Em 1999, foi criado o Escritório das Nações Unidas para Redução de Riscos de Desastres com a missão de habilitar sociedades para resistirem aos perigos e aos desastres tecnológicos e ambientais, com o objetivo de reduzir perdas humanas, econômicas e sociais (UNDRR, 2021).

A agenda 2030, escrita com a colaboração de 169 países, elenca os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS) para o planeta até 2030. Esses objetivos pretendem promover uma desaceleração das mudanças climáticas, por um futuro mais adequado a vida humana. São dezessete ODS, dos quais três abordam entre os seus indicadores, especificamente o tema desastres, sendo ODS 1 relacionado a erradicação da pobreza, ODS 11 sobre cidades e comunidades sustentáveis e ODS 13 denominada ação contra a mudança global do clima, meteorológico e a desastres naturais (UNDRR, 2021).

No Brasil, juntamente ao Instituto de Pesquisas Econômica Aplicada e baseado na Agenda 2030 Global, o Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão, desenvolveu em 2018 os Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis Nacionais, descrevendo as metas brasileiras. Os ODS nacionais relacionados diretamente ao tema Redução de Risco a Desastres são: 1. Erradicação da Pobreza (Meta 1.5 - construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques, e desastres econômicos, sociais e ambientais); 11. Cidades e comunidades sustentáveis (Meta 11.5: Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por desastres naturais de origem hidrometeorológica e climatológica, bem como diminuir substancialmente o número de pessoas residentes em áreas de risco e as perdas econômicas diretas causadas por esses desastres em relação ao produto interno bruto, com especial atenção na proteção de pessoas de baixa renda e em

situação de vulnerabilidade. Meta 11.b: Até 2030, aumentar significativamente o número de cidades que possuem políticas e planos desenvolvidos e implementados para mitigação, adaptação e resiliência a mudanças climáticas e gestão integrada de riscos de desastres conforme o Marco de SENDAI); 13. Combate as mudanças climáticas (Meta 13.1: Ampliar a resiliência e a capacidade adaptativa a riscos e impactos resultantes da mudança do clima e a desastres naturais).

Entre as metas brasileiras, se destaca a prioridade de ação voltada para pessoas em situação de vulnerabilidade, residindo em áreas de risco. Países em desenvolvimento são mais vulneráveis a desastres, há relação entre risco a desastres com a pobreza, no entanto, as consequências podem ser reduzidas quando a população está preparada (Fay, Ghesquiere e Solo, 2003). Almeja-se diminuir o impacto dos desastres naturais, que afetam as pessoas e geram perdas humanas e/ou econômicas, através da construção da resiliência das cidades e comunidades.

Ainda a meta 11.b se refere a adoção de medidas previstas no Marco de Sendai para Redução de Riscos a Desastres (SFDRR) de 2015 a 2030, acordo firmado entre os 187 países em Sendai, no Japão em 2015. Em conjunto, os países definiram ser necessário realizar ações de prevenção e preparação, não apenas de resposta (Mendonca; Silva Rosa; Bello, 2019).

Para uma devida prevenção e preparação é fundamental ter-se conhecimento dos desastres que ocorrem em uma determinada região, bem como os fatores que colaboram para estes acontecerem, ou ainda, que os intensifiquem. Então deve-se desenvolver conscientização e educação ambiental dos habitantes, e políticas públicas com base nos desastres ambientais e/ou tecnológicos ocorridos em uma determinada região com escala temporal (Souza, 2016).

A codificação de desastres diz respeito à tipificação dos desastres, já que o desastre expressa o resultado de um evento adverso, em consequência. Para fins de tipificação, a Codificação Brasileira de Desastres define-se em função dos eventos adversos, causadores destes, segue classificação criteriosa, iniciando pela categoria, natural e tecnológico. Neste trabalho, foi considerado a categoria natural, sendo os grupos geológicos, hidrológico, climático e biológico (Defesa Civil, 2020).

O Estado de Santa Catarina, destaca-se a alta prevalência de desastres hidrológicos como as inundações e geológicos como o movimento de massa. Uma dessas catástrofes ocorreu no Vale do Itajaí em 2008, resultando em perdas econômicas e sociais significativas devido

a chuvas intensas, enchentes e múltiplos deslizamentos, que resultaram em 135 mortos e milhares de afetados em 60 cidades (Tominaga, Santoro e Amaral, 2009).

Apesar do SFDRR indicar a prevenção de desastres a partir de ações educativas, assim como em outros lugares do mundo, em Santa Catarina, as ações focadas na redução de risco foram motivadas após desastres fatídicos, como o sofrido pela cidade de Blumenau em 2008. Apenas em 2013, foram desenvolvidas ações educativas formais e contínuas sobre redução de risco a desastres na região (Oliveira, Ouriques e Correia, 2018; Silva et al., 2018).

Mesmo sendo lamentável estes acontecimentos apontam para eventos cíclicos e com aumento significativo trazendo graves consequências para a sobrevivência, dos seres humanos, principalmente aos mais pobres e vulneráveis (Banco Mundial, 2012). Mas, para melhor compreensão, preparação e enfrentamento faz-se necessário uma análise temporal e ainda se as mudanças climáticas (meta13.1) corroboram com desastres naturais no estado de Santa Catarina.

Neste contexto, o objetivo foi analisar os desastres naturais ocorridos no período de 1998 a 2019 do estado de Santa Catarina registrados na Defesa Civil. Analisar o histórico de desastres naturais pode ser uma ferramenta de monitoramento para visualização das consequências da situação hidrológica, meteorológica e climática no Estado, também pode ser um meio de informação e conscientização da população com dados históricos de eventos, para prevenir e preparar a população para enfrentamento de desastres naturais.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no estado de Santa Catarina, localizado ao sul do Brasil nas latitudes 25°57'41"S e 29°23'55"S e 48°19'37"W e 53°50'00"W, possui área total de 95.736,165 km², se estende das fâcies praias às Escarpas da Serra do Mar e dos Campos Gerais que dividem o estado entre uma região de planalto a oeste e a planície litorânea a leste (Bortoluzzi 1987, Short & Klein, 2016).

Conforme a classificação de Köppen, Santa Catarina possui um clima mesotérmico úmido sem estações secas, abrangendo também o clima oceânico. Devido à sua localização e relevo, aliados à atuação da Massa de ar Polar Atlântica e da Massa Tropical Atlântica, Santa Catarina apresenta uma distribuição pluviométrica regular durante o ano, com uma média de cerca de 1500 mm/ano (Andrade, Baro e Nery 1999), sendo os maiores índices de precipitação observados próximo à encosta da Serra Geral.

Segundo a Agência Nacional de Águas os rios que drenam o território estadual de Santa Catarina integram três grandes Regiões Hidrográficas – a Região Hidrográfica do Paraná, a Região Hidrográfica do Uruguai e a Região Hidrográfica Atlântico Sul. A rede hidrográfica catarinense tem na Serra Geral o principal divisor de águas que forma os dois sistemas independentes de drenagem do território estadual: o sistema integrado da Vertente do Interior, compreendendo 07 bacias que integram a bacia Paraná-Uruguaí, e o sistema da Vertente Atlântica, formado por um conjunto de 11 bacias isoladas que fluem para leste, desaguando diretamente no Atlântico. Assim, a rede hidrográfica catarinense possui um total de 18 bacias hidrográficas consideradas de rios principais (SDS, 2021).

Na Figura 1, o mapa das cidades nas regiões hidrográficas do estado de Santa Catarina.

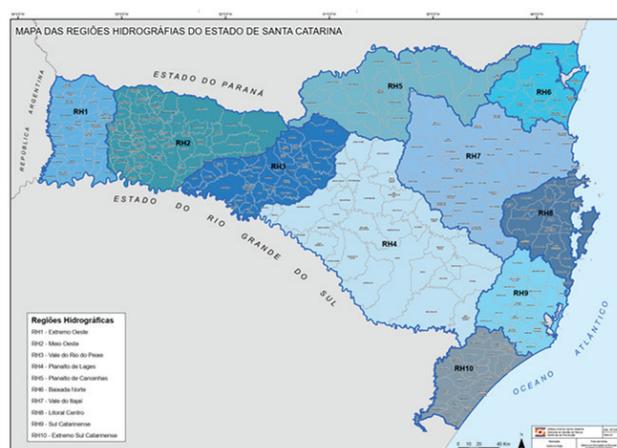


Figura 01 - Mapa das cidades nas regiões hidrográficas do estado de Santa Catarina.
Fonte: Adaptado do Sistema de Informações de Recursos do Estado de Santa Catarina.

Os dados de desastres foram coletados da plataforma online da Defesa Civil de Santa Catarina no período de 1998 a 2019, esses foram organizados em uma planilha Excel.

Os dados históricos de 1998 a 2019 de eventos de El Niño e La Niña mensais foram obtidos da plataforma online da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional (NOAA).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesse trabalho, foram considerados os desastres na categoria natural, nos grupos climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico e biológico.

Na Figura 2 têm-se 5051 ocorrências de desastres naturais incluindo climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico e a somatória anual do período de 1998 a 2019 a partir dos dados registrados na Defesa Civil de Santa Catarina. Os desastres naturais hidrológicos (2271)

prevalecem sobre climáticos (1372) e meteorológicos (1363), sendo que os geológicos (45) foram números bem menores que os outros desastres entre 1998 a 2019.

Ainda na Figura 2, o número de desastres naturais do estado de Santa Catarina no período de 1998 a 2008 foi menor que do período de 2009 a 2019, sendo 2197 e 2794, respectivamente. No período de 1998 a 2007 prevaleceram registros de desastres de origem climatológico (seca) e no período de 2008 a 2019 os registros foram de origem hidrológica (inundação, enxurrada e alagamento). O ano 2011 foi de maiores registros de ocorrências de desastres naturais no estado de Santa Catarina no período estudado, num total de 685, sendo 524 hidrológico, 109 meteorológico, 46 climatológico e 6 geológico, e os anos 2009 e 2010 também apresentaram importantes registros de desastres hidrológicos.

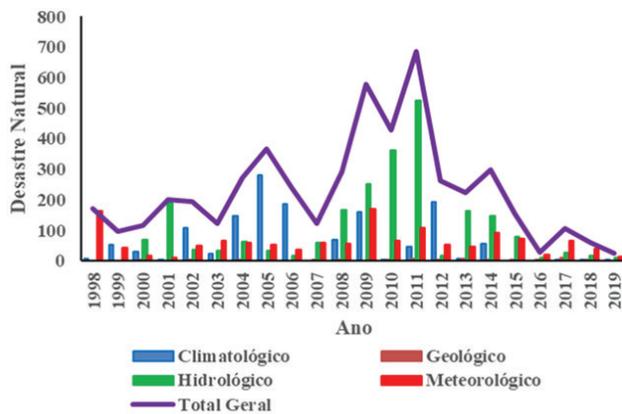


Figura 02 - Desastres naturais climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico e a soma total anual do período de 1998 a 2019.

Fonte: Adaptado da Defesa Civil do Estado de Santa Catarina

Na Figura 3, tem-se o acumulado de desastres naturais climatológicos, geológicos, hidrológicos e meteorológicos mensais no período de 1998 a 2019.

Na Figura 3 têm-se maiores ocorrências de desastres naturais no período de chuvas do estado de Santa Catarina, comumente nas estações de primavera (meses de setembro, outubro e novembro) e verão (meses de dezembro, janeiro e fevereiro). Nestes meses observa-se a ocorrência de desastres naturais, estando de modo geral, associados a precipitação intensa ou a ausência desta. Os meses com maiores registros de desastres naturais foram janeiro, setembro e outubro, com total de 777, 588 e 472, respectivamente, mas também há ocorrências nas outras estações do ano. O número de registro não necessariamente traduz as consequências do desastre, mas alerta para o período de maior frequência, e então para a preparação da população. Por exemplo, em outubro de 2008

na região o Vale do Itajaí ocorreu maior número de óbitos já registrados no estado de Santa Catarina. Além disso, o registro do desastre nem sempre é a causa de óbitos, em 2008, a causa de óbitos foi o desastre geológico, visto que o movimento de massa foi a principal causa das mortes.

A Figura 3 expressa também os desastres naturais geológicos por mês de 1998 a 2019, sendo que de 45 desastres registrados neste período foram 18 movimentos de massas, 01 erosão laminar, 06 erosões, 08 erosões fluviais e 12 erosões costeiras. As erosões fluviais causadas pelas águas dos rios provocam desgaste e/ou removem porções do solo das margens dos rios, provocando um deslizamento de terra, são geralmente intensificadas por erosões pluviais, dependendo da intensidade e/ou frequência podendo mudar o curso de um rio. Na erosão costeira a praia perde mais sedimentos do que recebe, deste modo o recuo da linha de costa é uma consequência deste processo (SDS, 2021). Em situações extremas, como de segurança à população e ainda perdas econômicas que comprometam a renda da população medidas de contenção e reconstrução devem ser tomadas, tais como enrocamentos, gabiões e colchões Reno.

Também na Figura 3 tem-se que a seca é o principal evento oriundo dos 1372 desastres naturais climatológicos entre 1998 e 2019, sendo que foram 8 exaurimentos de recursos hídricos e os demais resultantes de estiagem. Registros de condições de seca são especialmente importantes para as regiões de Santa Catarina, pois apresentam atividades econômicas dependentes dos recursos hídricos e afetam particularmente os municípios que dependem fortemente da agricultura, incluindo subsistência e pequenas/médias propriedades que fornecem seus produtos para serem beneficiados pelas empresas agroindustriais (SDS, 2021). Apesar de a estiagem ser um evento cíclico no estado, ainda as iniciativas, tais como sistemas de captação, reservatório e uso de água da chuva, precisam ser melhor implementadas, pois a estiagem que assola Santa Catarina desde 2019, mostra-se ainda mais severa que em anos anteriores, a seca impacta a agropecuária principalmente de produtores do Oeste, Meio-Oeste, Extremo-Oeste e Planalto Sul, e também comprometendo abastecimento de água. O ano de 2020 finalizou com 9 rios em situação de estiagem em Santa Catarina, a situação foi considerada de emergência Rio da Antas (Mondaí), Rio Itajaí-Açu (Alfredo Wagner, Blumenau, Chapadão do Lageado e José Boiteux), Rio Tijucas (São João Batista), Rio do Chapecó (Coronel Freitas e São Carlos), Rio do Peixe (Joaçaba e Tangará), Rio Jacutinga (Concórdia) e Rio Camboriú (Camboriú) e em outros 6 a situação de seca está sob alerta.

Ainda na Figura 3, do total de 1363 desastres naturais meteorológicos entre 1998 a 2019, 1276 foram tempestades, 38 tempestades extremas e 49 sistemas de Grande Escala/Escala regional. O investimento para o monitoramento e execução de obras de infraestrutura para conter impactos negativos é uma das tentativas do Estado para minimizar as perdas humanas e econômicas (FIESC, 2018). Dessa forma, o monitoramento e alerta traz ações de comunicação com melhor preparação das comunidades.

Finalizando, na Figura 3, do total de 2271 desastres naturais hidrológicos no período do estudo, foram 2101 enxurradas, 106 inundações e 64 alagamentos. Trazendo grande perda econômica e humana muitas vezes pela ocupação desordenada em áreas de risco.

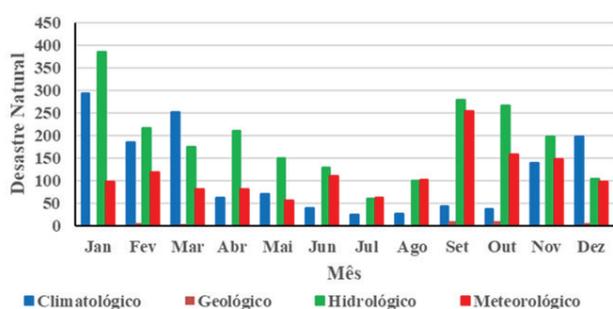


Figura 03 - Soma de desastres naturais climatológico, geológico, hidrológico, meteorológico mensais no período de 1998 a 2019.
Fonte: Adaptado da Defesa Civil do Estado de Santa Catarina.

Os desastres naturais registrados no estado de Santa Catarina estão associados a um complexo e variado fatores hidrometeorológicos e climatológicos (regime de chuvas, temperatura, pressão, massas de ar, latitude, altitude, vegetação, relevo), sendo sensível a alterações de cada um deles e outros fenômenos, sendo que os fatores estão interligados, influenciando-se mutuamente. No entanto, alguns acontecimentos climáticos são classificados como anomalias, representando alterações no sistema atmosférico e provocando mudanças em várias partes do planeta. Os fenômenos climáticos de El Niño (anomalias positivas da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico) e La Niña (anomalias negativas da temperatura da superfície do mar no Oceano Pacífico) são observados por variáveis meteorológicas, o que permite acompanhar as mudanças climáticas e seus possíveis efeitos em determinadas regiões (Moura et al., 2019).

ENSO é o modo dominante de variabilidade acoplada atmosfera-oceano em escalas de tempo interanuais em várias regiões do mundo (Trenberth e Stepaniak, 2001). Uma das regiões com maiores impactos associados a precipitações extremas e eventos ENSO, é o Sul da América do Sul (Penalba; Rivera, 2016).

Na figura 4 tem-se a média anual do fenômeno El Niño-Oscilação Sul (ENSO) e a somatória de desastres naturais anuais dos grupos geológico, climatológico, meteorológico e hidrológico.

De modo geral, a Figura 4 demonstra que nos anos de neutralidade do ENSO ocorreram os menores registros de desastres naturais no estado de Santa Catarina. Os anos de 2009 e 2011 que apresentaram recordes de desastres naturais em Santa Catarina, 578 e 685, foram respectivamente precedidos de anos de fenômeno climático La Niña, com déficits de precipitação, e com El Niño no ano de 2009 (Grimm et al., 2000; Grimm et al., 2009).

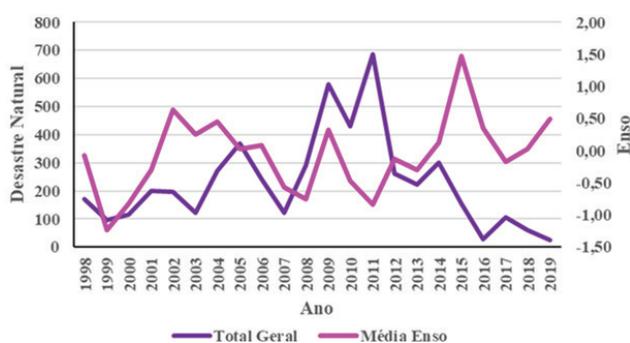


Figura 04 - Soma anual de desastre natural e média anual de ENSO de 1998 a 2019.
Fonte: Adaptado do Sistema de Informações de Recursos do Estado de Santa Catarina.

Na Figura 5 tem-se a soma anual de desastre natural geológico (A), climático (B), meteorológico (C) e hidrológico (D) e média anual de ENSO de 1998 a 2019.

O desastre geológico é definido por um processo geológico natural, mas que causa algum dano à vida, dano social e/ou econômico. O desastre climatológico é caracterizado por conjunto de eventos ao longo de um tempo. Já o Meteorológico, os eventos são bruscos e extremos em um período muito curto (Parizzi, 2014). O desastre, seja qual for o fenômeno natural responsável em conjunto com o intenso processo de urbanização pode trazer consequências duradouras na região afetada (Tominaga, Santoro e Amaral, 2009).

Os estudos pioneiros de Ropelewski e Halpert (1987) e Ropelewski e Halpert (1986), identificou um efeito ENSO claro nos padrões de precipitação sobre o sul da América do Sul, caracterizado por um aumento na precipitação sobre o centro-leste da Argentina, Uruguai e Sul do Brasil durante o verão após o desenvolvimento das condições do El Niño.

Com foco na América do Sul e oceanos circunvizinhos, Aceituno (1988) também mostrou que as mudanças relacionadas ao ENSO na circulação em grande escala levam a uma vasta diversidade de regimes anômalos de precipitação regional. Esse resultado foi verificado posteriormente por Grimm et

al. (2000, 2009), que realizaram uma análise da variabilidade da precipitação associada às fases El Niño e La Niña através de uma abordagem regional. O sinal mais importante geralmente ocorre durante o verão do hemisfério sul e o outono após o ano de ocorrência dos eventos El Niño e durante a primavera após os anos La Niña. Estes padrões de precipitação parecem explicar os observados na Figura 3 e Figura 4.

Penalba et al. (2005) analisaram a probabilidade de ultrapassar a mediana durante às duas fases do ENSO, mostrando coerência entre a ocorrência do El Niño (ou La Niña) e o excesso de precipitação (ou déficit) sobre o centro-leste da Argentina e sul do Brasil. No entanto, este estudo mostrou um alto grau de variabilidade regional na precipitação relacionada ao ENSO, que deve ser considerado nas previsões de precipitação em grandes áreas.

Na Figura 5 pode ser observado efeito do ENSO, de forma direta ou indireta, nos desastres ocorridos em Santa Catarina. Pode ser observado na Figura 5 nos anos de La Niña ocorreram registros de desastres geológicos (Figura 5A) e climático (Figura 5B), sendo a seca que atinge mais pessoas e atividades no estado.

Desastres climático-meteorológicos podem ser intensificados tanto com El Niño como com La Niña, dando destaque no estado para as tempestades (tornados, tempestade de raios, granizo, chuvas intensas e vendaval) e temperaturas extremas (onda de frio e geadas) (Souza et al., 2005).

Os impactos dos eventos El Niño e La Niña foi evidente no setor hidrológico (Boulanger et al., 2005) sobre a sul da América do Sul e particularmente sobre o extremo sul do Brasil. O excesso de precipitação associado aos eventos El Niño nos meses de verão, no estado de Santa Catarina, aumentando o teor de água no solo e contribuindo para o acúmulo, parece contribuir a desastres ambientais em meses subsequentes. Os transbordamentos e inundações de rios no estado de Santa Catarina parecem estar relacionados pelo volume de chuvas ao longo do período de primavera e verão (Figura 3).

Os desastres na sua maioria são acontecimentos de complexa análise, que devem ser considerados os dados hidrológicos em conjunto com as informações geológicas e com os dados meteorológicos, ainda não pode ser ignorado fatores antrópicos, a combinação desses podem resultar em desastres hidrológicos (Figura 5D) como as inundações e geológicos (Figura 5A) como movimento de massa.

Em relação às tendências de precipitação, Barros et al. (2008) demonstraram que metade das tendências anuais no sul do Brasil estavam associadas à fase El Niño. Mesmo quando há evidência da existência de uma região central em relação ao sinal de ENSO nos padrões de precipitação, outras áreas do sul da América do Sul mostraram uma modulação nas variáveis hidroclimáticas associadas aos eventos El Niño e La Niña.

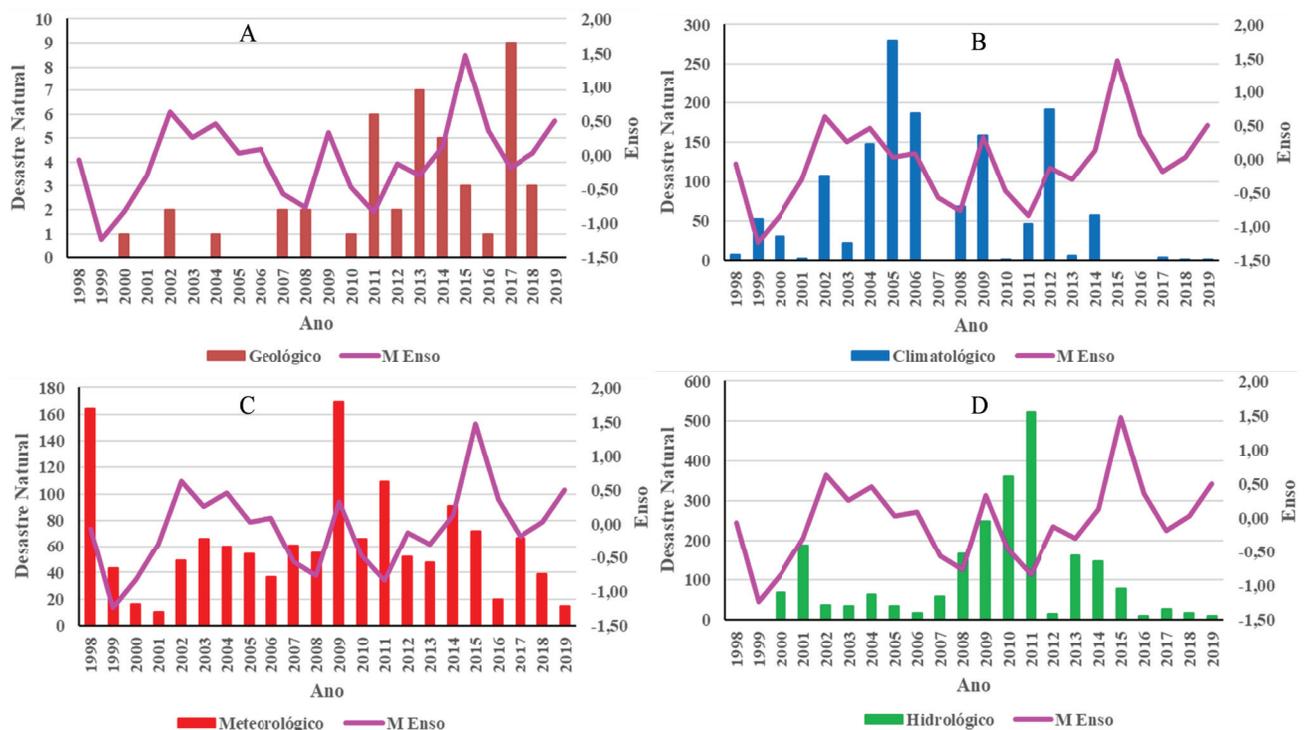


Figura 05 - Soma anual de desastre natural geológico (A), climático (B), meteorológico (C) e hidrológico (D) e média anual de ENSO de 1998 a 2019.

Fonte: Adaptado do Sistema de Informações de Recursos do Estado de Santa Catarina

Na Figura 6 a partir das cidades das ocorrências de desastres naturais identificaram-se as regiões hidrográficas do estado de Santa Catarina, sendo que uma cidade pode situar-se em mais de uma região hidrográfica.

Na Figura 6, pode-se observar que desastres naturais hidrográficos ocorreram em todas as regiões do estado de Santa Catarina no período de 1998 a 2019, sendo de maior frequência no Vale do Itajaí. As quatro regiões hidrográficas (RH) que se destacam pela ocorrência de desastres naturais foram o Vale do Itajaí (RH 7), Meio Oeste (RH 2), Planalto de Lages (RH 4) e Vale do Rio do Peixe (RH3), em RH 7 e RH 4 predominou desastres hidrológicos, enquanto RH 2 e RH 3 foram os desastres naturais climatológicos.

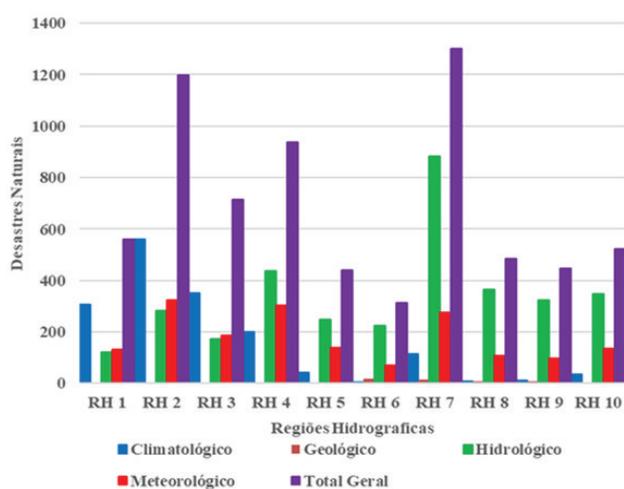


Figura 06 - Regiões hidrográficas do estado de Santa Catarina das ocorrências de desastres naturais de 1998 a 2019.
Fonte: Adaptado do Sistema de Informações de Recursos do Estado de Santa Catarina.

A principal bacia formadora da RH 7 é a bacia do rio Itajaí-Açu, cujo curso pode ser subdividido em três principais segmentos: (i) Alto Itajaí-Açu: trecho de 26 km de extensão, com início na confluência das sub-bacias do Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste, no município de Rio do Sul, até salto de Pilões, a montante da foz do Itajaí do Norte; (ii) Médio Itajaí-Açu: trecho de 83 km de extensão com início no salto dos Pilões e segue até o salto de Weissbach, nas proximidades de Blumenau; e (iii) Baixo Itajaí-Açu: trecho de 80 km de extensão que inicia no salto de Weissbach chegando até a desembocadura no Oceano Atlântico; podem ainda ser definidas no contexto desta bacia sete sub-bacias principais: Benedito, Itajaí do Norte (ou Hercílio); Itajaí do Oeste; Itajaí do Sul; Itajaí-Mirim, Itajaí-Açu e Luís Alves. No total, a bacia do Itajaí concentra um contingente superior a 1.240.000 pessoas. A população urbana, em torno de 1.040.000 habitantes está distribuída em 49 sedes municipais, sendo Blumenau o principal polo econômico regional. A

ocorrência de desastres naturais hidrológicos (inundações, enxurradas e alagamentos) periódicas tem sido considerado um dos maiores problemas no vale do rio Itajaí-Açu. Cabe destacar também a região inclui drenagens independentes que fluem em direção ao oceano, com destaque para o rio Camboriú, cuja qualidade das águas influencia diretamente as condições de balneabilidade do Balneário do Camboriú, principal destino turístico catarinense.

A RH 4 é a maior Região Hidrográfica em extensão de Santa Catarina (22.766 km²), integrando duas bacias hoje consideradas de domínio da União: do rio Canoas, que corresponde a área de 14.908 km² e do rio Pelotas com área de 7.277 km² em território catarinense. O rio Canoas tem como afluentes, entre outros, o rio Correntes e o Caveiras nas margens direita e esquerda, respectivamente; O rio Pelotas serve de limite entre os Estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. No seu trajeto, recebe a contribuição dos rios Pelotinhas e São Mateus pela margem direita; A partir da união dos rios Canoas e Pelotas forma-se o rio Uruguai. No total, encontram-se na bacia do rio Canoas as sedes de 28 municípios, comportando uma população urbana superior a 340 mil habitantes, com destaque para Lages, Fraiburgo, Curitiba e Campos Novos.

As duas principais bacias hidrográficas que compõe a RH 2 são a do rio Chapecó (8.300 km²) e a do rio Irani (1.595 km²) e outros, com área total desta região hidrográfica é de 11.289 km². A bacia do rio Chapecó, com 236 mil pessoas, drena 42 sedes urbanas, onde vivem cerca de 138.000 habitantes. Essas cidades, em geral de pequeno e médio porte, como Quilombo, Jardinópolis, estão situadas principalmente ao longo dos afluentes do médio curso do rio Chapecó. Na bacia do rio Irani, que reúne cerca de 109.000 habitantes, existem 8 núcleos urbanos, onde residem em torno de 87.000 habitantes, com destaque para a cidade de Xanxerê. Deve-se destacar na região os processos erosivos dos solos, o que leva à alta turbidez, como se observa no rio Chapecó.

A RH 3 ocupa uma área total de 7.897 km², e suas principais bacias hidrográficas são as do rio do Peixe e do rio Jacutinga. O rio do Peixe, cuja bacia é de 5.240 km², nasce no município de Calmon, zona central de Santa Catarina, e percorre cerca de 290 km até sua foz no rio Uruguai. Nesse trajeto, recebe as águas dos rios Preto, São Pedro e Santo Antônio pela margem direita, e rios Bonito e Leão pela margem esquerda; O rio Jacutinga nasce na vertente oposta do rio Irani, tendo sua foz situada no lago formado pela barragem de Itá, tem uma área de drenagem de 1.008 km². Outros afluentes diretos do rio Uruguai, como o riacho Grande e rio do Engano, também estão situados

na RH 3. A bacia do rio do Peixe, com 270.000 habitantes, drena a sede de 24 municípios, que concentram cerca de 220.000 habitantes. Na bacia do rio Jacutinga, com 40.000 habitantes, estão situadas as sedes de 8 municípios num total de 24.000 pessoas, que contribuem com o lançamento de esgotos domésticos nas águas (SDS, 2021).

Esses dados e comparações entre as regiões hidrográficas são importantes e destacam que na região hidrográfica com maior número de habitantes o somatório de desastres naturais foi maior mesmo quando comparados com regiões hidrográficas que ocupam maior área, corroborando com Hamdan (2015), Moraes e Borja (2005) e Silva e Rodriguez (2011); isso porque notoriamente os desastres são mais frequentemente comunicados pelos municípios quando afetam a população.

Não deve ser negligenciada questões como treinamento para diagnósticos e registros de desastres, em especial não foram observados registros de desastres naturais biológicos, sendo que é relatado a dengue e Covid-19 (2020). Além disto a fundamental infraestrutura como radar, para monitoramento e sistema de alerta para comunidade.

4. CONCLUSÃO

A análise histórica de desastres naturais no período de 1998 a 2019 no estado de Santa Catarina não demonstraram inicialmente uma forte ligação com fenômeno ENSO sobre a hidrologia e meteorologia, e que os desastres naturais são decorrentes das estações de chuva catarinenses, onde ocorre um acúmulo de volume de chuvas durante este período. Destacou-se ainda que os maiores registros de ocorrência também estão relacionados ao maior número populacional nas regiões hidrográficas em detrimento até mesmo da área de abrangência de uma bacia hidrográfica.

O estudo pode ser uma ferramenta de monitoramento para visualização das consequências da situação hidrológica, meteorológica e climática no Estado, também pode ser um meio de informação e conscientização da população com dados históricos de eventos, para prevenir e de preparação da população para enfrentamento de desastres naturais. Também poderá auxiliar a execução de políticas públicas de combate aos desastres naturais cíclicos.

No entanto, uma análise estatística deve ser realizada para melhor indicar a contribuição do ENSO nos desastres naturais do estado de Santa Catarina. Bem como deve ser considerado para trabalhos futuros, crescimento populacional e adensamentos populacionais mais volumosos.

AGRADECIMENTOS

Instituto Anima, Defesa Civil de Santa Catarina e CAPES.

REFERÊNCIAS

- ACEITUNO, P.: On the functioning of the Southern Oscillation in the South American sector – Part I: Surface climate, *Mon. Weather Rev.*, 116, 505–524, 1988.
- ANDRADE A.R., BALDO M.C., NERY J.T. 1999. Variabilidade sazonal da precipitação pluviométrica de Santa Catarina. *Acta Scient. Tech.*, 21:923-928.
- BANCO MUNDIAL. Avaliação de Perdas e Danos: Inundações Bruscas em Santa Catarina - novembro de 2018. Brasília. 2012.
- BORTOLUZZI C.A. 1987. Esboço geomorfológico de Santa Catarina. In: SILVA L.C.DA, BORTOLUZZI C.A. eds. 1987. Texto explicativo para o mapa geológico do estado de Santa Catarina, E: 1:500.00. Florianópolis: Série Textos Básicos de Geologia e Recursos Minerais de Santa Catarina. N1. Series: Mapas e Cartas Sínteses, 3, Seção Geologia, 3. DNPM/SC. pp 133–167.
- BOULANGER, J.-P., LELOUP, J., PENALBA, O., RUSTICUCCI, M., LAFON, F., AND VARGAS, W.: Low-frequency modes of observed precipitation variability over the La Plata Basin, *Clim. Dynam.*, 24, 393–413, 2005.
- DEFESA CIVIL, Gestão de Risco de Desastres, file:///C:/Users/Rachel%20Magnago/Downloads/Gestao_de_RISCO_de_desastres_BAIXA.PDF
- DEFESA CIVIL, Plataforma online dados de desastres do Estado de Santa Catarina, <https://www.defesacivil.sc.gov.br/gestao-risco/decretacao-se-ecp/>.
- SANTA CATARINA - SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL – SDS. Recursos Hídricos de Santa Catarina. https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA. Plano Sustentabilidade para a competitividade da Indústria Catarinense: relatório de atividades 2018 / Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina - Unidade de Competitividade Industrial. - Florianópolis: FIESC, 2018.
- FAY, M.; GHESQUIERE, F.; SOLO, T. Natural disasters and the urban poor. *World bank reconstruction and development*, v. 32, p. 4–7, 2003.
- GRIMM, A. M. AND AMBRIZZI, T.: Teleconnections into South America from the Tropics and Extratropics on Interannual to Intraseasonal Timescales, in: *Past Climate Variability in South America and Surrounding Regions*, edited by: Vimeux, F., *Dev. Paleoenviron. Res.*, 14, 159–191, doi:10.1007/978-90-2672-9_7, Springer, 2009.

- GRIMM, A. M., BARROS, V. R., AND DOYLE, M. E.: Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events, *J. Climate*, 13, 35–58, 2000.
- HAMDAN, F. Intensive and extensive disaster risk drivers and interactions with recent trends in the global political economy, with special emphasis on rentier states. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 14, p. 273–289, 2015.
- MARCATTO, T. I.; LIMA, L. A. Sociedade Contemporânea E O Protocolo De Quioto: O Mundo Em Prol Do Meio Ambiente. *Connexio - Issn 2236-8760*, v. 2, n. 2, p. 41–63, 2013.
- MENDONÇA, M. B. DE; SILVA ROSA, T. DA; BELLO, A. R. Transversal integration of geohydrological risks in an elementary school in Brazil: A disaster education experiment. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, v. 39, n. June, p. 101213, 2019.
- PARIZZI, M. G. Desastres Naturais e Induzidos e o Risco Urbano. *Geonomos*. v. 22, p. 1-9, issn: 0104-4486, 2014.
- MORAES L.R.S.; BORJA P.C. Política e plano municipal de saneamento ambiental: experiências e recomendações. Brasília: Organização Panamericana da Saúde; Ministério das Cidades, Programa de Modernização do Setor de Saneamento, 2005, 135 p.
- MOURA, MARKS MELO; et al. Relation of El Niño and La Niña phenomena to precipitation, evapotranspiration and temperature in the Amazon basin. *Science of The Total Environment*. Volume 651, Part 1, 15 February 2019, Pages 1639-1651.
- NOAA. Plataforma online da Administração Oceânica e Atmosférica Nacional. https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php.
- OLIVEIRA, F. R. DE; OURIQUES, J. M. DE A.; CORREIA, L. S. *territorium* 25 (II), 2018, 5-18. v. 25, n. Iv, p. 5–18, 2018.
- PENALBA, OLGA C; BELTRAN, ADRIANA; MESSINA, CARLOS. Monthly Rainfall In Central-Eastern Argentina and ENSO: A Comparative Study of Rainfall Forecast Methodologies. *REVISTA BRASILEIRA DE AGROMETEOROLOGIA*, [S. l.], ano 2005, v. 13, n. 2, p. 49-61, 23 maio 2005.
- PENALBA, OLGA CLORINDA; RIVERA, JUAN ANTONIO. Precipitation response to El Niño/La Niña events in Southern South America – emphasis in regional drought occurrences. *Adv. Geosci.*, 42, 1–14, 2016. <https://doi.org/10.5194/adgeo-42-1-2016>
- ROPELEWSKI, C. F.; HALPERT, M. S.: North American precipitation and temperature patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation (ENSO), *Mon. Weather Rev.*, 114, 2352–2362, 1986.
- Ropelewski, C. F. and Halpert, M. S.: Global and regional scale precipitation patterns associated with the El Niño/Southern Oscillation, *Mon. Weather Rev.*, 115, 1606–1626, 1987.
- SILVA. E. V E; RODRIGUEZ, J. M. M. *Geoecologia da Paisagem: Zoneamento e Gestão Ambiental em Ambientes Úmidos e Subúmidos*. Revista Geográfica de América Central. Número Especial EGAL, 2011.
- SILVA, P. D. V. et al. Planos Familiares De Emergência: Iniciativas Em Curso Em Santa Catarina. *Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental*, v. 7, p. 379, 2018.
- SHORT A. D.; KLEIN, A. H. D. F. 2016. *Brazilian Beach Systems*. USA: Springer International Publishing. 611p.
- SOUZA, C.R. de G.; SOUZA FILHO, P.W.M.; ESTEVES, SL.; VITAL, H. DILLENBURG, S.R.; PATCHINEELAM, S.M. & ADDAD, J.E. 2005. Praias Arenosas e Erosão Costeira. In: C.R. de G. Souza et al. (eds.). *Quaternário do Brasil*. Holos, Editora, Ribeirão Preto (SP). p. 130-152.
- SOUZA, CEZARINA MARIA NOBRE. Participação dos cidadãos e saneamento básico: panorama da legislação nacional. *Revista do Instituto de Estudo Brasileiros – USP*; nº 63; abr 2016; p. 141-158.
- TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. *Desastres Naturais: conhecer para prevenir*. [s.l: s.n.].
- TRENBERTH, K. E.; STEPANIACK, D. P.: Indices of El Niño evolution, *J. Climate*, 14, 1697–1701, 2001.
- United Nations Office for Disaster Risk Reduction, <https://www.preventionweb.net/organizations/1171>

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7306-7984>

RACHEL FAVERZANI MAGNAGO | Universidade do Sul de Santa Catarina | Mestranda em Ciências ambientais | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: Dunas da Joaquina, 275, Rio Tavares. – Florianópolis – SC – Brasil, CEP 88048424

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8258-3761>

PATRICIA MEDEIROS | Universidade do Sul de Santa Catarina | Mestranda em Ciências ambientais | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: R. Francisco Jose de Silva 325 - Guarda do Cubatão, Palhoça - SC, 88135 822 | e-mail: patriciamedeiros.unisul@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0373-9711>

RODRIGO PAULO RAIMUNDO | IFSC | Eng. Elétrica | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Capri, 432 - Pagani - Palhoça/ SC. Cep: 88.132-299 | e-mail: rodrigopauloraimundo@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1775-1826>

SUSANA CLAUDETE COSTA, M.Sc. | Universidade do Sul de Santa Catarina | Curso | Palhoça, SC - Brasil | Correspondência para: Rua Capri 423 - ap. 603 Cep: 88.132-299 | e-mail: Susanacostah@hotmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

MAGNAGO, Rachel Faverzani; MEDEIROS, Patrícia; RAIMUNDO, Rodrigo Paulo; COSTA, Susana Claudete. Desastres Naturais No Estado De Santa Catarina - 1998 A 2019. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 105-114, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.105-114>.

DATA DE ENVIO: 15/06/2021

DATA DE ACEITE: 08/06/2021

ESTUDO DA VIABILIDADE DE FABRICAÇÃO DE FILAMENTO COMPÓSITO SUSTENTÁVEL PARA IMPRESSÃO 3D A PARTIR DE UMA MATRIZ PLA REFORÇADA COM RESÍDUOS DE FIBRAS DE MADEIRA

FEASIBILITY STUDY FOR THE PRODUCTION OF SUSTAINABLE COMPOSITE FILAMENT FOR 3D PRINTING FROM A PLA MATRIX REINFORCED WITH WOOD FIBER RESIDUES

DANIEL LAUXEN SPOHR | UNISINOS

FELIPE ANTÔNIO LUCCA SÁNCHEZ, Dr. | UNISINOS

ANDRÉ CANAL MARQUES, Dr. | UNISINOS

RESUMO

Processos tecnológicos de manufatura aditiva, como a de impressão 3D, vem permitindo transcender os limites do desenvolvimento dos produtos atuais a um custo menor em de forma mais rápida. Nos últimos anos a impressão 3D se tornou mais fácil de usar e mais barata, tornando acessível para diferentes mercados. A literatura vem demonstrando que há uma grande demanda para conceber materiais mais sustentáveis para fabricação de bens de consumo por impressão 3D o que inclui, por exemplo, a utilização de resíduos de processos industriais da indústria moveleira como pós e serragens incorporados a matrizes poliméricas. Neste trabalho, foi utilizada a combinação de PLA com resíduos de pó de madeira com objetivo de criar um filamento com aspecto de madeira, com propriedades mecânicas melhores do que o filamento sem a adição da carga e assim mais sustentável. Para isto, fez-se primeiramente a caracterização do pó de madeira para determinar os melhores parâmetros de processo e após foram determinadas três formulações diferentes e extrudadas para a produção dos filamentos. Ao final foram analisadas quanto a suas propriedades de interesse.

PALAVRAS CHAVE: Manufatura aditiva; Filamentos; Sustentabilidade

ABSTRACT

Technological processes of additive manufacturing, such as 3D printing, allowed to transcend the limits of the development of current products at a lower cost in a faster way. In recent years, 3D printing has become easier to use and cheaper, making it accessible to different markets. The literature has shown that there is a great demand to design more sustainable materials for the manufacture of consumer goods by 3D printing, which includes, for example, the use of industrial process residues from the furniture industry as powders and sawdust incorporated into polymer matrices. In this work, the combination of PLA with wood dust residues was used in order to create a wood-like filament, with better mechanical properties than the filament without the addition of the load and thus more sustainable. For this, the characterization of the wood powder was done first to determine the best process parameters and then three different and extruded formulations were determined for the production of the filaments. At the end, they were analyzed for their properties of interest.

KEY WORDS: Additive manufacturing; Filaments; Sustainability



1. INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva ou impressão 3D é uma tecnologia que permite transcender os limites do desenvolvimento de produto atuais a um custo menor em menos tempo. Desde protótipos funcionais até peças prontas, a impressão 3D oferece uma variedade de solução em inúmeras aplicações. Nos últimos anos a impressão 3D se tornou mais fácil de usar e mais barata, tornando acessível para diferentes mercados.

Por outro lado, as demandas por tecnologias e práticas mais sustentáveis são cada vez mais eminentes e é consenso que é preciso mitigar o uso de matérias primas de procedência não renovável. O poliácido láctico (PLA) desponta como um polímero de engenharia com amplas aplicações que pode ser obtido a partir de recursos renováveis como do amido de milho e o seu uso na forma de filamentos para a impressão 3D tem crescido significativamente nos últimos anos. Existe grande interesse na impressão 3D de materiais mais sustentáveis, o que inclui a utilização de compósitos que incorporem, reciclando, resíduos industriais. Dessa maneira, neste trabalho, foi utilizada a combinação de PLA com diferentes teores de resíduos de pó de madeira da indústria moveleira local. Assim, o principal objetivo deste trabalho foi a produção de um filamento compósito baseado em uma matriz PLA e reforçado com diferentes teores fibras de madeira para avaliação da viabilidade na impressão 3D de artefatos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Apresenta-se aqui os principais tópicos de revisão de literatura.

2.1. Manufatura aditiva

Impressão 3D ou manufatura aditiva é um processo que fabrica produtos através da deposição sucessiva de camadas de material (CHIA, 2015). Com esta tecnologia, primeiramente um modelo digital é gerado usando um software CAD (*Computer Aided Design*) e então impresso a partir de matérias primas na forma de granulados, pós, fluídos com viscosidade controlada dependendo da tecnologia utilizada. A tecnologia traz inúmeras oportunidades uma vez que tudo o que está na forma digital pode ser impresso, isto inclui artigos decorativos para casa, peças mecânicas, calçados etc. (SCHUBERT, 2014).

Ainda mais surpreendente é a liberdade de design das peças impressas. Imprime-se geometrias antes improváveis com os métodos tradicionais de manufatura além de ser possível integrar partes das peças que antes seria necessário serem produzidas separadamente e depois montadas usando adesivos ou parafusos (ZHONG, 2017).

Além disso, um ponto chave para a adoção da manufatura pelas empresas é a disponibilidade de materiais com características específicas. Por isto esta área vem atraindo atenção da comunidade científica que não tem medido esforços para o aperfeiçoamento da manufatura aditiva e de suas matérias primas. Levando em consideração estas características da tecnologia, entende-se que a manufatura aditiva é ponto chave no contexto da indústria 4.0 para a transformação digital das empresas (GREENE, 2017).

2.2. Filamentos sustentáveis

A tecnologia FFF (*Fused Filament Fabrication*), também conhecido como FDM (*Fused Deposition Modeling*) é a tecnologia de impressão 3D mais utilizada. FFF usa polímeros termoplásticos, que vem em forma de filamento. O filamento é fundido e pressionado através de um bico de extrusão. A impressora movimenta o bico, depositando material fundido em locais precisos, seguindo um caminho pré-determinado pelo software da máquina. Quando o material sai do bico de extrusão e chega na plataforma de impressão, ele resfria e se solidifica. Desta forma as peças são criadas camada por camada (WANGA, 2017).

O aumento da preocupação com temas ambientais, como aquecimento global tem renovado o interesse em materiais poliméricos mais ecológicos do que os derivados do petróleo. O PLA, poliácido láctico é um material biodegradável produzido por um monômero derivado do amido de milho, satisfaz os critérios ambientais e possui características que permitem a substituição dos materiais usuais derivados do petróleo. PLA possui boa resistência mecânica o que o torna versátil para uma grande gama de aplicações, como sacolas plásticas, embalagens, copos, peças simples etc. No entanto, a utilização mais ampla do PLA é restringida pela sua baixa resistência ao impacto bem como o preço elevado se comparado com polietileno e polipropileno. Compósitos que incorporam fibras naturais resultam em materiais com melhores propriedades mecânicas, o que pode ser interessante no caso do PLA. O benefício de se optar por fibras naturais ao invés dos agentes de reforço convencionais como fibra de vidro, talco ou fibra de carbono incluem baixa densidade e o fato de agregar o conceito de sustentabilidade ao material. Ainda, as fibras de origem natural geralmente são mais baratas e muitas vezes podem ser obtidas do aproveitamento de resíduos fabris, como a serragem que é um subproduto da indústria madeireira.

A madeira é um material orgânico e natural que está amplamente disponível na forma de resíduo e pode ser facilmente triturado em frações menores, até chegar ao

estado de pó (LE DUIGOUA et al., 2016). O efeito do pó da madeira no compósito depende da sua propriedade, da distribuição de tamanho de partícula e da compatibilidade com a matriz polimérica, que configura no principal desafio deste tipo de material (TAO, 2017).

Existe grande interesse na impressão 3D de materiais mais sustentáveis, o que inclui a utilização de materiais reciclados, compósitos com madeira, celulose, casca de cacau etc. (BARBOSA, 2011). Existem inúmeros tipos de fibras naturais já testadas em matrizes poliméricas como bambu, juta, algodão, papel, sisal e celulose. A interação entre estas partículas naturais e o polímero influenciam totalmente as propriedades mecânicas do compósito final. Estudos mostram que no caso do PLA, compostos naturais contendo celulose, como a madeira, aumentam o módulo elástico e diminuem a resistência a tração do material. Este fato se deve a fraca afinidade química entre matriz e carga, uma vez que o PLA é apolar e a madeira é fortemente polar. Mesmo assim, com controles de processo ajustados, é possível criar compostos homogêneos e de boa resposta para aplicações onde não é exigida resistência a tração (BARBOSA, 2011).

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento de filamentos compostos de PLA com pó de madeira neste trabalho de pesquisa, o procedimento experimental foi dividido em quatro etapas principais que incluem: Caracterização do pó de madeira; Formulação e fabricação dos compósitos por extrusão; Caracterização dos filamentos produzidos; Teste de impressão 3D.

3.1. Materiais

Foram utilizados basicamente dos materiais: resíduos de pós de madeira de processos de beneficiamento de madeiras da indústria moveleira e pellets de PLA virgem como matriz termoplástica para formulação dos diferentes compósitos. A amostra de pó de madeira é um resíduo oriundo do processo de usinagem de uma fábrica de móveis. É uma mistura das seguintes espécies: *Tectona grandis*, conhecida como Teca, *Melia azedarach*, conhecida como Cinamomo, *Couratari spp*, conhecida como Tauari e o *Eucalyptus globulus* conhecido como Eucalipto comum. Trata-se de um resíduo irregular que contém pedaços grosseiros de madeira. Portanto, foi necessário beneficiá-lo para utilizá-lo como carga do filamento, sendo submetido à moagem. Foi colocado, em cada moinho de bolas, 200 gramas de material e utilizado nove esferas, com tempo de permanência de 30 minutos e 100 rpm de rotação. Depois deste processo, o resíduo foi passado em

peneira com abertura de 300 micrometros. O material que passasse nas aberturas da peneira era separado e classificado como pó de madeira. O restante voltava ao moinho para continuar o processo de moagem.

O material PLA utilizado foi o PLA 2003d em forma de pellets da marca Nature Works (2019). Trata-se de um polímero transparente próprio para extrusão que pode ser usado naturalmente ou como parte de uma blenda. É um biopolímero de alto peso molecular que pode ser processado por extrusora convencional. Na tabela 1 abaixo são descritos os dados técnicos do material. Estes valores são fornecidos pelo fabricante.

Propriedades	Valores	Método ASTM
Densidade	1,24 g/cm ³	D792
Índice de fluidez	6 g/10min	D1238
Resistência a tração até ruptura	53 Mpa	D882
Limite de escoamento	60 Mpa	D882
Módulo de elasticidade	3.5 Mpa	D882
Alongamento	6%	D882
Temperatura de Extrusão	180-190 °C	-

Tabela 1: Ficha técnica do PLA 2003d.
Fonte: Nature Works (2019).

3.2. Caracterização do pó de madeira

Tendo em vista que o estudo propõe o uso do pó de madeira como carga de reforço para extrusão de filamentos para uso em impressão 3D foram levantadas as características físico-químicas de interesse, que tangem o tamanho das partículas, natureza química, aspecto e forma física e higroscopicidade. Nesse artigo são relatadas algumas dessas análises que incluem o teor de umidade, a densidade, a distribuição granulométrica, a área superficial específica por adsorção de N₂ e uma análise termogravimétrica do resíduo de madeira usado na fabricação dos compósitos.

3.2.1 Teor de umidade

A determinação do teor de umidade da amostra foi realizada no Laboratório de Caracterização e Valorização de Materiais da Unisinos, no instrumento Determinador de Umidade marca BEL Engineering Ltda. O aparelho é uma maneira automatizada de determinação da densidade por secagem. A amostra é pesada e posteriormente submetida à temperatura de 105 °C até que haja estabilização. Quando a pesagem da amostra não apresenta mais alteração, entende-se que toda água foi evaporada e

então o valor é considera. O resultado da umidade é obtido através da subtração do peso final com o peso inicial. A margem de erro do aparelho é de 0,1% (OLIVEIRA, 2009).

3.2.2 Densidade

A determinação da densidade da amostra foi realizada em aparelho picnômetro no Laboratório de Caracterização e Valorização de Materiais da Unisinos. A picnometria de gás Hélio tem como objetivo avaliar a densidade e volume real do material de interesse. O ensaio é realizado pela comparação da variação de pressão do gás Hélio entre uma câmara de volume conhecido e uma câmara com a amostra a ser analisada. Utiliza-se gás Hélio para se obter maior precisão da análise, devido a facilidade do mesmo penetrar na amostra e preencher os vazios da mesma, revelando a densidade e o volume real da amostra (FREITAS, 2014).

3.2.3 Distribuição granulométrica

A caracterização granulométrica da amostra foi realizada no Laboratório de Caracterização e Valorização de Materiais da Unisinos, de acordo com a norma CEMP nº 81 (ABIFA 2003) utilizando peneiras do sistema Tyler. O método consiste em colocar 30 g da amostra (seca em estufa a 105 °C), em um conjunto de peneiras padronizadas pela ABNT colocados em sequência sobre mesas vibratória durante 15 minutos. Posteriormente, a massa retida em cada peneira é calculada. O resultado obtido é expresso em porcentagem em relação à massa total da amostra.

3.2.4 Área superficial específica

A determinação da área superficial da amostra foi realizada no Laboratório de Caracterização e Valorização de Materiais da Unisinos, através da metodologia de adsorção e absorção de nitrogênio - BET (REIS, 2013).

3.2.5 Termogravimetria (TGA)

Na análise do pó de madeira a amostra foi previamente seca e depois aquecida de temperatura ambiente até 500°C a uma taxa de aquecimento de 10°C/min com fluxo de nitrogênio de 20 mL/min no equipamento SDT Q600 da marca TA Instruments do Laboratório de Biomateriais e Cerâmicas Avançadas da UFRGS.

3.3. Formulação e fabricação dos compostos por extrusão

No presente trabalho foi utilizada uma extrusora com uma rosca de alimentação e uma zona de aquecimento da marca Felfil modelo EVO desktop própria para este

fim. A figura 1 mostra a extrusora portátil de mesa usada para fabricação dos filamentos compostos.

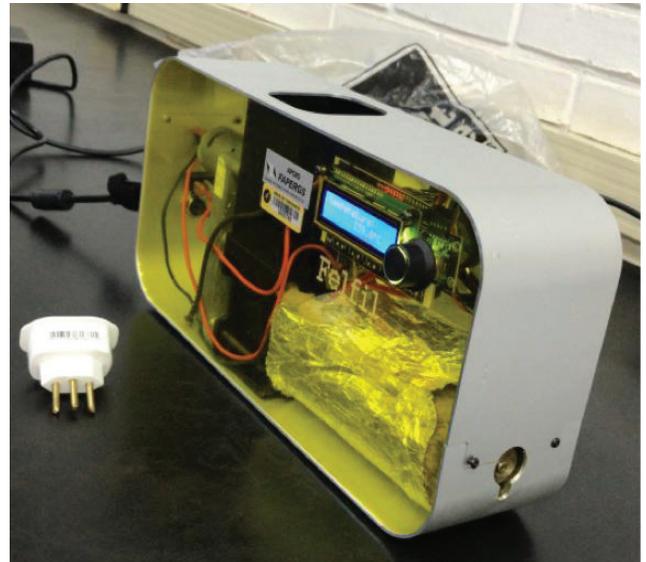


Figura 01: Extrusora Felfil utilizada para confecção de filamentos para impressão 3D.
Fonte: Autores.

Para atingir um diâmetro consistente a máquina foi ajustada em relação a temperatura e velocidade da rosca. Estes parâmetros foram examinados e selecionados até que se atingiu um filamento de 1,75mm de diâmetro. Esta etapa visa extrudar três diferentes formulações de PLA com pó de madeira. As concentrações das cargas foram baseadas em um estudo de Le Duigou et al (2016), que determinou que a concentração de carga dos filamentos de madeira disponíveis no mercado varia de 10% a 20% e no estudo de Kariz (2018) que produziu filamentos de PLA com pó de madeira utilizando as mesmas concentrações. Baseado nestes dois trabalhos foram definidas as concentrações do pó de madeira nos filamentos. Portanto, a quantidade de pó de madeira adicionada foi de 0%,10%, 15% e 20% e está descrita na tabela 2 abaixo. O filamento sem adição de carga serve como amostra de controle para as posteriores análises.

Nomenclatura das amostras	Composição
PLA	100% PLA
PLA10M	90% PLA E 10% pó de madeira
PLA15M	85% PLA E 15% pó de madeira
PLA20M	80% PLA E 20% pó de madeira

Tabela 2: Concentração de pó de madeira na formulação.
Fonte: Autores.

O termoplástico usado foi o PLA Ingeo™ 2003D (NatureWorks, 2019) na forma de pellets. Os pellets foram secos durante 2 horas a 90°C em estufa seguindo

recomendação do fabricante e as partículas de pó de madeira foram secas em estufa a 103°C graus por mais de 24 horas, para garantir completa ausência de umidade (KARIZ, 2018). Feito isto, os materiais foram pesados conforme as formulações e agitados mecanicamente. O cuidado com o preparo do pó de madeira se faz necessário porque mesmo partículas com aproximadamente 0,3mm, podem obstruir a saída do bico de impressão (BRENT, 2015).

Determinou-se em testes preliminares as temperaturas mais favoráveis para extrusão dos filamentos e se observou uma mudança na temperatura conforme o teor de madeira presente no compósito. Assim a temperatura de extrusão foi de 210°C para a formulação PLA20M, 200°C para a formulação PLA15M, 190°C para a formulação PLA10M e 185°C para a formulação com o PLA puro. A rotação da rosca foi mantida em 9 rpm de modo a gerar filamentos com 1.75 mm de diâmetro para todas as formulações.

3.4. Caracterização dos filamentos produzidos

3.4.1 Dureza

As medições de dureza foram feitas em um durômetro digital Woltest, modelo GSD 702D, seguindo a norma ASTM 7456 obtendo-se os valores na escala Shore D, medindo-se sete pontos em cada amostra. Foi aplicada uma carga de cinco quilos durante 3 segundos de endentação (TEIXEIRA, 2006).

3.4.2 Índice de fluidez

A determinação do índice de fluidez é efetuada extrusando o polímero em um reômetro capilar, que consiste em um barril de extrusão aquecido, na extremidade do qual é montada uma matriz capilar de dimensões específicas. O reômetro é operado com pressão imposta, decorrente da aplicação de uma carga constante e bem definida no topo da coluna do fundido. O índice de fluidez é obtido a partir da taxa de fluxo do fluido sob imposição desta carga, e seu valor é expresso pela quantidade de material extrusado, em gramas, por 10 minutos (ROCHA, 1994). O ensaio foi realizado seguindo a norma ASTM D 12238 em plastômetro Gotterfeld com carga de 5kg.

3.4.3 Microscopia óptica

Para esta análise foi utilizado um estéreo microscópio da marca Zeiss modelo Stemi 305. O ensaio foi feito no laboratório de Sedimentologia da UNISINOS. Na técnica utilizada, a luz é transmitida atravessando a amostra e formando a imagem ampliada. Com isto é possível ver

coloração, fraturas, bolhas, vazios etc. (FERNANDES, 2016). No presente trabalho, o intuito da análise está em avaliar a dispersão do pó de madeira na matriz de PLA.

3.4.4 Homogeneidade do filamento

Para determinar a homogeneidade do filamento foram feitas medições do diâmetro de dois metros de filamento a cada 10cm. As medidas foram feitas com um paquímetro digital da marca Mitutoyo com precisão de +/- 0,03 mm.

3.4.5 Calorimetria exploratória diferencial (CED)

Para determinar uma possível mudança na temperatura de transição vítrea e na temperatura de fusão da matriz PLA, foi conduzida a CED e esta análise foi realizada para os filamentos compósitos, bem como para um filamento de PLA puro em calorímetro NETZSCH 404F3 do Laboratório de Biomateriais e Cerâmicas Avançadas da UFRGS, na faixa de temperatura de 25 a 350°C com fluxo de N₂ de 20 mL/min.

3.5. Teste de impressão 3D

Esta etapa tem o intuito de testar as formulações quanto a sua "printabilidade", ou seja, a capacidade do filamento de imprimir peças de qualidade por impressão 3D. Para modelar o corpo de prova foi utilizado software SolidWorks e para fatiamento e parâmetros de impressão foi utilizado software Ultimaker Cura. Foi feito o teste em duas impressoras diferentes, sendo elas a Cliever CL1 e a Sethi3d S3 com condições de preenchimento de 50% e temperatura de 225.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Caracterização do pó de madeira

4.1.1 Teor de umidade

O valor encontrado de umidade no pó de madeira foi de 13,11% indicando a importância e necessidade de uma etapa de secagem previamente ao processo de extrusão, a fim de garantir a quantidade adequada de massa de madeira e para evitar a formação de bolhas da evaporação de água nos filamentos produzidos durante a extrusão.

4.1.2 Densidade

Os resíduos de madeira apresentam uma variação muito grande da densidade, pois depende do tipo de madeira do resíduo e de que etapa produtiva ele é gerado. Ribeiro e Machado, 2015, determinaram a densidade de diferentes espécies de Eucalyptus e acharam valores que variam

de 2,3 a 1,3 g/cm³. Este valor está próximo ao encontrado nas amostras de pó de madeira do trabalho. O valor encontrado foi de 1,38 g/cm³. Mesmo assim este valor é considerado baixo tratando-se de carga de reforço e é justamente uma vantagem competitiva que as fibras naturais possuem. Em termos comparativos, a densidade do carbonato de cálcio e fibras de vidro variam entre 2,48 e 2,70 g.cm-3 respectivamente. Estudos mostram que as cargas conferem aumento na densidade dos compósitos. Sendo assim, analisar a densidade da carga é importante uma vez que tem influência direta na densidade do composto. (MORESCO, 2009)

4.1.3 Distribuição granulométrica

A figura 2 apresenta uma curva de distribuição granulométrica do resíduo beneficiado de madeira. É possível ver uma distribuição com característica bimodal, tendo em vista que uma grande população das partículas se encontra em duas faixas de tamanho, entre 300µm e 150µm. A maior parte, 47% das partículas possuem tamanho inferior ou igual a 300µm e 30% possuem 150µm ou menos. Com esta distribuição espera-se ter uma boa dispersão do pó de madeira na matriz polimérica, uma vez que possui partículas menores e maiores, o que facilitaria na organização e distribuição em meio as cadeias poliméricas do PLA.

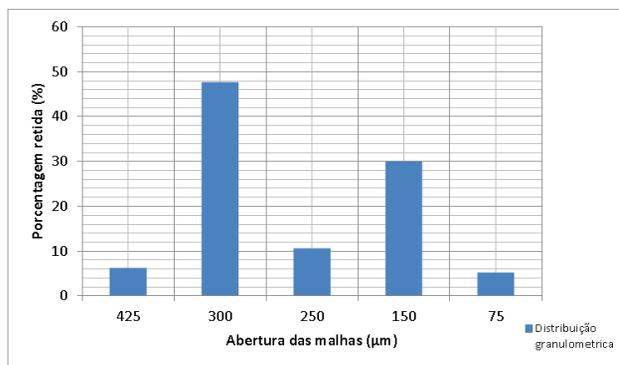


Figura 02: Distribuição granulométrica do pó de madeira
Fonte: Autores.

4.1.4 Área superficial específica

A área superficial abrange a superfície total das partículas e seus poros. O resultado encontrado para área superficial específica, pelo método de BET foi de $0,6156 \pm 0,0141$ m²/g.

4.1.5 Termogravimetria (TGA)

Na figura 3 abaixo é apresentado o resultado gráfico da análise termogravimétrica do pó de madeira utilizado no trabalho. Observou-se uma pequena perda de massa em temperatura próxima a 100 °C, a qual pode ser atribuída à

perda de água estrutural. Depois ocorre a primeira perda de massa da amostra em torno de 240 °C, devido à degradação das cadeias de hemiceluloses, celulose e uma menor degradação de parte da lignina. A segunda perda de massa ocorre em aproximadamente 350 °C, devido à completa degradação da celulose e posteriormente, da lignina restante. A estabilização de massa do pó de madeira ocorreu em temperatura próxima a 540 °C quando a amostra se encontra totalmente carbonizada. Até a estabilização, houve perda de massa de aproximadamente 80%.

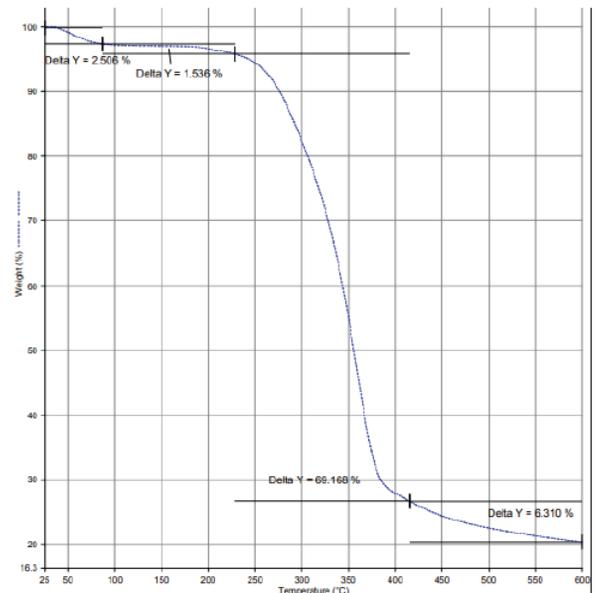


Figura 03: Análise termogravimétrica do pó de madeira usado para fabricação dos filamentos compostos.
Fonte: Autores.

4.2. Formulação e fabricação dos compósitos por extrusão

O filamento utilizado no processo de manufatura aditiva por extrusão requer um diâmetro específico, além de certa flexibilidade e resistência mecânica para ser utilizado. A figura 4 mostra o filamento PLA10M produzido na extrusora de bancada.



Figura 04: Filamento PLA10M de madeira produzido.
Fonte: Autores.

4.3. Caracterização dos filamentos produzidos

Nesta etapa, foram analisados os filamentos produzidos. Os resultados foram comparados entre si, uma vez que um dos objetivos do trabalho é selecionar a melhor concentração de pó de madeira. Além disso, fez-se a comparação dos resultados com a ficha técnica dos pellets de PLA e com ficha técnica de um material composto de madeira comercial, a fim de validar a metodologia utilizada.

4.3.1 Dureza

A dureza foi utilizada como parâmetro para se inferir sobre a resistência mecânica do material. O método utilizado foi a dureza do tipo Shore D. Na tabela 3, abaixo, seguem os resultados obtidos:

Formulações	Valores
PLA	70D
PLA10M	75D
PLA15M	77D
PLA20M	73D

Tabela 3: Resultado do ensaio de Dureza Shore D.
Fonte: Autores.

É possível perceber que o valor de dureza aumenta a medida que a concentração de carga é maior. Isto faz sentido uma vez que a madeira tende a ser mais dura que a matriz plástica. No entanto, este aumento não ocorre para o PLA + 20% de pó de madeira. Este fato pode ser atribuído à formação de aglomerados no material, gerando espaços vazios que comprometem as propriedades mecânicas do produto final. Petinakis (2009) determinou que a partir de 20% de pó de madeira, a interação entre as partículas de madeira aumenta de forma significativa, formando aglomerados, que geram zonas de concentração de estresse. Estes pontos possuem baixa resistência mecânica e formam regiões frágeis do material. Tais achados reforçam os resultados de dureza que foram obtidos e as observações constatadas.

4.1.2 Índice de fluidez

O resultado esperado é que a adição de carga diminua a fluidez do material, uma vez que a incorporação de partículas rígidas limita a mobilidade das cadeias, aumentando a viscosidade do material. Na tabela 4 a seguir, são apresentados os valores encontrados.

Formulação	Valores
PLA	6,1 g/10min
PLA10M	8,6 g/10min
PLA15M	9,2 g/10min
PLA20M	9,6 g/10min

Tabela 4: Resultados do ensaio do Índice de Fluidez.
Fonte: Autores.

Nota-se que este efeito não ocorreu no presente trabalho. A fluidez do material aumentou com a adição de carga. Não foi encontrado na literatura caso semelhante. Os principais motivos pela formação de um material bem disperso e homogêneo são a afinidade entre carga e matriz e a capacidade de mistura do equipamento de processamento. Sabe-se que a madeira e o PLA não são totalmente compatíveis. Ademais, o equipamento usado possui canal de extrusão curto, suficiente apenas para aquecer o material e conformá-lo. A extrusora não possui uma zona de cisalhamento e mistura o que seria importante para misturar e homogeneizar a carga com o polímero.

Portanto, este resultado revela uma ineficiente dispersão da carga na matriz polimérica e da possível baixa afinidade química entre o pó de madeira e o PLA. Também, pode-se afirmar que a formação de espaços vazios ou microbolhas distorce o valor do ensaio e faz com que se encontrem valores diferentes do esperado na literatura.

4.1.3 Microscopia óptica

Abaixo na figura 5 são ilustradas as imagens geradas pelo ensaio de microscopia. Em todas as amostras é possível ver a formação de aglomerados e conseqüentemente de espaços vazios no material. A parte esbranquiçada das imagens trata-se da parte polimérica que não possui partículas de pó de madeira, provando que de fato a carga não se distribuiu bem pela matriz. Outro fato que é possível observar através da comparação entre as imagens, figura 5, é que a intensidade da coloração marrom se intensifica com o aumento de carga. A amostra PLA10M apresenta aspecto superficial e brilho do filamento de PLA puro. A partir da amostra PLA15M o filamento apresenta aspecto de madeira, evidenciado pelo aparecimento de porosidade superficial e coloração mais intensa. A imagem da amostra PLA20M prova a teoria apresentada nos demais resultados. A partir desta concentração, a amostra fica irregular, com muitos espaços vazios e muitos aglomerados. (TAO et al., 2017).

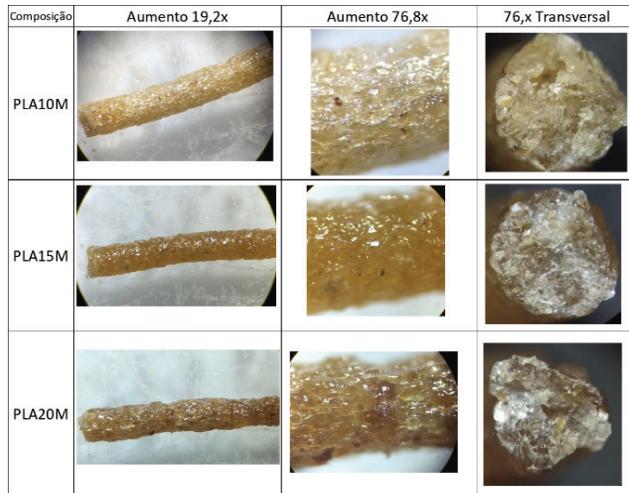


Figura 05: Imagens geradas pelo ensaio de microscopia.
Fonte: Autores.

4.1.4 Homogeneidade do filamento

Os parâmetros de extrusão foram estabelecidos de maneira que o filamento tenha $\pm 1,75$ mm de diâmetro. Uma aferição da variabilidade dimensional dos filamentos foi realizada ao longo de 2,0 m de filamento produzidos. Na tabela 5 abaixo é possível ver os valores de máxima e mínima, variância, desvio padrão e mediana.

Valor	PLA	PLA10M	PLA15M	PLA20M
Máximo (mm)	1,7	1,92	2,08	1,95
Mínimo (mm)	1,25	1,27	1,12	1,29
Médio (mm)	1,48	1,51	1,61	1,52
Varição (%)	2%	3%	7%	4%
Desvio padrão	0,129	0,176	0,257	0,197

Tabela 5: Dados estatísticos das medições.
Fonte: Autores.

É possível notar a heterogeneidade dos filamentos. Tal característica é atribuída a ausência de um sistema de bobinamento automatizado do filamento ao sair da extrusora. Esse dispositivo poderia controlar, assim, a espessura diametral dos filamentos ao saírem do bocal da extrusora uma vez que o puxamento constante do filamento tende a manter o diâmetro do filamento mais regular. De fato, os filamentos saíram de forma manual, sem haver o controle da velocidade de puxamento constante o que levou a variabilidade diametral de todos os filamentos produzidos. Outra constatação é o fato da maioria dos valores estarem abaixo de 1,70mm. Isto se deve a contração do material no

resfriamento. Apesar de a variância ser menor que 10%, ela é suficiente para dificultar o processo de alimentação na impressora 3D.

4.1.5 Calorimetria exploratória diferencial (CED)

A partir dos dados obtidos no CED foi possível determinar tanto a temperatura de fusão do material e a temperatura de transição vítrea. Na figura 6 se encontra o gráfico gerado nesta análise. É possível notar que a temperatura de fusão do material aumenta com a adição de pó de madeira. Estas propriedades estão relacionadas com o grau de liberdade da cadeia polimérica. Quanto mais liberdade, as moléculas se movimentam mais facilmente, o que facilita a geração de aquecimento. A incorporação de fibras na matriz provoca pontos de impedimento nesta movimentação, fazendo com que o material necessite de mais energia para a mudança de estado. Contudo, verificou-se que a temperatura de transição vítrea da matriz PLA não foi sensivelmente alterada com a adição de resíduos de madeira o que se revela um fator positivo considerando que não há alteração nas propriedades termomecânicas da matriz e esse fator não afetaria o processo de impressão 3D.

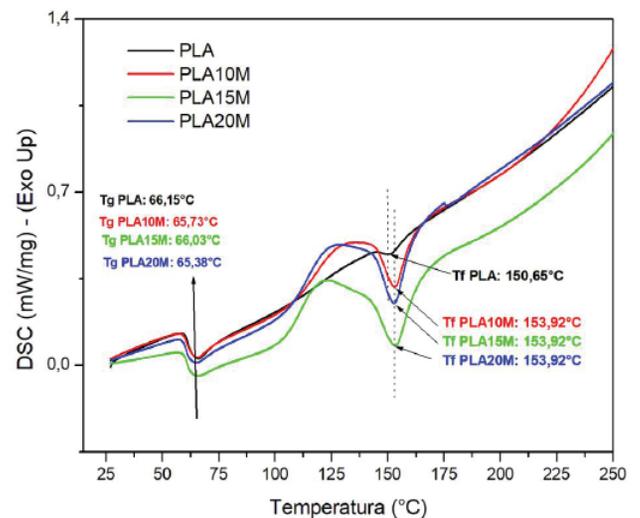


Figura 06: Análise por Calorimetria exploratória diferencial dos filamentos compostos produzidos e da matriz de PLA pura.
Fonte: Autores.

4.4. Teste de impressão 3D

A impressora possui um sistema de engrenagens que trabalha como um puxador, que leva o filamento até o canal de impressão, onde ele é fundido e impresso. No entanto, se constatou que os filamentos desenvolvidos possuem duas características que impedem que este processo ocorra de maneira eficaz:

i) O diâmetro heterogêneo do filamento fez com que a engrenagem não conseguisse puxar de maneira fluida.

Quando as engrenagens encontram uma parte do filamento com diâmetro muito fino, não conseguem recolher o material em direção ao bico de impressão e assim o material tranca naquele local.

ii) Os filamentos produzidos apresentam elevada fragilidade, quando comparados a filamentos comerciais de PLA usados na impressão 3D. Assim, percebeu-se uma certa dificuldade dos filamentos circularem pelo sistema de direcionamento de filamento da impressora 3D.

A solução encontrada foi utilizar uma impressora 3D que não possui este sistema de engrenagens e a inserção de filamento no canal de impressão é feito manualmente. Na figura 7 abaixo ao analisar o aspecto do corpo de prova, é possível notar que se trata de um material “printável”, uma vez que apresenta estrutura homogênea e aspecto satisfatório. No entanto a fragilidade e a falta de homogeneidade impediram seu uso de maneira viável.



Figura 07: Teste de impressão 3D.
Fonte: Autores.

Sendo o intuito desta etapa a avaliação da “printabilidade” e a viabilidade de utilizar os filamentos desenvolvidos, verificou-se que tanto o filamento de PLA puro quanto os filamentos compostos desenvolvidos tem potencial de impressão 3D mas precisam passar por aperfeiçoamento em termos de processo de mistura do resíduo de madeira bem como em termos do bobinamento dos filamentos produzidos para que a viabilidade de impressão 3D seja efetiva.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da caracterização do pó de madeira conclui-se que este possui natureza química polar e superfície não porosa ou com presença de macro poros. Ambas as características dificultam a afinidade com a matriz polimérica. A polaridade é incompatível com a estrutura apolar do PLA e o perfil de porosidade impede uma ancoragem física entre os dois compostos. Viu-se também que o pó de madeira possui granulometria homogênea. O fato das partículas estarem na escala de micrometros, aumenta a sua higroscopicidade. Isto é evidenciado pelo alto valor encontrado no ensaio de umidade e por isso é necessário fazer uma secagem previa. Esses achados indicam que um tratamento superficial para compatibilizar a matriz polimérica com as partículas de madeira se faz necessário.

No processo de confecção dos filamentos, as características do material e do processo dificultaram a obtenção de um filamento homogêneo. As variações no processamento fizeram com que a saída do material na matriz da extrusora oscilasse, gerando um filamento heterogêneo. Ainda, o fato de não ter um puxador automatizado acentuou esta característica, o que foi comprovado no ensaio de homogeneidade do diâmetro do filamento. Os demais ensaios como dureza, microscopia e fluidez provaram a teoria da formação de aglomerados e conseqüente formação de vazios. Isso foi revelado pela piora na resistência mecânica, em termos de dureza, com a adição de pó de madeira, deixando o material mais frágil e quebradiço. Estes espaços vazios, possivelmente, criam caminhos de propagação de falhas e redução nas propriedades mecânicas.

Ainda, o processo de extrusão no equipamento usado para realizar o filamento, principalmente em termos do perfil da rosa (tamanho e geometria) não favorecem um efetivo cisalhamento para misturar de forma mais plena as partículas de madeira na matriz PLA. Em extrusoras industriais, existem zonas de mistura e cisalhamento que podem forçar materiais de menor afinidade química a se misturarem fisicamente e formarem compostos mais homogêneos. Agentes de compatibilização desse sistema também devem ser considerados.

Ao avaliar a “printabilidade” do material, viu-se que é possível imprimir peças com o filamento produzido. No entanto as características frágeis do material tornaram este processo inviável, uma vez que o mesmo se quebrava no sistema de alimentação do equipamento.

A partir da pesquisa desenvolvida, conclui-se que foi possível fabricar um filamento composto de matriz PLA com reforço de fibras de madeira em pó com um aspecto visual que remete ao aspecto da madeira. Como a temática deste trabalho - materiais para impressão 3D - carece de mais trabalhos e espera-se que esta pesquisa estimule outros pesquisadores a aprofundar o tema para novos desenvolvimentos.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho contou com apoio financeiro da FAPERGS por meio do Edital 01/2017 auxílio recém-doutor (ARD). Ao Laboratório de Biomateriais e Cerâmicas Avançadas da UFRGS.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, A. P. Características estruturais e propriedades de compostos poliméricos reforçados com fibras de buriti. 2011. Disponível em: <http://uenf.br/>

posgraduacao/engenharia-de-materiais/wp-content/uploads/sites/2/2013/07/Tese-de-doutorado-_fibras-de-Buriti_.pdf. Acesso em: 04/10/2019.

BRENT, T.; LIU, Z.; FINKENSTADT, V.; LEWANDOWSKI, B.; OTT, S.; REIFSCHNEIDER, L. 3D printing biocomposites. 2015. Disponível em: <10.2417/spepro.005690>. Acesso em: 05/09/2019.

CHIA, H. N.; WE, M. B.; Recent advances in 3D printing of biomaterials. 2015. Disponível em <<https://doi.org/10.1186/s13036-015-0001-4>> Acesso em: 03/03/2019.

FERNANDES, J. F. M. Estudo da Influência de Parâmetros de Impressão 3D nas Propriedades Mecânicas do PLA. 2016. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/281870113703681/Dissertacao_73521.pdf>. Acesso em: 18/04/2019.

FREITAS, J. C. Obtenção e caracterização de peças porosas de alumina obtidas por gelatinização. 2014.

GREENE, TIM. The Role of 3D Printing in Factory 4.0. IDC, Analyze the future. White Paper. 2017.

KARIZ, M.; SERNEK, M. Effect of wood content in FDM filament on properties of 3D printed parts. 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2017.12.016>>. Acesso em: 03/09/2019

LE DUIGOUA, A.; CASTROB, M.; BEVANC, R.; MARTIN, N. 3D printing of wood fibre biocomposites: From mechanical to actuation functionality. 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.02.018>>. Acesso em: 22/09/2019

MORESCO, Mauro. Efeito de agente de acoplamento em compósitos de polipropileno com cargas vegetais. Trabalhos de Conclusão de Curso de Graduação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Curso de Engenharia de Materiais. 2009.

NATURE WORKS. Ingeo™ Biopolymer 2003D Technical Data Sheet. Disponível em: https://www.natureworkslc.com/~media/Technical_Resources/Technical_Data_Sheets/TechnicalDataSheet_2003D_FFP-FSW_.pdf. Acesso em: 20/09/2019.

OLIVEIRA, B. M.; FILHO, J. M.; AFONSO, J. C. A densidade e a evolução do densímetro. 2013. Disponível em <https://www.scienceopen.com/document?vid=cb623ba1-d2f1-4050-bc15-313392598f11>. Acesso em 04/10/2019

PETINAKIS, E.; YU, L.; EDWARD, G.; DEAN, K.; LIU, H.; SCULLY, A. D. Effect of Matrix-Particle Interfacial Adhesion on the Mechanical Properties of Poly(lactic acid)/Wood-Flour Micro-Composites. 2009. Disponível em: <10.1007/s10924-009-0124-0>. Acesso em:

15/08/2019.

REIS, D. C. N. S. P. Importância do estudo da área superficial específica e porosidade do estearato de magnésio para o setor farmacêutico. 2013. Disponível em: <<https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/7720>>. Acesso em: 22/09/2019

ROCHA, M. C.G.; COUTINHO, F. M. B.; BALKE, S. Índice de Fluidez: Uma Variável de Controle de Processos de Degradação Controlada. De Polipropileno por Extrusão Reativa. Polímeros: Ciência e Tecnologia, vol.4, n3, p.33-37, 1994.

SCHUBERT, C.; VAN LANGEVELD, M. C.; DONOSO, L. A.; Innovations in 3D printing: a 3D overview from optics to organs. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1136/bjophthalmol-2013-304446>. Acesso em: 10/10/2019

TAO, Y.; WANG, H.; LI, Z.; LI, P. Development and Application of Wood Flour-Filled Polylactic Acid Composite Filament for 3D Printing. 2017. Disponível em: <10.3390/ma10040339>. Acesso em: 15/06/2019.

TEIXEIRA, M. G.; CESAR, S. F. Produção de compósito com resíduo de madeira no contexto da ecologia industrial. 2006. Disponível em: <<http://madeira.set.eesc.usp.br/article/view/219>> Acesso em: 05/11/2019

WANGA, X.; JIANGB M.; ZHOUB Z.; GOUA, J.; HUIC D. 3D printing of polymer matrix composites: A review and prospective. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.11.034>>. Acesso em: 16/09/2019

ZHONG, R. Y.; XU, Xun.; KLOTZ, Eberhard.; NEWMAN, S. T. Intelligent Manufacturing in the Context of Industry 4.0: A Review. 2017. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/J.ENG.2017.05.015>>. Acesso em: 11/12/2018.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9559-3958>

DANIEL LAUXEN SPOHR | Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS-RS) | Engenharia de Materiais | Dois Irmãos, RS - Brasil | Correspondência para: Endereço: rua Pastor Klein, 130, Dois Irmãos - Rio Grande do Sul, 93950-000 | E-mail: danielspohr13@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9065-9188>

FELIPE ANTÔNIO LUCCA SÁNCHEZ, Dr. | Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS-RS) | Ciência e Tecnologia dos Materiais | Porto Alegre, RS - Brasil | Correspondência para: Av. Luiz Manoel Gonzaga, 744 - Bairro Três Figueiras Porto Alegre - RS, 90470-280 | E-mail: felipe.lucsan@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7756-3117>

ANDRÉ CANAL MARQUES, Dr. | Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS-RS) | Ciência e Tecnologia dos Materiais | Porto Alegre, RS - Brasil | Correspondência para: Av. Luiz Manoel Gonzaga, 744 - Bairro Três Figueiras Porto Alegre - RS, 90470-280 | E-mail: andrecm@unisinis.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SPOHR, Daniel Lauxen; SANCHEZ, Felipe Antônio Lucca; MARQUES, André Canal. Estudo Da Viabilidade De Fabricação De Filamentos Compósitos Sustentável Para Impressão 3D A Partir De Uma Matriz Pla Reforçada Com Resíduos De Fibras De Madeira. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 115-126, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.115-126>.

DATA DE ENVIO: 18/06/2021

DATA DE ACEITE: 01/07/2021

UTILIZAÇÃO DE TUBOS DE PAPELÃO PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA ESTRUTURA DE PERGOLADO

USE OF CARDBOARD TUBES FOR THE CONSTRUCTION OF A PERGOLA STRUCTURE

NATHALIA SCHIMIDT DIAS | UNICAMP
GERUSA DE CÁSSIA SALADO, Dra. | UNICAMP

RESUMO

As estruturas de pergolados são leves e vazadas, formadas pelos apoios, pilares e vigas, podendo ser ou não cobertas. Essas estruturas, geralmente, são construídas com materiais convencionais como, por exemplo, madeira, concreto ou aço, entretanto devido à tipologia da estrutura tem-se com uma das possibilidades a utilização de materiais não-convencionais como, bambu, tubos de papelão etc. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é propor a utilização de tubos de papelão para a construção de pergolados em praças públicas, promovendo construções mais sustentáveis e servindo como medida prática para a conscientização ambiental da população. Para isso, foi feito um estudo do local para a implantação de um projeto piloto e todo o desenvolvimento do projeto foi feito com o auxílio das ferramentas computacionais AutoCAD, SketchUp e Lumion. Nos resultados apresenta-se o projeto do pergolado com todos os elementos construtivos, dimensões dos tubos de papelão, além de uma análise de viabilidade econômica, comparando a construção do pergolado com tubos de papelão à construção com a utilização de um material convencional. Com este estudo pode-se concluir que os tubos de papelão têm propriedades satisfatórias de durabilidade e resistência para a construção de pergolados, além de apresentarem viabilidade técnica, ambiental e econômica.

PALAVRAS CHAVE: Pergolados; Estruturas; Tubos de Papelão; Materiais não-convencionais.

ABSTRACT

Pergola structures are light and hollow, formed by supports, pillars and beams, which may or may not be covered. These structures are generally built with conventional materials such as wood, concrete or steel, although due to the typology of the structure there is one of the possibilities of using non-conventional materials such as bamboo, cardboard tubes etc. Therefore, the objective of this work is to propose the use of cardboard tubes for the construction of pergolas in public squares, promoting more sustainable constructions and serving as a practical measure for the environmental awareness of the population. For this, a study of the site was made for the implementation of a pilot project and all the development of the project was done with the help of computational tools AutoCAD, SketchUp and Lumion. The results shows the design of the pergola with all the constructive elements, dimensions of the cardboard tubes, as well as an economic feasibility analysis, in comparison with the construction of the pergola with cardboard tubes and the construction with a conventional material. As this study can be concluded, cardboard tubes have satisfactory properties of durability and resistance for the construction of pergolas, in addition to presenting technical, environmental and economic feasibility.

KEY WORDS: Pergola; Structures; Cardboard Tubes; Non-conventional Materials



1. INTRODUÇÃO

As estruturas de pergolados são leves e vazadas e bastante utilizadas na construção civil devido a sua ampla versatilidade arquitetônica e aplicabilidade em áreas diversificadas como parques, praças, comércios e residências (hall de entrada, garagem, jardim, área de lazer etc). Normalmente esse tipo de estrutura semicoberta e semi-sombreada é utilizada para descanso ou lazer, proporcionando um pouco de sombra sem prejudicar a ventilação e a iluminação natural (PETSCHKE; GASS, 2011).

Estruturalmente os pergolados são formados pelos apoios, pilares, vigas primárias e secundárias, podendo ser ou não cobertos. Quando se opta em realizar a cobertura da estrutura tem-se algumas opções como panos de vidro, policarbonato ou vegetação. Além da diversidade de modelos e das possibilidades de coberturas, para a concepção dos pergolados normalmente utilizam-se materiais convencionais como madeira, metal (alumínio ou aço) e concreto (PETSCHKE; GASS, 2011), contudo também é possível executá-los com materiais não-convencionais como por exemplo o bambu.

Na figura 1 exemplifica-se o Pergolado Bondinho do Pão de Açúcar feito convencionalmente com madeira laminada colada de pinus tratado.



Figura 01 – Pergolado Bondinho do Pão de Açúcar
Fonte: Carpinteria, 2021

Na figura 2 mostra-se a construção de um pergolado feito com um material não-convencional. Neste caso toda a estrutura foi feita utilizando bambu.

Além do bambu, outra possibilidade de material não-convencional para a construção de pergolados consiste na utilização de tubos de papelão. De acordo com Dias e Salado (2020), após a análise das obras de Shigeru Ban, constatou-se que os tubos de papelão podem ser empregados na construção civil em diversos sistemas construtivos como: vigas e pilares, painéis portantes, painéis

de vedação vertical, tesouras e treliças planas, estruturas em arco, coberturas portantes etc. Assim, pode-se utilizar os tubos de papelão para a concepção de pergolados, já que estas estruturas são basicamente formadas por pilares e vigas.



Figura 02 – Pergolado construído com bambu
Fonte: DoceObra, 2021.

Os tubos de papelão são atrativos para a utilização na construção civil, uma vez que são elementos baratos, não necessitam de grande tecnologia para a produção e podem ser facilmente reaproveitados ou reciclados (MCQUAID, 2003). Além de serem uma opção sustentável e ambientalmente ecológica, os tubos de papelão também são viáveis tecnicamente pois apresentam resistência e durabilidade satisfatórias para compor obras de construção civil (DIAS; CAMARGO e SALADO, 2019).

Considerando-se o exposto acima, este trabalho tem como objetivo propor a utilização de tubos de papelão para a construção de uma estrutura de pergolado em uma praça pública, proporcionando uma construção permanente mais sustentável e com menos impactos ao meio ambiente. No mais, esta construção visa servir como medida prática para a conscientização ambiental da população, bem como a quebra de paradigmas em relação ao uso de materiais não-convencionais em construções e em especial ao material escolhido.

Com o desenvolvimento deste trabalho pretende-se propor um projeto de extensão, o qual será apresentado à Prefeitura Municipal de Limeira, com o intuito de realizar a implantação destes pergolados em algumas praças públicas da cidade.

A importância desse estudo relaciona-se diretamente com a utilização de materiais não-convencionais, demonstrando que estas construções atendem aos requisitos de resistência e durabilidade, aliados a sustentabilidade ambiental e viabilidade econômica, uma vez que



Figura 07 – Academia em frente ao campo de futebol de areia
Fonte: As autoras.

Após o estudo do local, fez-se o estudo para entender o melhor local para a implantação do pergolado. Assim, resolveu-se propor o projeto piloto do pergolado de forma que este fosse posicionado no melhor local, sem interferir radicalmente na paisagem e disposto para o melhor aproveitamento possível da população local e visitante. Para o desenvolvimento do projeto foi necessária a medição de algumas áreas no local e posteriormente foram utilizados programas computacionais como AutoCAD, SketchUp e Lumion para elaborar o projeto e executar a renderização do pergolado proposto.

Para se constatar a viabilidade da proposta e de forma a quantificar os custos, também foi feita uma estimativa de custos em empresas e sites para a construção com tubos de papelão. No mais, para comparar a viabilidade econômica, também foi feito o orçamento para a construção e uma estrutura com as mesmas dimensões, contudo utilizando-se um material convencional, no caso o eucalipto tratado. Em ambas as construções foi levado em consideração apenas o custo dos materiais, ou seja, excluiu-se os custos com mão-de-obra e o transporte. Dessa forma foi possível verificar se a utilização dos tubos de papelão é viável economicamente, já que o conceito de sustentabilidade na construção civil está atrelado a viabilidade técnica, ambiental e econômica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a proposta do projeto piloto do pergolado definiu-se o melhor local para sua implantação, escolhendo-se um local que possibilitasse observar toda a praça, bem como assistir as possíveis atividades que aconteçam, como jogos de futebol ou basquete. Dessa forma, foi proposto um pergolado em formato de L e a implantação em frente ao campo de futebol de areia, ou seja, na área central da praça.

Nas figuras 8 e 9 demonstra-se o local de implantação bem como a planta baixa para a colocação do pergolado de tubos de papelão.



Figura 08 – Espaço utilizado para a implantação do pergolado
Fonte: As autoras.

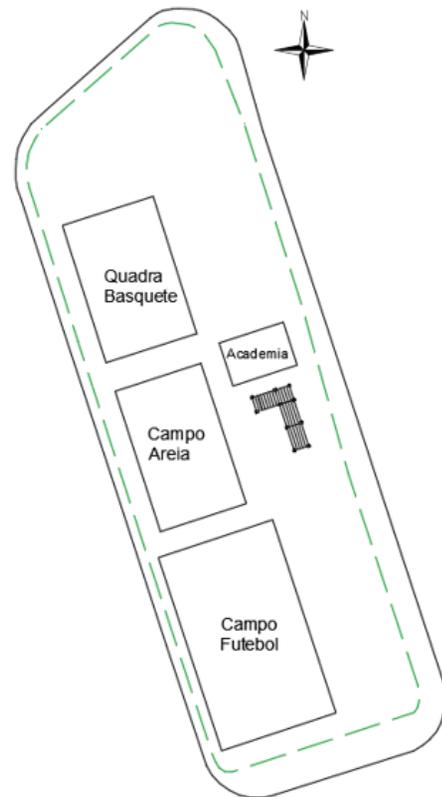


Figura 09 – Planta baixa do local para a implantação do pergolado
Fonte: As autoras.

3.1. Projeto do pergolado com tubos de papelão

Para o desenvolvimento do projeto foram considerados alguns fatores como:

- Escolha do local: escolheu-se um lugar bem ao centro da praça, com poucas árvores e bastante plano para que não fossem necessários gastos com corte e aterro;

- Forma do pergolado: optou-se por projetar a estrutura em formato de L para que esta proporcionasse o melhor aproveitamento do espaço disponível. Também foi considerada que a implantação deveria ocorrer em um local onde não houvesse a necessidade de modificar as passarelas de concreto já existentes;

- Elementos estruturais: para o dimensionamento do projeto piloto da estrutura foram considerados fatores como: diâmetros dos tubos de papelão e espessura da parede para os pilares, vigas primárias (colocadas como cintas de amarração) e vigas secundárias (grades do pergolado), além do espaçamento máximo entre os pilares, evitando grandes vãos. Em adição, pensou-se em elementos de fundação e de vedação para os topos dos pilares, além da aplicação de resinas para proteção dos tubos de papelão, sendo esta aplicação fundamental para garantir durabilidade à estrutura;

- Cobertura do pergolado: os pergolados podem ser ou não cobertos, no caso deste projeto piloto optou-se pela cobertura vegetal como uma opção mais sustentável e também para gerar sombra ao local, visto que a estrutura foi inserida em um local com poucas árvores ao redor e sem sombreamento.

3.2. Apresentação do projeto do pergolado

Primeiramente faz-se necessário apresentar o projeto piloto da estrutura do pergolado composto pelos apoios, pilares, vigas primárias e secundárias.

Na figura 10 demonstra-se a planta baixa com todas as dimensões do pergolado proposto para a praça Dr. Nelson de Barros Camargo.

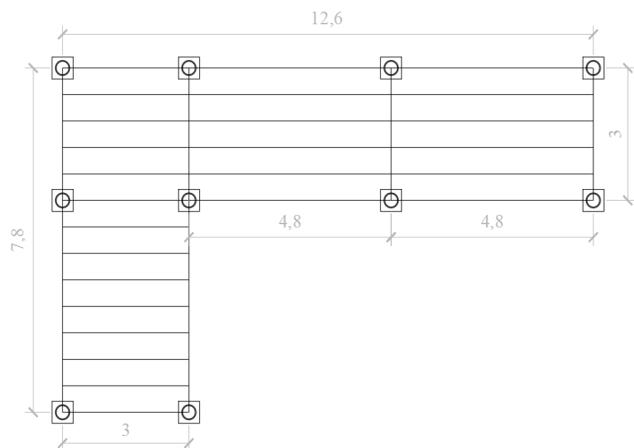


Figura 10 – Planta baixa do pergolado com dimensões em metros
Fonte: As autoras.

Para proporcionar uma melhor visualização do pergolado e seus elementos estruturais, na figura 11 apresenta-se o projeto tridimensional, o qual foi desenvolvido com a utilização do software Autodesk AutoCAD.

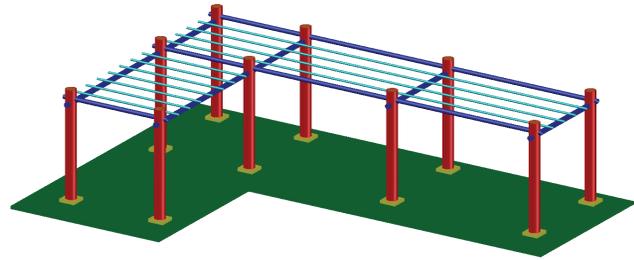


Figura 11 – Projeto tridimensional do pergolado com tubos de papelão
Fonte: As autoras.

Com todo o dimensionamento da estrutura e as considerações do projeto piloto apresentados, nas figuras 12 e 13 demonstra-se a vista superior e frontal do projeto renderizado no software Lumion com a cobertura de vegetação e com os bancos de madeira.



Figura 12 – Vista superior do pergolado renderizado
Fonte: As autoras.



Figura 13 – Vista frontal do pergolado renderizado
Fonte: As autoras.

De forma a quantificar e detalhar os tubos de papelão utilizados para a elaboração do projeto, na tabela 1 apresentam-se todos os elementos estruturais, quantidades, comprimentos, diâmetros (interno e externo) e espessuras. Além do mais, ressalta-se que em todos os elementos foram consideradas as dimensões comerciais encontradas, e quanto ao comprimento levou-se em consideração também a perfuração e o transpasse dos tubos de papelão.

Pergolado com Tubos de Papelão					
Elementos estruturais - Tubos de Papelão	Quantidade	Comprimento (m)	Diâmetro interno (cm)	Diâmetro externo (cm)	Espessura (mm)
Pilares (vermelho)	10	3,50	30,00	34,00	20,00
Vigas primárias (azul escuro)	3	3,50	13,00	15,00	10,00
	4	5,00	13,00	15,00	10,00
	2	3,10	13,00	15,00	10,00
	2	3,30	13,00	15,00	10,00
	2	4,80	13,00	15,00	10,00
Vigas secundárias (azul claro)	7	3,50	5,00	7,00	10,00
	4	3,30	5,00	7,00	10,00
	4	5,00	5,00	7,00	10,00
	4	4,80	5,00	7,00	10,00

Tabela 01: Dimensões dos tubos de papelão utilizados no pergolado
Fonte: As autoras.

Para abranger mais ângulos, nas figuras 14 e 15 pode-se visualizar a parte posterior do pergolado e a vista interna.



Figura 14 – Vista posterior do pergolado renderizado
Fonte: As autoras.



Figura 15 – Vista interna do pergolado renderizado
Fonte: As autoras.

O pergolado proposto foi desenvolvido inteiramente com perfuração e transpasse dos tubos de papelão, dessa forma não houve a necessidade de projetar peças de

ligações para realizar a conexão das vigas aos pilares. A solução de perfurar e transpassar os tubos gera economia para a obra uma vez que não é necessário gastar com os elementos de ligação; além disso essa alternativa para conectar os tubos de papelão já foi muito utilizada em outras construções com este material e principalmente quando tratam-se de estruturas mais leves.

Para os tubos de papelão menores (vigas secundárias) que não foram transpassados, optou-se pela sobreposição à estrutura principal (vigas primárias). Neste caso pode-se utilizar duas soluções para a fixação, sendo a primeira feita por parafusos e a segunda consiste na amarração com cordas. Vale ressaltar que a solução de amarrar os tubos de papelão menores à estrutura principal também já foi utilizada em obras com tubos de papelão.

Na figura 16 demonstra-se o detalhe da perfuração e transpasse dos tubos de papelão no pergolado. Ainda, no topo de cada pilar foi colocada uma bolacha de madeira parafusada com 5 cm de altura, evitando-se dessa forma o acúmulo de poeira ou retenção de águas pluviais no interior dos pilares.



Figura 16 – Detalhe da perfuração e transpasse dos tubos de papelão e da bolacha de madeira parafusada no topo.
Fonte: As autoras.

Na parte inferior dos tubos de papelão foram projetadas bases em concreto para o encaixe dos tubos e a fixação através de parafusos. Além de servir como fundação superficial, estas bases foram projetadas para elevar os tubos de papelão de forma a evitar que haja contato direto com o solo e impedindo que os tubos de papelão absorvam umidade.

Na figura 17 pode-se visualizar uma das bases de concreto com o tubo de papelão já parafusado.



Figura 17 – Detalhe da base de concreto com tubo de papelão fixado
Fonte: As autoras.

Na figura 18 demonstra-se o modelo da base de concreto. Estas bases foram projetadas com duas barras de aço presas na diagonal, as quais proporcionam a ancoragem ao solo.

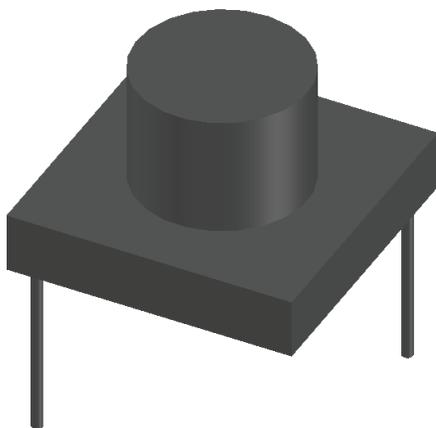


Figura 18 – Modelo da base de concreto com as barras de aço para a ancoragem ao solo.
Fonte: As autoras.

Além das bases de concreto, adotou-se também a utilização de anéis de borracha colocados entre os tubos de papelão e as bases de concreto. Para Salado (2011), os anéis de borracha evitam o contato direto dos tubos de papelão com a água e impedem a absorção de umidade pelos elementos de papelão.

Além dos elementos colocados no topo e na base dos tubos de papelão, ressalta-se que todos os tubos de papelão devem ser impermeabilizados com resina evitando que

haja absorção de umidade e também realizando a proteção contra as incidências solares, garantindo assim durabilidade à estrutura. Frisa-se que a durabilidade estimada para o material, segundo Shigeru Ban, é de pelo menos 10 anos (ARCHITECTURE AND URBANISM, 1997 apud SALADO, 2011).

Para Dias, Camargo e Salado (2019), uma construção é considerada sustentável se apresentar viabilidade técnica, ambiental e econômica, uma vez que esses três fatores devem atuar em conjunto na construção.

Para Salado (2003), com relação a viabilidade técnica, os tubos de papelão apresentam resistência satisfatória para o seu emprego na construção civil. No mais, após a realização de ensaios por Dias (2017), Salado (2006) e Eeckout et al., (2008), pode-se verificar que os tubos de papelão constituem uma solução viável tecnicamente, apresentando bons valores de resistência à compressão e à tração, principalmente considerando-se as características do material como o baixo peso específico e as espessuras de parede.

Com relação a sustentabilidade ambiental das construções, esta relaciona-se diretamente com seis fatores como: diminuição do consumo dos recursos; utilização de recursos renováveis e recicláveis; reutilização de recursos; preservação do ambiente natural; preservação das condições de salubridade do ambiente e capacidade de manter a alta qualidade para o desenvolvimento do ambiente construído (PINHEIRO, 2003).

Dentre os materiais que podem ser reaproveitados, tem-se o papel, o qual é produzido em grandes quantidades, podendo ser reciclado e utilizado como material de construção civil (GRIGOLETTO, 2011). Já no contexto brasileiro, em 2019, o Brasil atingiu uma taxa de 66,9% de reciclagem do material e atualmente 100% do papel produzido tem origem em árvores cultivadas para este fim, tornando o papel um recurso sustentável, de origem natural e reciclável (IBÁ, 2020).

Considerando-se a viabilidade econômica como um dos pilares analisados para uma construção sustentável e após a elaboração do projeto com tubos de papelão para a realização do pergolado, realizou-se a estimativa dos custos para a execução da obra. Para realizar um comparativo sobre a viabilidade econômica, além do orçamento dos tubos de papelão, apresenta-se também uma proposta de construção do mesmo pergolado utilizando um material convencional, no caso optou-se pelo eucalipto tratado, o qual é bastante empregado para a realização deste tipo de construção.

Na tabela 2 apresenta-se o orçamento realizado para a construção com tubos de papelão, considerando todos os transpasses e dimensões produzidos pela indústria, bem como as bases em concreto e o material para recortar as bolachas de madeira (tábua de madeira).

Pergolado com Tubos de Papelão			
Descrição	Quant.	Custo unitário	Custo total
Tubos de papelão com diâmetro interno de 30 cm, espessura de 20 mm e 3,50 m de comprimento	10	R\$ 520,80	R\$ 5.208,00
Tubos de papelão com diâmetro interno de 13 cm, espessura de 10 mm e 3,50 m de comprimento	3	R\$ 113,52	R\$ 340,56
Tubos de papelão com diâmetro interno de 13 cm, espessura de 10 mm e 5,00 m de comprimento	4	R\$ 162,17	R\$ 648,68
Tubos de papelão com diâmetro interno de 13 cm, espessura de 10 mm e 3,10 m de comprimento	2	R\$ 100,54	R\$ 201,08
Tubos de papelão com diâmetro interno de 13 cm, espessura de 10 mm e 3,30 m de comprimento	2	R\$ 107,03	R\$ 214,06
Tubos de papelão com diâmetro interno de 13 cm, espessura de 10 mm e 4,80 m de comprimento	2	R\$ 155,68	R\$ 311,36
Tubos de papelão com diâmetro interno de 05 cm, espessura de 10 mm e 3,50 m de comprimento	7	R\$ 48,83	R\$ 341,81
Tubos de papelão com diâmetro interno de 05 cm, espessura de 10 mm e 3,30 m de comprimento	4	R\$ 46,04	R\$ 184,16
Tubos de papelão com diâmetro interno de 05 cm, espessura de 10 mm e 5,00 m de comprimento	4	R\$ 69,75	R\$ 279,00
Tubos de papelão com diâmetro interno de 05 cm, espessura de 10 mm e 4,80 m de comprimento	4	R\$ 66,96	R\$ 267,84
Bases em concreto 20 MPa com 50x50x10 cm e cilindros com diâmetro de 30 cm e altura de 20 cm	10	R\$ 11,20	R\$ 112,00
Tábua de madeira em pinus com 29,5x4,5x400 cm	1	R\$ 229,90	R\$ 229,90
		TOTAL	R\$ 8.338,45

Tabela 02: Custos para a construção do pergolado com tubos de papelão
Fonte: As autoras.

Além do orçamento realizado para a construção com tubos de papelão, foi feita a estimativa de custos para a construção do mesmo pergolado, contudo com a utilização de eucalipto tratado. Todos os valores foram aferidos no site Global Pedras, considerando as dimensões mais aproximadas e ideais para a estimativa de custos.

Em ambos os casos há a necessidade de impermeabilização/tratamento com aplicação de resina, contudo sabendo-se que as quantidades e custo seriam iguais, a resina não foi contabilizada para o orçamento. Dessa forma, ressalta-se que a análise de custos incluiu apenas os materiais utilizados para as duas construções, excluindo-se também os custos relativos à mão-de-obra e ao transporte.

Analisando-se os valores totais apresentados nas tabelas 2 e 3, notou-se que a construção com tubos de papelão apresentou-se um pouco mais barata que a construção com eucalipto. Verificou-se que a estrutura feita com tubos de papelão proporcionou uma economia de aproximadamente 11,91% em relação a construção feita com eucalipto tratado.

A estimativa de custos para a construção feita com eucalipto tratado, bem como as descrições das toras (com diâmetro e comprimento) e as quantidades, são detalhadas e apresentadas na tabela 3.

Pergolado - Eucalipto Tratado			
Descrição	Quant.	Custo unitário	Custo total
Eucalipto tratado com diâmetro de 30 a 35 cm e 7,00 m de comprimento	5	R\$ 1.384,00	R\$ 6.920,00
Eucalipto tratado com diâmetro de 14 a 16 cm e 3,00 m de comprimento	5	R\$ 91,00	R\$ 455,00
Eucalipto tratado com diâmetro de 14 a 16 cm e 8,0 m de comprimento	2	R\$ 333,00	R\$ 666,00
Eucalipto tratado com diâmetro de 14 a 16 cm e 5,0 m de comprimento	4	R\$ 152,00	R\$ 608,00
Eucalipto tratado com diâmetro de 06 a 08 cm e 3,00 m de comprimento	11	R\$ 25,50	R\$ 280,50
Eucalipto tratado com diâmetro de 06 a 08 cm e 5,00 m de comprimento	8	R\$ 67,00	R\$ 536,00
		TOTAL	R\$ 9.465,50

Tabela 03: Estimativa de custo para a construção do pergolado com eucalipto tratado
Fonte: As autoras.

4. CONCLUSÕES

A utilização dos tubos de papelão para a concepção de uma estrutura como um pergolado torna-se atrativa devido a sustentabilidade ambiental, proporcionando uma construção mais sustentável e com menor impacto ao meio ambiente, pois utiliza-se um material reciclado e que pode ser facilmente reciclado posteriormente. Além disso, a implantação desse tipo de construção em um

local público serve como medida prática para a conscientização ambiental da população bem como a quebra de paradigmas em relação ao material escolhido.

A proposta de utilização dos tubos de papelão também remete a evolução das técnicas construtivas e a transferência de tecnologias, disseminando o desenvolvimento das ideias estudadas na área acadêmica, uma vez que se demonstra que outros materiais diferentes dos convencionais (madeira, aço e concreto) podem compor obras de engenharia e arquitetura.

A implantação de um projeto piloto do tipo pergolado não interfere radicalmente na mudança da paisagem urbana sendo possível executá-los em diversos locais como praças públicas, desde que sejam feitas as adaptações necessárias para adequar-se ao espaço disponível. Para propor uma obra sustentável, além da escolha do material, faz-se necessária a análise da viabilidade da construção, pois os requisitos de disponibilidade dos recursos e localização são fundamentais para implantação do projeto.

A utilização de tubos de papelão para a construção de uma estrutura de pergolado pode ser considerada técnica e ambientalmente adequada, além de apresentar-se viável economicamente, demonstrando uma redução de 11,91% nos custos para a implantação de uma construção idêntica feita com eucalipto tratado.

Para manter a segurança e a durabilidade da estrutura depende-se de alguns fatores como a colocação de elementos para a vedação superior (através de bolachas de madeira) e também da elevação dos tubos de papelão em relação ao solo (bases de concreto), evitando-se a deterioração dos pilares causada pela absorção de umidade. Além disso, assim como nos pergolados em madeira, faz-se necessário o tratamento com aplicação de resina evitando a absorção de umidade, diminuindo os danos causados pela incidência dos raios ultravioletas e a proliferação de fungos e insetos.

Frisa-se que os tubos de papelão podem ser utilizados para compor estruturalmente o pergolado da mesma forma que outros materiais como a madeira e o bambu, mantendo características como resistência e durabilidade satisfatórias. Frisa-se que a estabilidade estrutural se relaciona com o conhecimento das propriedades e limitações de cada material e não apenas à sua resistência mecânica, bem como a durabilidade da estrutura depende também do tratamento correto dos elementos, uso e operação e das manutenções periódicas preventivas.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior – Brasil – (CAPES) – Código de Financiamento 001.

REFERÊNCIAS

- CAMARGO, B. S.; SALADO, G. C. Sustentabilidade no uso de tubos de papelão aplicados na construção civil. **VII Encontro de Sustentabilidade em projeto**. Santa Catarina, 2019.
- CARPINTERIA. **Pergolado Bondinho**. Disponível em: <https://carpinteria.com.br/project/pergolado-bondinho/> Acesso em 31/01/2021 às 16:22.
- DIAS, N. S.; SALADO, G. C. . **Construções com tubos de papelão: um estudo dos sistemas construtivos durante 2007-2017**. Palhoça: Encontro de Sustentabilidade em Projeto (ENSUS). Anais do VII Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2020. V. 1. p. 105-116.
- DIAS, N. S.; CAMARGO, B. S.; SALADO, G. C. . **Elementos tubulares de papel reciclado utilizados como elemento construtivo: uma possibilidade viável de uso dos resíduos em termos técnicos, econômicos e de sustentabilidade ambiental**. Belém: Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção Civil – ENARC. Anais do VI Encontro Nacional sobre Aproveitamento de Resíduos na Construção Civil, 2019.
- DIAS, N. S. **Estudo e proposta de sistema estrutural com tubos de papelão**. Relatório (Iniciação Científica). Limeira: Universidade Estadual de Campinas: Faculdade de Tecnologia, 2017.
- DOCEOBRA. **Pergolado de Bambu**. Disponível em: <https://casaeconstrucao.org/projetos/pergolado-de-bambu/> Acesso em 31/01/2021 às 16:32.
- GLOBAL PEDRAS. **Eucalipto tratado**. Disponível em: <https://www.globalpedras.com.br/eucalip-to-tratado?fq=gDi%C3%A2metro+:5267504> Acesso em 27/06/2021 às 16:15.
- GRIGOLETTO, I. C. **Reaproveitar e reciclar o papel: proposta de conscientização da preservação ambiental**. (Monografia de especialização). Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2011.
- IBÁ – Indústria Brasileira de Árvores. **Relatório Anual 2020**. Disponível em: <https://twosides.org.br/wp-content/uploads/sites/15/2020/10/relatorio-iba-2020.pdf> Acesso em 01/02/2021 às 14:36
- McQUAID, M. **Shigeru Ban**. Nova York: Phaidon Press,

2003.

PINHEIRO, M. D. Construção sustentável: mito ou realidade. Lisboa: **VII Congresso Nacional de Engenharia do Ambiente**, 2003.

PREFEITURA MUNICIPAL DE LIMEIRA. **Legislação, mapas e dados**. Disponível em: https://www.limeira.sp.gov.br/sitenovo/simple_hotsite.php?id=29&simple=118. Publicado em 03/01/2019. Acesso em 31/01/2021 às 17:03.

PETSCHEK, P.; GASS, S. **Constructing Shadows: Pergolas, Pavilions, Tents, Cables, and Plants** (E-book). Basel: Birkhäuser, 2011.

SALADO, G. C. **Diferentes Alternativas de Materiais e Técnicas Construtivas**. Trabalho Final de Graduação. São Paulo: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2003.

SALADO, G. C. **Construindo com tubos de papelão: um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru Ban**. Dissertação (mestrado). São Carlos: Universidade de São Paulo: Escola de Engenharia de São Carlos, 2006.

SALADO, G. C. **Painel de vedação vertical de tubos de papelão: estudo, proposta e análise de desempenho**. Tese (doutorado). São Carlos: Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos, 2011.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7292-0904>

NATHALIA SCHIMIDT DIAS | Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Tecnologia | Ciência dos Materiais | Limeira, São Paulo (SP) - Brasil | Correspondência para: Rua Paschoal Marmo, 1888, Jardim Piratininga, Limeira - SP, 13484-332 | e-mail: nathalia.schimidt@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0756-0284>

GERUSA DE CÁSSIA SALADO, Dra. | Universidade Estadual de Campinas - Faculdade de Tecnologia | Tecnologia da Construção de Edifícios; Engenharia de Transportes | Limeira, São Paulo (SP) - Brasil | Correspondência para: Rua Paschoal Marmo, 1888, Jardim Piratininga, Limeira - SP, 13484-332 | e-mail: salado@unicamp.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

DIAS, Nathalia Schimidt; SALADO, Gerusa de Cássia. Utilização De Tubos De Papelão Para A Construção De Uma Estrutura De Pergolado. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 127-136, set. 2021**. ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.127-136>.

DATA DE ENVIO: 30/06/2021

DATA DE ACEITE: 02/07/2021

A ABORDAGEM SISTÊMICA E O CICLO DE VIDA DO LICOR DE MACAÚBA

THE SYSTEMIC APPROACH AND THE LIFE CYCLE OF MACAUBA LIQUOR

ADRIANA LUISA DUARTE | UEMG

ALICE NOVATO SILVA DE FARIA | UEMG

LUDMILA C. F. MENDES | UEMG

KÁTIA ANDRÉA CARVALHAES PÊGO, Dra. | UEMG

ANDRÉA FRANCO PEREIRA, Dra. | UEMG

RESUMO

O modelo mecanicista, baseado no pensamento linear, vem produzindo uma realidade insustentável, doentia e desumana. Torna-se urgente a reavaliação das cadeias de produção, à luz do pensamento sistêmico. Necessários são a compreensão dos processos envolvidos nos sistemas produtivos e o entendimento das inter-relações existentes nos mesmos. Assim, o método de Avaliação do Ciclo de Vida se apresenta como técnica eficaz para avaliar os impactos ambientais provocados pelo sistema. Igualmente, o contexto do território no qual o mesmo está inserido deve ser considerado. Diante disto, este estudo buscou analisar a produção do licor de macaúba no território do Serro (MG). O extrativismo da macaúba (*Acrocomia aculeata*), palmeira perene da região, é praticado no território, apresentando potencial para criação, sob a perspectiva do Design Sistêmico, de atividades interconectadas e a implantação de um macrosistema. A análise do Inventário de Ciclo de Vida permitiu observar impacto potencial, relativo ao aquecimento global, ligado à emissão de CO₂ devida aos transportes – embora possa haver sequestro de parte dessas emissões, pelas próprias palmeiras. Os pontos problemáticos observados podem ser, no entanto, considerados como ‘alavancas para mudanças’, permitindo a identificação de novas atividades produtivas, gerando trabalho e renda para a comunidade.

PALAVRAS-CHAVE: Inventário do Ciclo de Vida; Pensamento Sistêmico; Licor de Macaúba; Aquecimento global.

ABSTRACT

*The mechanistic model, based on linear thinking, has been producing an unsustainable, unhealthy and inhuman reality. The reassessment of production chains, in the light of systemic thinking, is urgent. Necessary are the understanding of the processes involved in the productive systems and the understanding of the interrelationships existing in them. Thus, the Life Cycle Assessment method presents itself as an effective technique to assess the environmental impacts caused by the system. Likewise, the context of the territory in which it is inserted must be considered. Therefore, this study sought to analyze the production of macaúba liquor in the territory of Serro (MG). The extractivism of macaúba (*Acrocomia aculeata*), a perennial palm tree in the region, is practiced in the territory, presenting potential for the creation, from the perspective of Systemic Design, of interconnected activities and the implementation of a macro-system. The analysis of the Life Cycle Inventory made it possible to observe a potential impact, related to global warming, linked to the emission of CO₂ due to transport – although part of these emissions may be sequestered by the palm trees themselves. The problematic points observed can, however, be considered as 'levers for change', allowing the identification of new productive activities, generating work and income for the community.*

KEY WORDS: Life Cycle Inventory; Systemic Thinking; Macauba Liquor; Global warming.



1. INTRODUÇÃO

Ao analisar a história da ciência, Kuhn (2018) critica a visão de processo cumulativo de conhecimento e alega que sua evolução se configura como uma sucessão de períodos de “ciência normal”, suspensa por “revoluções científicas”, derivando, então, em novas maneiras de perceber o mundo. Estas “mudanças de paradigmas” ocorrem em períodos excepcionais e revolucionários, nos quais o “velho paradigma” é substituído por um novo. Tal dinâmica é de ordem radical, de fundamento, impondo a redefinição do problema a ser estudado e a forma de sua resolução.

Segundo o autor, na evolução da ciência, é possível perceber uma alternância entre duas linhas de pensamento distintas: (i) o pensamento racionalista, também denominado linear ou mecanicista, cujo método racional dedutivo, proposto por René Descartes (1569 - 1650), consiste em decompor um fenômeno em partes para entender o comportamento do todo, a partir das propriedades e comportamento de suas partes; (ii) o pensamento holístico, ou sistêmico, no qual um fenômeno não é mais observado a partir da análise de suas partes separadamente, mas a partir da compreensão do todo, caracterizando, portanto, uma “mudança de paradigma”. Nesta perspectiva, entende-se que o mundo é formado por sistemas complexos interligados – cujas partes estão em constante interação –, e nos quais o ambiente influencia e é influenciado. Sendo assim, ao invés de se restringir a visão em busca da identificação das partes elementares, deve-se buscar contextualizar o fenômeno a ser investigado, identificando o “todo” que contém as “partes” e suas inter-relações.

Sendo assim, um pensamento holístico, que estivera presente na idade antiga e na renascença, fora reintroduzido na contemporaneidade com o desenvolvimento de novas teorias científicas, tais como a Teoria Geral dos Sistemas de Ludwig von Bertalanffy (1901 - 1972) e o Paradigma da Complexidade de Edgar Morin (1921 - até o presente), tendo sido estas fundamentais para o fortalecimento do pensamento ambientalista, especialmente, a partir da década de 1970.

Atualmente, como se sabe, a sociedade enfrenta a maior e mais grave crise ambiental de origem antropogênica. Segundo Capra (1987), todas as crises contemporâneas são facetas de uma única: a “crise de percepção”. Esta resulta do fato de que, ainda hoje, se busca aplicar conceitos de uma visão arcaica de mundo – sob o espectro mecanicista da ciência cartesiana-newtoniana –, a uma realidade que já não pode mais ser compreendida por esta ótica. De acordo com o autor, ciência e tecnologia estão baseadas na crença seiscentista de que a compreensão da natureza implica em

sua dominação pelo ser humano. Este modelo mecanicista de observação do universo, com destaque excessivo dado ao pensamento linear, produziu uma tecnologia doentia e desumana. Seus objetivos envolvem, basicamente, o controle, a produção em massa e a padronização.

O secretário-geral das Nações Unidas, António Guterres (2021), enviou uma mensagem para o Dia Mundial do Meio Ambiente (em 05 de junho de 2021), na qual declara que atualmente “Enfrentamos uma tripla emergência ambiental – perda de biodiversidade, disrupção climática e poluição crescente. [...] Estamos devastando os mesmos ecossistemas que sustentam as nossas sociedades. E, ao fazê-lo, corremos o risco de nos privar de alimentos, de água e dos recursos necessários para sobreviver”. Contudo, acrescenta que “Ainda temos tempo de reverter os estragos que temos causado”. Foi por este motivo que a ONU lançou a “Década das Nações Unidas da Restauração de Ecossistemas”. De acordo com Guterres, “Ao restaurarmos os ecossistemas, poderemos conduzir uma transformação que irá contribuir para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável”.

Tal chamamento, certamente, ecoa no campo do design, pois salienta a pertinência e a urgência da reavaliação (visando restauração) dos modelos de produção e consumo vigentes, à luz do pensamento sistêmico.

Nessa complexa e ampla conjuntura, ressalta-se a quantidade exorbitante de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) produzidos no Brasil. Em 2010, foram gerados 67 milhões de toneladas de RSU no País. Em 2019, este montante teve aumento de 18%, totalizando 79 milhões t/ano. A fração orgânica (45,3%), principal componente dos RSU, permaneceu a mesma nesse período (ABRELPE, 2020). Tal realidade se apresenta como um reflexo da aplicação do clássico modelo linear de desenvolvimento: extração > produção > uso > disposição.

Diante disto, o estudo aprofundado das inter-relações existentes nas etapas das cadeias produtivas se faz urgente. A compreensão dos processos envolvidos – nos quais os insumos sofrem transformações –, aliada ao entendimento sobre as características das matérias-primas empregadas, permite vislumbrar soluções, com vistas a minimizar os impactos ambientais negativos, advindos de todo o ciclo de vida de um determinado artefato. Para tanto, o método de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) se apresenta como uma técnica eficaz, que permite avaliar os aspectos ambientais e os impactos potenciais associados a um produto, “[...] compreendendo etapas que vão desde a retirada da natureza das matérias-primas elementares que entram no sistema produtivo (berço) à disposição do produto final (túmulo)” (CHEHEBE, 1997).

Importante destacar que, além da cadeia produtiva propriamente dita de um determinado artefato, o contexto no qual a mesma está inserida deve ser considerado, uma vez que o território e suas características ambientais, econômicas, sociais, e culturais, também afetam e são afetados pelos processos de fabricação.

Sendo assim, este artigo busca compreender os aspectos ambientais associados aos processos produtivos de um determinado produto, de maneira mais ampla, observando o contexto sistêmico de seu território. Busca, igualmente, evidenciar a identificação de novas oportunidades, a partir da compreensão do todo, além de auxiliar o projetista nas tomadas de decisão.

Para tanto, a produção do licor de macaúba, produzido artesanalmente por uma comunidade de mulheres do distrito de São Gonçalo do Rio das Pedras, localizado na Região do Serro (MG), foi utilizada como objeto de investigação.

O estudo apresentado a seguir foi, originalmente, publicado no IX Encontro de Sustentabilidade em Projeto (DUARTE et al., 2021) e, aqui revisado, detalha o Inventário de Ciclo de Vida (ICV), uma das etapas do método de ACV, do sistema de produção do licor de macaúba, mencionado acima.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

A espécie *Acrocomia aculeata*, popularmente conhecida como macaúba, é uma palmeira oleaginosa originária da América tropical e abundantemente encontrada em quatro ecossistemas brasileiros: Cerrado, Mata Atlântica, Floresta Amazônica e Pantanal. Com longa história de exploração extrativista no País, o valor econômico desta palmeira está associado à sua elevada capacidade produtiva e à ampla possibilidade de aproveitamento de seu fruto. No Brasil, maciços naturais de macaúba ocorrem desde o Pará até o Estado do Paraná, principalmente, nas áreas de Cerrado e em ambientes de floresta sub-caducifolia.

Atualmente, esses maciços são mais expressivos nos Estados de Goiás, Minas Gerais, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul, onde predominam condições climáticas características do bioma Cerrado (LORENZI, 2006, p. 62).

A macaúba é uma das espécies mais promissoras para produção de biodiesel na atualidade, principalmente, em razão da excelente qualidade intrínseca do óleo da polpa da fruta (NUNES et al., 2015) e do bom rendimento bruto de óleo por prensagem do fruto fresco, que pode atingir 4 t/ha/ano (EMBRAPA, 2014).

O plantio racional dessa cultura teve início em 2009, com desenvolvimento de tecnologia para a quebra da dormência de suas sementes pela Universidade Federal

de Viçosa, o que possibilitou a produção de mudas em grande escala, considerada, até então, o gargalo para o desenvolvimento de plantios organizados dessa palmeira (MOTOIKE et al., 2010).

Pertencente à família Arecaceae, a macaúba é uma palmeira perene, com 10 a 15 m de altura e 20 a 30 cm de diâmetro na fase adulta. A região dos nós é coberta de espinhos escuros, pontiagudos com cerca de 10 cm de comprimento (MOTA et al., 2011). As palmeiras possuem folhagem plumosa com folhas entre 1,5 a 3 m de comprimento. Produzem anualmente entre 4 e 8 cachos de frutos com cerca de 150 a 350 frutos por cacho, variando entre 2,5 cm e 5,0 cm de diâmetro e pesando de 15 g a 50 g por fruto (SILVA, 1994).

A macaúba apresenta elevada produtividade a partir do sétimo ano de crescimento, com vida útil de exploração superior a 25 anos. Atualmente, no território do Serro (MG), sua exploração é extrativista, aproveitando os povoamentos nativos da planta. Um estudo de balanço de massas dos frutos da macaúba (FAVARO et al. 2018, p. 22) “apresentou valores médios ao longo do armazenamento de 19% de casca, 40% de polpa e 39% de endocarpo, juntamente com a amêndoa”. A Figura 1 representa a composição do fruto.

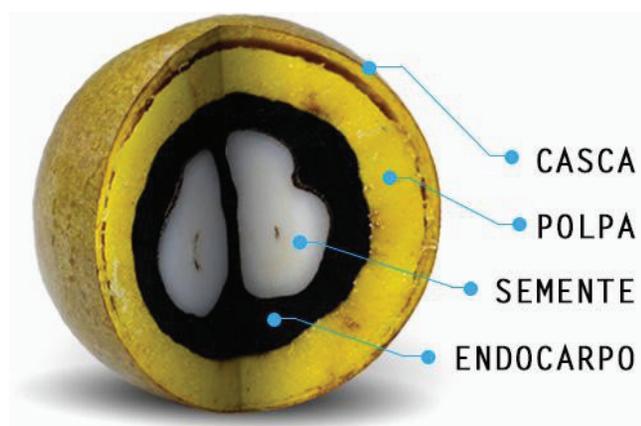


Figura 01 – Estrutura do fruto de macaúba
Fonte: QUEIROGA (2016)

O objeto de estudo nesta análise é o licor de macaúba. O território em questão, denominado Território do Serro, se encontra na Estrada Real (MG). O município do Serro está localizado a cerca de 330 km de distância da capital de Minas Gerais, Belo Horizonte, ocupa uma área de 1.217,813 km² e registra uma densidade demográfica de 17,11 hab/km² (IBGE, 2010). De acordo com o último CENSO, realizado em 2010, sua população é de 20.835 habitantes, sendo que 62% desta vivem na área urbana e 38% na área rural (IBGE, 2010).

Sede de uma das quatro primeiras comarcas da Capitania das Minas Gerais, a antiga Vila do Príncipe do Serro Frio, atualmente, cidade do Serro (Figura 2), ainda guarda as características das vilas setecentistas mineiras, o que lhe valeu ser o primeiro município brasileiro a ter seu conjunto arquitetônico e urbanístico tombado pelo Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN) em abril de 1938.

A região é banhada pelas bacias hidrográficas dos rios Doce, Jequitinhonha e São Francisco. O sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário é realizado no município do Serro, assim como no restante do Estado, pela Companhia de Saneamento do Estado de Minas Gerais (COPASA). A rede geral de abastecimento de água atende a 64,40% dos domicílios, enquanto 29,27% são providos por poço ou nascentes particulares e 6,33% possuem forma diversa de abastecimento de água (IBGE, 2000). Muitos povoados da região, assim como outros em todo o Brasil, que ainda não têm acesso ao sistema de abastecimento de água, são atendidos pelo Programa Água para Todos, implantado, em 2011, pelo Governo Federal. A energia elétrica é fornecida pela Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), responsável por 96% do abastecimento.



Figura 02 – Cidade do Serro
Fonte: PREFEITURA DO MUNICÍPIO DO SERRO (2019)

Segundo a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais (EMATER-MG), o município possui “cerca de 11% de área plana, 22% de área ondulada e 67% de área montanhosa” (EMATER-MG, [200-?], p. 9). Sua altitude varia entre 600 e 1.200 m, com vegetação de Cerrado, dos tipos: campo limpo, campo sujo, cerrado, mata ciliar, vereda e cerrado típico. Segundo Andrade et al. (2017), o Cerrado é o segundo maior bioma do Brasil, ocupando 24% do território nacional e aproximadamente 50% de Minas Gerais.

Dentre as árvores nativas presentes na Região do Serro, encontra-se a macaúba que, como dito, é explorada de forma extrativista há várias gerações pela população local, que se organiza em grupos de produtores ou cooperativas para otimizar o aproveitamento da colheita.

A palmeira de macaúba se destaca por sua rusticidade e produtividade. Além dos óleos produzidos a partir da polpa e da amêndoa, o processamento do fruto da macaúba gera coprodutos de grande valor agregado, que vão desde produtos alimentícios a farmacêuticos e cosméticos, como também a produção de peças artesanais. Além disto, a torta da amêndoa, resíduo obtido a partir da prensagem desta para extração de óleo, é muito valorizada como ingrediente para compor a ração animal, visto ser rica em proteína. Já a torta da polpa pode ser utilizada como combustível de caldeira, por seu alto poder calorífico (4.706 Kcal/kg), como ingrediente para ração de ruminantes e como fertilizante, pois é muito rica em potássio, sódio, cálcio e fósforo. Apesar de as tortas da casca e da polpa serem pobres em proteína, ambas são muito ricas em fibras, sendo indicadas para fertilização do solo, bem como insumo calorífico nas caldeiras e fundições (SILVA et al., 2008).

A seguir, serão descritos os materiais e métodos empregados na elaboração do Inventário do Ciclo de Vida da produção de licor de macaúba, no território do Serro (MG).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Como tratado anteriormente, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método que possibilita quantificar os impactos ambientais provocados por um produto, auxiliando os projetistas em suas tomadas de decisão. A aplicação da ACV permite a análise de todo o ciclo de vida do produto, desde a extração dos recursos naturais, passando pelos processos de transformação e produção dessa matéria-prima, até o uso e a disposição final dos artefatos e dos materiais (COLTRO, 2007; PEREIRA; OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Coltro (2007), as discussões sobre a extração de recursos naturais, desencadeadas pela crise do petróleo, levaram ao início dos estudos sobre ACV, na década de 1960. Segundo a autora, tais estudos enfraqueceram após a crise do petróleo e ressurgiram, na década de 1980, devido ao aumento do interesse por pesquisas sobre o meio ambiente. Porém, somente na década de 1990 a ideia de ciclo de vida foi formalizada, por meio das Normas da série ISO 14000. Assim, a série ISO 14040 descreve o método e os princípios para efetivação de uma ACV (PEREIRA; OLIVEIRA, 2014).

As fases elementares de um estudo de ACV incluem, primeiramente, a definição dos Objetos e do Escopo, nos quais são estabelecidos o campo e as fronteiras do estudo, bem

como a Unidade Funcional (UF), ou seja, a referência quantitativa do fluxo de entrada e saída de materiais, energia e resíduos no sistema analisado. Em seguida, é realizada a Análise do Inventário, momento em que são levantados todos os processos envolvidos e quantificadas as entradas e saídas para todas as etapas do ciclo de vida do sistema. A elaboração de um modelo de representação, por meio de um fluxograma, facilita a visualização dos processos incluídos no inventário e o registro dos dados quantitativos levantados. A terceira fase diz respeito à Avaliação do Impacto, possível por meio do cálculo do balanço do fluxo de entrada e saída, a partir dos dados obtidos na fase anterior. Esse cálculo resulta em indicadores numéricos, gerados em unidades de medidas, que permitem a análise de diferentes categorias de impacto, tais como, por exemplo, a categoria de impacto “aquecimento global” medida em Dióxido de Carbono (CO₂) equivalente. Por fim, a última fase trata da Interpretação do ciclo de vida, na qual é compreendido e analisado o impacto provocado pelo sistema, levando-se em conta as fases anteriores, bem como outros critérios ligados às incertezas, à integridade e à sensibilidade do estudo (COLTRO, 2007; PEREIRA, 2017).

De acordo com Pereira (2017), a etapa de elaboração do inventário é essencial para a aplicação de uma ACV. A autora afirma que o inventário dos fluxos de matéria, energia e resíduo, deve considerar: (i) os critérios para a aquisição de dados; (ii) a qualidade dos dados de entrada; (iii) o uso de dados atualizados; (iv) a definição das entradas e saídas de recursos; (v) as categorias de dados. Coltro (2007) destaca, ainda, a importância da qualidade dos dados utilizados, para maximizar a confiabilidade dos resultados e, por conseguinte, das conclusões.

Baseado na metodologia de ACV e de acordo com a norma ISO 14040, neste estudo, foram considerados os seguintes parâmetros:

- A função do sistema tecnológico é a produção do licor de polpa de macaúba;
- A UF (unidade funcional) do sistema é de 500 litros de licor;
- Por se tratar de uma atividade realizada de maneira extrativista e em sistema de cooperativa, os limites do sistema incluem o crescimento de frutos até a destinação para consumo final;
- A cobertura geográfica do sistema é parcial, onde os principais processos foram modelados conforme informações disponibilizadas pela Embrapa (PENHA, 2006) acerca da produção de frutos, bem como da produção de licor de frutas;
- Os valores estimados para emissões de CO₂ foram obtidos por meio da calculadora virtual do Laboratório de Silvicultura Tropical (LASTROP, 2021) da Universidade de São Paulo;

- A cobertura temporal abrange a base de dados da Embrapa (PENHA, 2006), para os processos de produção do licor, além de dados primários sobre a região, coletados na tese de Pêgo (2016);

- A cobertura tecnológica também é parcial, e os principais processos representam tecnologias específicas do sistema em avaliação;

- Os dados de entrada relevantes foram coletados, em sua maioria, por meio de fontes secundárias, considerando que a cadeia produtiva está em construção. Os dados de saída foram calculados com base nos insumos, por meio da aplicação de equações e modelos relacionados ao tema, disponíveis na literatura técnica e científica. Nenhum critério de corte foi estabelecido.

4. RESULTADOS

Na fase agrícola, foram considerados os seguintes processos: crescimento das palmeiras, coleta e seleção de frutos. Na fase agroindustrial, foram considerados os processos: despulpamento, maceração, trasfega, adição de açúcar, filtragem e envase. Na fase de varejo, foram considerados: varejo e consumo.

O fluxograma com todos os processos identificados está representado na Figura 3.

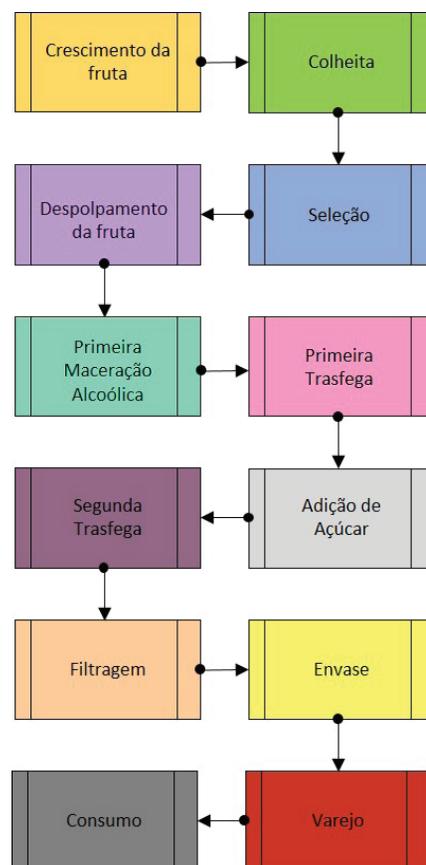


Figura 03 – Processos considerados no ICV Licor de macaúba
Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

4.1. Do extrativismo à seleção dos frutos

Em relação ao uso da terra, considerou-se que se trata de área agrícola com mais de 20 anos de uso, como mencionado anteriormente e, como o manejo da macaúba ocorre de maneira extrativista, não foram incluídas neste estudo as etapas de plantio e preparação da terra. A macaúba inicia o seu período de frutificação a partir do sétimo ano de vida e estima-se que a árvore seja produtiva por um período de, no mínimo, 30 anos.

Normalmente, a manutenção da cultura de macaúba consiste, basicamente, na aplicação de fertilizantes e controle de plantas daninhas. Neste modelo, considerou-se somente o controle de ervas daninhas, que é realizado manualmente em torno das palmeiras, e capina mecânica sobre as parcelas. Considerou-se, também, a etapa de irrigação, realizada por sistema de gotejamento.

A macaúba floresce entre os meses de setembro e novembro e o período de maturação dos frutos varia de 12 a 14 meses após o florescimento. No estudo em questão, considerou-se que cada árvore produz cinco cachos, com cerca de 250 frutos por cacho, e que cada fruto pesa 30 g, resultando em 37.500 kg de fruta por árvore, anualmente. A Figura 4 ilustra o primeiro processo do ciclo, que corresponde ao crescimento da fruta.

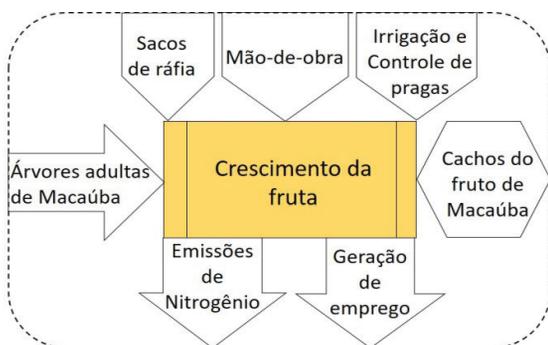


Figura 04 – ICV Licor de macaúba - Crescimento da fruta
 Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

As emissões de nitrogênio foram consideradas, com base nos fatores de emissão indicados por Malavolta e Moraes (2006). Como resultado, para cada quilograma de nitrogênio aplicado, considerou-se a emissão de 0,08 kg de N₂, 0,013 kg de N₂O, 0,16 kg de NH₃, 0,03 kg de NO e 0,05 kg de NO₃.

De acordo com Penha (2006), após a maturação, os frutos se desprendem naturalmente dos cachos e são recolhidos, tradicionalmente, de maneira manual em explorações extrativistas. Para tanto, os colhedores precisam vistoriar todas as palmeiras uma vez ao dia. Ocorre também a colheita manual dos cachos com o uso de foice, quando se

retira todo o cacho de frutos de uma só vez. Os frutos são armazenados em cestos de palha que são reutilizados nas próximas colheitas. Na etapa de colheita (Figura 5), são eliminados os sabugos do cacho, galhos e frutos podres, que são destinados à compostagem ou aterro sanitário.

Os frutos coletados são acondicionados em recipientes do tipo tonéis de boca larga, cobertos por telas protetoras, e armazenados em galpão. Os frutos podem permanecer nessas condições por, no máximo, sete dias antes da higienização.

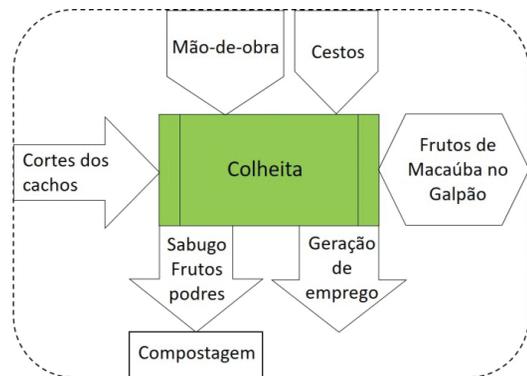


Figura 05 – ICV Licor de macaúba - Colheita
 Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

Para a higienização, os frutos são, inicialmente, lavados com água corrente, a fim de eliminar resíduos de terra e demais materiais orgânicos. Em seguida, os frutos são colocados em um tanque com água e solução clorada, onde permanecem por cerca de 10 minutos para desinfecção. Nesta etapa, os frutos danificados boiam e acontece, assim, a primeira seleção. Os colhedores são responsáveis por toda a etapa de higienização, bem como pelo processo de seleção, realizada manualmente (Figura 6). Segundo os colhedores mais antigos e experientes, os frutos de boa qualidade são aqueles cujo “olho” ainda tem a coloração alaranjada; os mais amarronzados já estão com a polpa seca e perderam a qualidade.

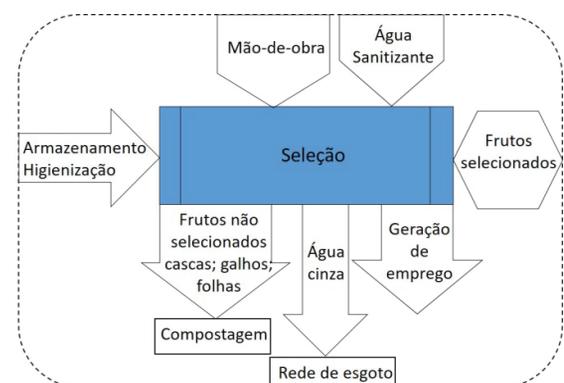


Figura 06 – ICV Licor de macaúba - Seleção
 Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

Nessa etapa de seleção, os frutos rachados, danificados, quebrados, verdes, maduros demais e podres, assim como galhos, folhas e casca são separados e, posteriormente, destinados à compostagem. Sendo assim, somente aqueles frutos selecionados, caracterizados pela boa qualidade, seguem para as etapas de processamento e industrialização. A água resultante da higienização é despejada na rede de esgotamento público.

4.2. Fabricação do licor

Para a realização do cálculo do número de frutos necessários para a produção da UF de 500 litros de licor de macaúba, foi necessário considerar algumas padronizações referentes ao peso e à composição do fruto. Baseado em Queiroga (2016), Sanjinez-Argandoña e Chuba (2011), definiu-se que a polpa de macaúba representa 40% do peso total do fruto que, como média, recebeu um peso igual a 30 g. Assim, para a produção de 500 litros do licor, seriam necessários 37.840 frutos provenientes de 31 palmeiras de macaúba, totalizando 1.135,2 kg de macaúba.

Neste processo do ciclo de vida do licor de macaúba (Figura 7), os frutos já selecionados, higienizados e secos, passam por uma despoldadora mecânica pneumática, que consome 0,35 kWh por um período de, aproximadamente, 19 horas, para a realização da separação do fruto entre casca, semente e polpa.

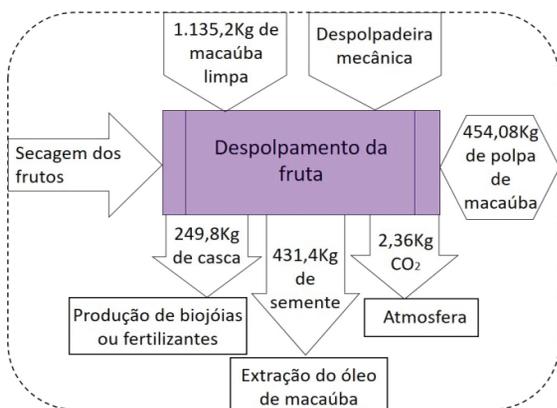


Figura 07 – ICV Licor de macaúba - Despoldamento da fruta
 Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

Como resultado desse processo, são obtidos: (i) 249,9 kg de casca, que pode ser destinada para a produção de biojóias; (ii) 431,4 kg de semente, destinada para a extração de óleo; (iii) liberação de 2,36 kg de CO₂, referente ao consumo energético necessário; (iv) 454,08 kg de polpa de macaúba.

Seguindo a proporção de uma parte de polpa para uma parte de álcool de cereais apresentada por Penha (2006), aos 454,08 kg de polpa de macaúba são acrescentados 454,08

L de álcool de cereais, estes provenientes da cidade de Belo Horizonte, distante 220 km da cidade do Serro (MG). Ao final desse processo (Figura 8), são liberados 225,21 kg de CO₂, decorrente do transporte do álcool, por meio de um caminhão leve, e obtidos 454,08 L de Infusão Alcoólica.

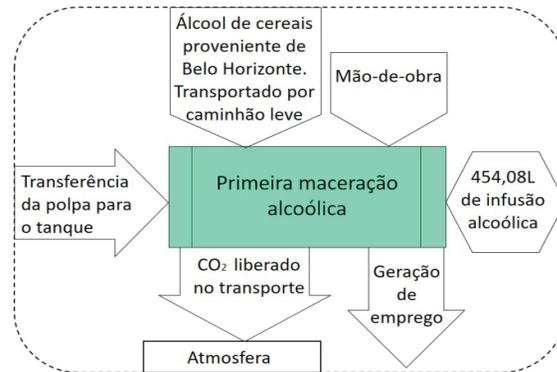


Figura 08 – ICV Licor de macaúba - Primeira maceração
 Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

Posteriormente, essa infusão passa por um período de repouso de 15 dias, no qual ocorre a decantação dos resíduos sólidos. Na sequência, essa solução é transferida para um tanque com sifão, onde ocorre a drenagem da solução alcoólica e a retirada dos resíduos sólidos (1ª borra). Este processo, denominado Primeira Trasfega, é representado na Figura 9.

Baseado em processo similar de fabricação de vinho branco, apresentado por Rizzon e Dall’Agnol (2009), considerou-se que a 1ª borra obtida na Primeira Trasfega corresponde a 10% do volume total da infusão antes desta etapa, ou seja, 41,281 L de solução. Sendo assim, o resultado da primeira trasfega equivale a 412,8 L do chamado “licor primário” que é transferido para outro tanque sem sifão.

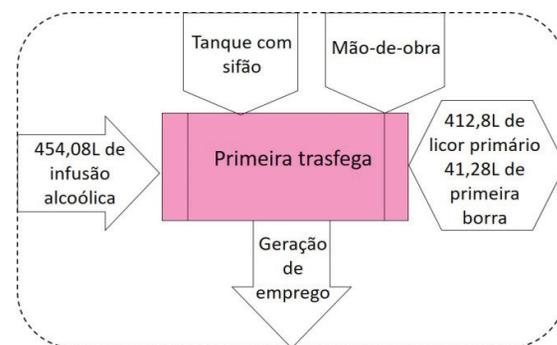


Figura 09 – ICV Licor de macaúba - Primeira trasfega
 Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

O próximo processo, ilustrado na Figura 10, é a adição do açúcar ao licor primário, por meio do preparo de um xarope de açúcar com a proporção de duas partes de

água para uma parte de açúcar (PENHA, 2006). Para a produção de 500 L de xarope de açúcar, são necessários 103,7 kg de açúcar. Esse açúcar é também proveniente de Belo Horizonte, a 220 km do Serro (MG) e transportado por um caminhão leve, liberando 225,21 kg de CO₂ para a atmosfera, além do descarte das embalagens dos insumos, que são destinadas a aterros sanitários.

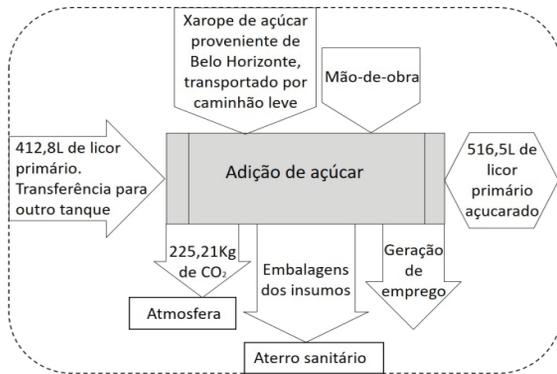


Figura 10 – ICV Licor de macaúba - Adição de açúcar
Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

O penúltimo processo de fabricação do licor se refere à Segunda Trasfega (Figura 11).

Assim como na Primeira Trasfega, os 516,5 L de licor primário, agora açucarados, são mantidos em repouso por um período de 15 dias antes de serem transferidos para um tanque com sifão. Para esse processo, definiu-se que 5% da quantidade de licor primário açucarado comporia a denominada 2ª borra (25,8 L), sendo os 490,6 L restantes transformados em licor secundário.

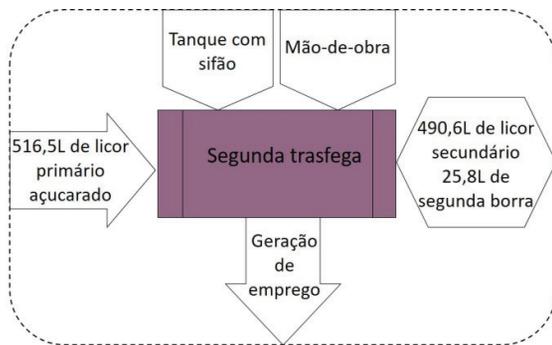


Figura 11 – ICV Licor de macaúba - Segunda trasfega
Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

Por fim, o licor secundário é submetido ao processo de filtragem, com filtros reutilizáveis após sua higienização. Paralelamente, tanto a 1ª quanto a 2ª borra (67,08 L no total) também são submetidas ao processo de filtragem para evitar o desperdício de licor, que poderia ser descartado em conjunto com as demais saídas. O resultado

desse processo corresponde à UF definida anteriormente de 500 L de licor de macaúba, que são transferidos para outra área da planta de fabricação para seu envase. Além disso, considerou-se que nem todo o licor seria possível de ser utilizado. Assim, uma das saídas desse processo inclui 57,7 L de borra ou de licor com impurezas, conforme representado na Figura 12.

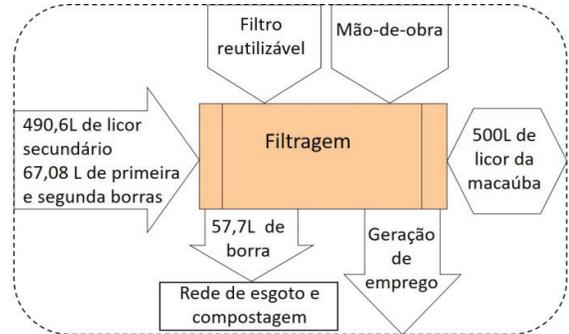


Figura 12 – ICV Licor de macaúba - Filtragem
Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

Para o processo de envase, foram identificadas como entradas as embalagens de vidro necessárias para acondicionar o licor, bem como os rótulos de identificação da bebida e as rolhas para permitir seu fechamento. Para tanto, foi necessário estabelecer um quantitativo de embalagens, rolhas e rótulos, baseado na UF definida. Dessa forma, foi adotado o uso de 500 garrafas de vidro com rolha, com capacidade para um litro, e 500 rótulos de papel.

Diante disto, foi preciso identificar o local de procedência destas embalagens e rótulos. Em pesquisa realizada na mesma região, sobre a produção de cosméticos, Pêgo (2016) indicou que as embalagens destes produtos eram oriundas de Belo Horizonte, distante 220 km do Serro (MG), e que os rótulos eram provenientes de Diamantina (MG), distante 22 km do Serro (MG). Sendo assim, as distâncias destas cidades até o local de produção do licor foram consideradas para o cálculo de combustível necessário para o transporte dos respectivos materiais para o envase. Para as garrafas, foi estimado o consumo de 73 L de diesel, para o transporte por meio de um caminhão leve. Já para os rótulos, foi considerado o consumo de 1,75 L de gasolina, para um veículo de passeio.

Além dos materiais para a embalagem, no processo de envase foi identificada, como entrada, a energia elétrica necessária para o funcionamento de uma máquina envasadora eletropneumática. Como se trata de uma produção artesanal, optou-se pelo uso de um equipamento simples e portátil (Figura 13), com potência de 10 W, cujo tempo de operação para o envase de todas as garrafas

seria de 20 minutos, resultando em um consumo de 3,33 kWh. A mão de obra para a operação da máquina também foi considerada uma entrada.



Figura 13 – Exemplo de máquina envasadora portátil de mesa
Fonte: TECFAG (2021)

Importante ressaltar que, antes do envase, as garrafas devem passar por um processo de higienização, que consiste na imersão em solução clorada e posterior imersão em água fervente (PENHA, 2006). Sendo assim, o sistema apresentou como saída os resíduos dos produtos químicos utilizados na limpeza das embalagens. Ainda neste processo, o sistema emite um total de 267,81 kg de CO₂ liberados para a atmosfera, em decorrência do transporte das embalagens e do consumo de energia para o envase. Deste valor, o transporte equivale a 99,7% do total de CO₂ liberado. O resultado corresponde a 500 garrafas rotuladas de licor de macaúba, como ilustrado na Figura 14.

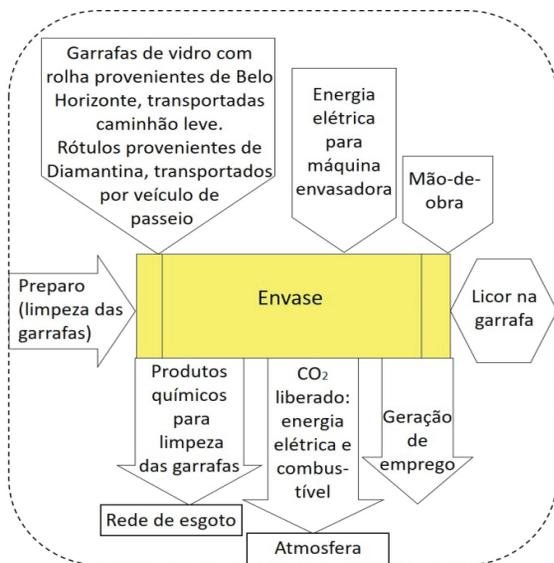


Figura 14 – ICV Licor de macaúba - Envase
Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

Por fim, foi estabelecido que as 500 garrafas de licor de macaúba seriam transportadas do distrito de São Gonçalo do Rio das Pedras para o Serro (MG), distante 31 km, para serem comercializadas.

4.3. Varejo e consumo

Para o processo correspondente ao varejo (Figura 15), foram observadas como entradas do sistema a energia elétrica, necessária para o funcionamento do estabelecimento que irá comercializar o licor, além da mão de obra, necessária para a realização de sua venda. Este processo apresenta como saída o CO₂ estimado em 31,73 kg, liberado pelo transporte do licor, por meio de caminhão leve, do local de produção até o varejo.

A taxa de CO₂ liberada pelo consumo de energia elétrica do estabelecimento também deve ser considerada uma saída do sistema. Contudo, devido às variáveis relacionadas a esta emissão, tal valor não foi quantificado. Ressalta-se, ainda, que este processo apresenta como saída positiva a geração de emprego e renda, decorrente da comercialização dos licores.

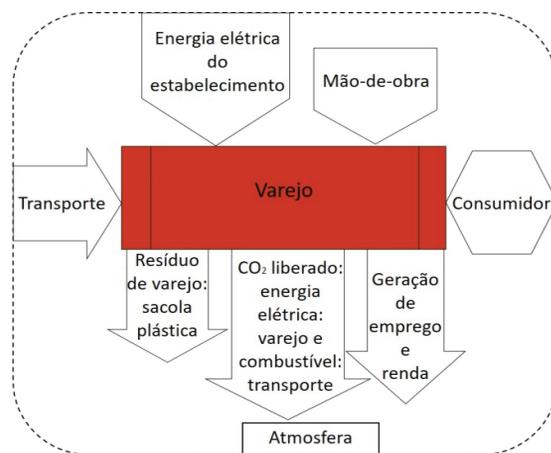


Figura 15 – ICV Licor de macaúba - Varejo
Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

Finalmente, no processo de consumo do licor, foram identificadas as seguintes saídas: garrafa de vidro, rolhas e rótulos (Figura 16).

Destaca-se que o transporte do licor, do varejo até o local de consumo, é uma fase de transição, que pode apresentar, como saída, maior ou menor quantidade de emissão de CO₂, dependendo das distâncias percorridas e dos meios de transporte empregados.

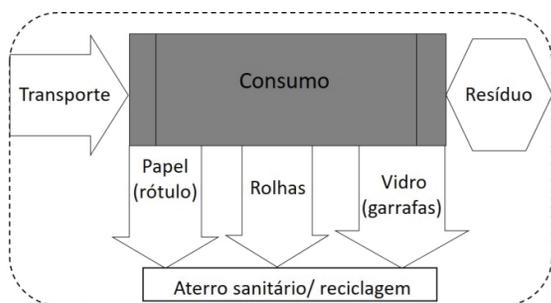


Figura 16 – ICV Licor de macaúba - Consumo
Fonte: Elaborado pelas AUTORAS

Por fim, cabe ressaltar que o sistema de produção de licor aqui estudado não deve ser considerado isoladamente, mas sim como um subsistema integrado à totalidade do território. Assim, em uma perspectiva de sustentabilidade, as saídas observadas neste subsistema devem se transformar em entradas para outros processos, preferencialmente no mesmo território, permitindo a criação de atividades interconectadas e a formação de um macrosistema que, na perspectiva do Design Sistêmico, como defende Bistagnino (2011), se caracteriza pela interconexão e interdependência de diversos subsistemas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A transição de um modelo econômico linear – caracterizado por uma dinâmica que consiste na extração, produção, distribuição, consumo e descarte – para um modelo circular, no qual as saídas de um sistema se configurem como entradas para outro sistema, não se reduz a ajustes com vistas à diminuição dos impactos negativos. Tal transição se configura como uma mudança sistêmica, que se edifica em longo-prazo.

Entretanto, a compreensão dos processos envolvidos e a análise quantitativa dos impactos gerados permitem que sejam vislumbradas soluções, não somente para a minimização de tais impactos observados, mas, também, para a consideração dos fatores ambientais, econômicos, sociais, e culturais do território no qual o sistema está inserido, integrando tais aspectos que afetam e são afetados pelos processos de fabricação.

Nesse sentido, a ACV se apresenta como uma importante ferramenta no âmbito do desenvolvimento de sistemas produtivos, principalmente, em razão do detalhamento dos processos envolvidos no ciclo de vida do produto e da identificação de pontos problemáticos, tais como: (i) desperdício de matéria e energia durante os processos; (ii) consumo excessivo de insumos externos ao território – não locais; (iii) emprego de componentes/substâncias nocivos aos trabalhadores e/ou ao meio ambiente; (iv) uso de substâncias poluentes.

Neste estudo, a partir dos dados analisados, foi possível observar impacto potencial relativo ao aquecimento global. O sistema de produção de licor de macaúba libera em torno de 712,32 kg de CO₂ para a atmosfera, principalmente, devidos ao transporte necessário para a obtenção de insumos externos ao território, como também ao transporte utilizado na distribuição do produto final.

Não obstante, cabe ressaltar que, possivelmente, parte desse impacto possa ser compensada pelo sequestro de CO₂ promovido pelas próprias palmeiras de macaúba,

tendo em vista o caráter de perenidade das árvores, favorecido pela atividade extrativista.

Importante destacar, também, que este estudo foi realizado de maneira teórica, não sendo possível uma visita técnica presencial ao território analisado, devido às restrições impostas pela pandemia do Sars-CoV-2. Desta maneira, as quantidades e medidas, apresentadas neste artigo, foram obtidas com base em outras pesquisas relacionadas ao processo estudado. Assim, alterações em relação aos valores reais são possíveis, tendo em vista que fatores diversos podem contribuir para essas diferenças, tais como a variação do peso dos frutos, a temperatura do local de produção do licor etc.

Os pontos problemáticos observados aqui podem ser, no entanto, considerados como ‘alavancas para mudanças’. Nessa perspectiva, as oportunidades são exploradas com o intuito de idealizar novas atividades produtivas, que possam emergir do sistema e, conseqüentemente, gerar trabalho e renda para as pessoas no próprio território.

Da mesma maneira, as saídas resultantes do consumo final do produto (garrafas de vidro, rolhas e rótulos) devem, preferencialmente, ser consideradas como entrada em outros sistemas produtivos – como indica a metodologia do Design Sistêmico.

Certamente, esta mudança de paradigma não é uma tarefa trivial. Entretanto, acredita-se que os profissionais do design, dadas as características intrínsecas de sua atividade, tais como visão multifacetada, multidisciplinariedade, trânsito entre as diversas camadas e setores da sociedade, sejam capazes de assumir uma fração de responsabilidade na reavaliação das atividades produtivas, visando à restauração tanto dos ecossistemas naturais quanto dos sistemas antrópicos produzidos pelas necessidades humanas.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), à Universidade do Estado de Minas Gerais e à Universidade Federal de Minas Gerais, que permitiram a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ABRELPE. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2020. 52 p. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/panorama/>. Acesso em: 05 jun. 2021.
- ANDRADE, R. G. et al. Avaliação das condições de

pastagens no cerrado brasileiro por meio de geotecnologias. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.7, n.1, p.34-41, Março, 2017.

CAPRA, F. **The turning point: science, society, and the rising culture**. New York: Bantam Books, 1987.

BISTAGNINO, L. **Design sistemico: progettare la sostenibilità produttiva e ambientale**. Bra: Slow Food, 2011.

CHEHEBE, J. R. **Análise do ciclo de vida de produtos: ferramenta gerencial da ISO 14000**. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1997.

COLTRO, L. Avaliação do ciclo de vida - ACV. In: COLTRO, L. (org). **Avaliação do ciclo de vida como instrumento de gestão**. Campinas: CETEA/ITAL, 2007.

DUARTE, A. L. et al. Inventário de Ciclo de Vida para uma Produção artesanal de Licor de Macaúba no território do Serro / Minas Gerais. **Anais do ENSUS 2021 - IX Encontro de Sustentabilidade em Projeto 2021**, Florianópolis, 2021.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Macaúba é matéria-prima promissora para biodiesel**. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2329636/macauba-e-materia-prima-promissora-para-biodiesel>. Acesso em: 14 fev. 2021.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS (EMATER-MG) **Caracterização da Região do Serro como Produtora de Queijo Minas Artesanal**. Belo Horizonte: EMATER, [200-?]. Disponível em: https://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/QUEIJO_HISTORICO/DOSSIÊ_DO_SERRO_def2.pdf. Acesso em: 24 maio 2021.

FAVARO, S. et al. **Armazenamento e processamento da macaúba: contribuições para manutenção da qualidade e aumento do rendimento de óleo da polpa**. Brasília: EMBRAPA Agroenergia, 2018. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186831/1/BPD-16-CNPAE.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2021.

GUTERRES, A. **Dia Mundial do Meio Ambiente 2021: mensagem do secretário-geral da ONU** Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/130019-dia-mundial-do-meio-ambiente-2021-mensagem-do-secretario-geral-da-onu>. Acesso em: 05 jun. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **IBGE Cidades**. Rio de Janeiro: IBGE, 2000. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 02 fev. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA

(IBGE). **Serro - Censo Demográfico 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=29&uf=31>. Acesso em: 19 fev. 2021.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 2018.

LASTROP - Laboratório de Silvicultura Tropical. 2021. Disponível em: http://esalqlastrop.com.br/capa.asp?pi=calculadora_emissoes#:~:text=1%20litro%20de%20gasolina%20%3D%201,kg%20CO2%20emitido%20por%20litro. Acesso em: jan. 2021.

LORENZI, G. M. A. C. **Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart. – Arecaceae: bases para o extrativismo sustentável**. 2006. 172 f. Tese (Doutorado em agronomia) – Curso de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006. Disponível em: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/5279>. Acesso em 29 maio 2021.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. **O nitrogênio na agricultura brasileira**. Série de Estudos e Documentos – SED-70. Brasília: CETEM/MCT, 2006.

MOTA, C. S. et al. Exploração sustentável da macaúba para produção de biodiesel: colheita, pós-colheita e qualidade dos frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 32, n. 265, p. 41-51, 2011 Disponível em https://www.researchgate.net/publication/264520394_Exploracao_sustentavel_da_macauba_para_producao_de_biodiesel_Colheita_pos-colheita_e_qualidade_dos_frutos. Acesso em: 28 maio 2021.

MOTOIKE, S. Y. et al. **Produção de mudas de macaúba**. Boletim Técnico. Viçosa: Acrotech, 2010.

NUNES, A. A.; FAVARO, S. P.; GALVANI, F.; MIRANDA, C. H. B. Good practices of harvest and processing provide high quality Macauba pulp oil. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v. 117, n. 12, p. 2036-2043, 2015. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/ejlt.201400577>. Acesso em: 06 maio 2021.

PÊGO, K. A. C. **Approach of the systemic design in material and intangible culture of Estrada Real: territorial Serro case**. Turin: Politecnico di Torino, 2016. Disponível em: https://iris.polito.it/retrieve/handle/11583/2644209/116354/Tesi_Carvalhoes_Pêgo.pdf. Acesso em: 2 fev. 2021.

PENHA, E. das M. **Licor de Frutas**. Brasília: EMBRAPA Informação Tecnológica, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/416490/licor-de-frutas>. Acesso em: 13 jan. 2021.

PEREIRA, A. F.; OLIVEIRA, A. J. Oportunidades para

ecodesign na embalagem, produção e distribuição de lichia a partir da Avaliação do Ciclo de Vida. In: SILVEIRA, A. L. M. da; FRANZATO, C.; LINDEN, J. van der. (Org.). **Caminhos para a sustentabilidade através do design**. Porto Alegre: Editora Uniritter, 2014, v. 1, p. 133-148.

PEREIRA, A. F. ACV para designers e arquitetos: experiências de modelamento do inventário do ciclo de vida. In: OLIVEIRA, A. J. de; FRANZATO, C.; DEL GAUDIO, C. (Org.). **Ecovisões projetuais: pesquisas em design e sustentabilidade no Brasil**. São Paulo: Blucher, 2017. p. 219-234.

PREFEITURA DO MUNICÍPIO DO SERRO. **Galeria de Fotos – Cultura – 07 de Setembro 2019 em Serro**, 2019. Disponível em: <https://www.serro.mg.gov.br/>. Acesso em: 19 fev. 2021.

QUEIROGA, V. de P. et al. **Tecnologias de Plantio da Macaúba na Região Nordeste e Aproveitamento Energético**. Campina Grande: AREPB, 2016. Disponível em: https://issuu.com/abarriguda/docs/livro_macaubeira. Acesso em: 20 jan. 2021.

RIZZON, L. A. DALL'AGNOL, I. **Vinho Branco**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/662684/vinho-branco>. Acesso em: 20 jan. 2021.

SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J. CHUBA, C. A. M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira Bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 1023-1028, set. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452011000300040&lng=pt&tlng=pt. Acesso em: 20 jan. 2021.

SILVA, J.C. **Macaúba**: fonte de matéria-prima para os setores alimentício, energético e industrial. Viçosa: CEDAF/DEF/UFV, 1994. 44p.

SILVA, N. D. et al. Avaliação da produção agrícola da Macaúba. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE PLANTAS OLEAGINOSAS, ÓLEOS, GORDURAS E BIODISEL**, V, 2008, Lavras. Livro de resumos... Lavras: [s.n.], 2008. p. 1-10.

TECFAG. **Envasadora de 2 bicos de líquidos (100-1000 ml) - SYF2 1000**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.tecfag.com.br/envasadora-de-2-bicos-de-liquidos-100-1000-ml-syf2-1000>. Acesso em: 10 fev. 2021.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9132-4788>

ADRIANA LUÍSA DUARTE | Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Design, Belo Horizonte, MG, Brasil | Correspondência para: Rua Flor da Verdade, 167 - Jardim Alvorada, Belo Horizonte – MG, 30810-110 | e-mail: luisa-duarte.designer@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8968-8099>

ALICE NOVATO SILVA DE FARIA | Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Design, Belo Horizonte, MG, Brasil | Correspondência para: Rua Ouro Fino, 59 / apto. 401 - Cruzeiro, Belo Horizonte – MG 30310-110 | e-mail: alicens-faria@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7751-2069>

LUDMILA CARDOSO FAGUNDES MENDES | Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Belo Horizonte, MG, Brasil | Correspondência para: Rua Planetóides, 271 – Santa Lúcia, Belo Horizonte – MG 30360-440 | e-mail: ludmilamendes@ufmg.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8810-7598>

KÁTIA ANDRÉA CARVALHAES PÊGO, Dra. | Universidade do Estado de Minas Gerais (UEMG), Design, Belo Horizonte, MG, Brasil | Correspondência para: Rua Angra, 91 / apto. 501-Nova Granada, Belo Horizonte – MG, 30431-305 | e-mail: katia.pegouuemg.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3633-4884>

ANDRÉA FRANCO PEREIRA, Dra. | Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável, Belo Horizonte, MG, Brasil | Correspondência para: Rua Santa Rita Durão, 61, Apto 702 - Funcionários, Belo Horizonte – MG, 30140-110 | e-mail: andreafranco@ufmg.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

DUARTE, Adriana Luisa; FARIA, Alice Novato Silva de; MENDES, Ludmila C. F.; PÊGO, Kátia Andréa Carvalhaes; PEREIRA, Andréa Franco. Na Abordagem Sistêmica E O Ciclo De Vida Do Licor De Macaúba. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 137-148, set. 2021**. ISSN 24473073. Disponível em: <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.137-148>.

DATA DE ENVIO: 25/06/2021

DATA DE ACEITE: 01/07/2021

DESIGN E IMPRESSÃO 3D NA PANDEMIA: UMA ANÁLISE DE POSSIBILIDADES A PARTIR DO MODELO TEÓRICO DFSS

DESIGN AND 3D PRINTING IN PANDEMICS: AN ANALYSIS OF POSSIBILITIES BASED ON THE DFSS THEORETICAL MODEL

CLÁUDIO PEREIRA DE SAMPAIO, Dr. | UEL
SONIA MARIA FABRIS LUIZ, Dra. | UEL

RESUMO

Este artigo apresenta um estudo crítico do desenvolvimento de soluções de aplicação da tecnologia de impressão 3D para a saúde pública em um hospital universitário da rede pública brasileira, tendo como contexto a pandemia de covid-19 que atingiu o Brasil e o mundo no ano de 2019. Apresenta como base teórica e metodológica norteadora o design e seus níveis de intervenção, bem como a abordagem de sistemas e problemas complexos. Os autores descrevem três casos de aplicação distintos em nível local, sendo dois em nível de produto e um em nível de sistema, e os analisam de forma qualitativa utilizando um *framework* de análise em nível de produto, processo e paradigma, desenvolvido por Corsini e Moultrie (2019). Como resultado, são apresentados e discutidos aspectos críticos de cada caso, bem como oportunidades de melhoria e sugestões para novos estudos, e enfatiza-se a criação de um núcleo de fabricação de digital em um hospital público como alternativa sistêmica para os problemas identificados no início do estudo.

PALAVRAS-CHAVE: Saúde pública; impressão 3D; design para a sustentabilidade.

ABSTRACT

This article presents a critical study of the development of solutions for the application of 3D printing technology for public health in a university hospital in the Brazilian public network, in the context of a pandemic of covid-19 that hit Brazil and the world in 2019. It presents as a theoretical and methodological basis the design and its levels of intervention. The authors describe three different application cases at the local level, being two at product level and one at system level and analyze qualitatively using an analysis framework at the product, process and paradigm level, developed by Corsini and Moultrie (2019). As a result, critical aspects of each case are presented and discussed, as well as opportunities for improvement and suggestions for further studies, and it is emphasized the implementation of a digital fabrication center in a public hospital as a systemic alternative for dealing with the problems identified in the research.

KEYWORDS: Public healthcare; 3d printing; design for sustainability.



1. CONTEXTO GERAL: A PANDEMIA DE COVID-19 E A EMERGÊNCIA DA FABRICAÇÃO DIGITAL NA SAÚDE PÚBLICA

A atual pandemia de Covid-19 causada pelo novo coronavírus (Sars-Cov-2) desenvolveu não só uma crise global de saúde pública, mas também de impacto crescente nas cadeias produtivas, de suprimentos e de serviços na área da saúde (CRAVEN, 2020). O surto de Covid-19 tem representado um desafio para hospitais públicos em todo o mundo e para os brasileiros, entre eles o Hospital Universitário de Londrina (HU/UEL), no que se refere à proteção dos profissionais de saúde que atuam no atendimento de pacientes infectados; na escassez de itens essenciais aos procedimentos clínicos (ventiladores, sondas de aspiração, filtros bacterianos, entre outros) e de diagnóstico (Ex. swab - cotonete nasal) (CORSINI, 2020). A necessidade de se prover produtos adequados, tanto para os profissionais de saúde (ex. Equipamentos de Proteção Individual ou EPIs) quanto para os pacientes, têm esbarrado em uma série de dificuldades que vão desde a dificuldade de importação de equipamentos; a compra de insumos por fornecedores nacionais, cuja oferta é muitas vezes insuficiente para atender a demanda com consequente aumento geral dos custos destes materiais; até a falta de adequação e flexibilidade das soluções ao contexto específico do HU. Tomando-se como exemplo o caso dos EPIs, atualmente o HU/UEL conta com centenas de profissionais que necessitam deste tipo de equipamento, incluindo máscaras, óculos, *face shields*, aventais e gorros descartáveis, entre outros.

A dificuldade de compra dos EPIs durante a pandemia tem, por outro lado, estimulado o protagonismo de indivíduos e empresas que possuem equipamentos de fabricação digital, e sobretudo de impressão 3D, os quais têm se organizado de forma espontânea para ajudar a produzir equipamentos em diversas cidades do mundo e também do Brasil, incluindo Londrina. A fabricação digital abrange diversas tecnologias de manufatura para a produção de quantidades limitadas de produtos, e permite que a produção possa ser feita localmente a partir de modelos digitais 2d ou 3d, utilizando-se tanto tecnologias aditivas (como a impressão 3D), quanto subtrativas como a usinagem de controle numérico computadorizado (CNC) e o corte laser. Tais modelos podem ser alterados, testados e aprimorados rapidamente, o que facilita a melhoria, tanto dos produtos quanto do próprio processo de produção (CRAVEN, 2020). Em países em desenvolvimento diversos projetos de uso de fabricação digital para a área da saúde pública têm sido desenvolvidos; como exemplo, a organização britânica *Field Ready* desenvolveu, em parceria com

a Universidade de Edimburgo e pesquisadores nepaleses, um catálogo de soluções imprimíveis em 3d para atender aos nepaleses vitimados por um grande terremoto ocorrido anos antes, e que sofriam com a falta de equipamentos nos hospitais locais. Como resultado, diversos equipamentos médicos foram produzidos localmente (CORSINI; MOULTRIE, 2019).

A fabricação digital tem sido um importante recurso alternativo de produção de EPIs para os hospitais públicos brasileiros, como atestam várias iniciativas colaborativas que emergiram pelo país desde o início do ano de 2020. Entre elas o Projeto Higia, Nutes e SOS3D, e diversos grupos formados por proprietários de impressoras 3D, organizados de forma espontânea via redes sociais como Facebook e Whatsapp em várias cidades brasileiras. Este tipo de ação é favorecido e potencializado pela oferta de plataformas online abertas, que disponibilizam soluções em regime de acesso aberto (*open source*) de produtos desenvolvidos colaborativamente, como Prusa Printers e Delve, entre outras. A rápida adoção de tais soluções no período de pandemia indica sua viabilidade técnica e econômica para o uso em hospitais públicos, nesta emergência (CHOONG, et al, 2020).

2. CONTEXTO ESPECÍFICO: O HOSPITAL UNIVERSITÁRIO DE LONDRINA (HU/UEL)

O Hospital Universitário de Londrina (HU) é um Órgão Suplementar da Universidade Estadual de Londrina (UEL), e está vinculado administrativamente à Reitoria da Universidade e academicamente ao Centro de Ciências da Saúde, sendo reconhecido pelo Ministério da Educação e Ministério da Saúde, nos termos da Portaria Interministerial MEC/MS Nº 1.213 de 30.05.2014. Quanto à relevância do HU/UEL, é o segundo maior hospital público do Paraná, sendo considerado um estratégico e tradicional centro de referência em média e alta complexidade, 100% SUS (Sistema Único de Saúde). Conta com 307 leitos, todos à disposição do SUS, e atende pacientes de cerca de 250 municípios do Paraná e de mais de 100 cidades de outros estados, principalmente São Paulo, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e Rondônia. Sua abrangência regional atual é de cerca de 3.841.000 pessoas. Sendo um hospital-escola, o HU/UEL tem também a função de espaço de aprendizagem para a prática dos futuros profissionais de saúde (Medicina, Fisioterapia, Enfermagem, Farmácia-Bioquímica e Odontologia), além de ser um campo de pesquisa *Stricto sensu e Lato sensu* para estas e outras áreas. O hospital conta com Habilitações em Assistência de Alta Complexidade na área de queimados; cardiovascular; traumatologia-ortopedia; neurologia/neurocirurgia; referência

hospitalar em gestação de alto risco, dentre outros. No ano de 2019 o HU realizou cerca de 151.368 consultas médicas e não médicas e casos cirúrgicos. Desde o início da pandemia em 2020, o HU/UEL é o hospital de referência para Covid-19 da 17ª Regional de Saúde do Governo do Estado do Paraná, que abrange 21 municípios, com cerca de um milhão de habitantes. Atualmente conta com 120 leitos exclusivos (UTIs e enfermarias) para casos suspeitos/confirmados de moderada a grave complexidade. Com isso o hospital deu salto de 307 para 451 leitos disponibilizados, assim como atendimento de referência na rede de urgência e emergência, incidiu para uma população estimada em 2 milhões de habitantes de 96 municípios da macrorregião Norte do Estado. Este fato consolida o HU/UEL como o segundo maior hospital público do Paraná, 100% SUS1. Tais números demonstram a significativa relevância do HU/UEL para a população não apenas de Londrina, mas de várias cidades adjacentes e apresenta excelente oportunidade de aplicação da fabricação digital em diversas frentes, incluindo infectologia, pediatria, neurologia, pneumologia, cirurgia e ortopedia.

3. ONTOLOGIA (NATUREZA) DO PROBLEMA: COMPLEXIDADE E WICKED PROBLEMS

A delimitação ontológica representa uma etapa relevante neste estudo, pois possibilita caracterizar a natureza do problema (o que é) em termos do seu nível de ordem interna, ou seja, de complexidade. Esta delimitação ajuda a definir, em grande parte, a atitude científica (epistemologia) e o modo (metodologia) de como o problema será abordado posteriormente. Neste sentido, e a partir das categorizações propostas por Snowden (2005) – problemas simples, complicados, complexos e caóticos – propomos categorizar o problema da aplicação da impressão 3D na saúde pública, no contexto da pandemia de covid-19 como um problema do tipo **complexo**, e até mesmo com alguns elementos de **caos** no que se refere ao surgimento e rápida expansão da pandemia. Tal classificação se justifica pelo fato de que este problema abrange uma diversidade de aspectos (sociais, econômicos, tecnológicos, políticos) que se influenciam de forma contínua e em diferentes escalas (local, nacional, mundial), e envolvem uma variedade significativa de atores (profissionais de saúde, pacientes, administradores, fabricantes, pesquisadores, entre outros). Estas características, somadas à dificuldade de definição e delimitação clara do problema, permitem situar estes problemas como *wicked problems*, ou seja, problemas que mudam com o tempo, e para os quais pode haver uma resposta mais adequada, mas nunca uma solução permanente (RITTEL, WEBER, 1973).

4. EPISTEMOLOGIA DO PROBLEMA: PENSAMENTO DE SISTEMAS, COMPLEXIDADE, DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE, DESIGN DE SISTEMAS, DESIGN THINKING

Problemas do tipo complexo exigem uma atitude de intervenção que se baseia, conforme Snowden (2005), em três ações principais: sondar (*probe*), extrair significado (*sense*) e responder (*respond*), em ciclos contínuos de aprendizado cada vez mais aprofundado sobre o problema. Esta abordagem decorre de um campo do conhecimento denominado Pensamento (ou Ciência) de Sistemas (*Systems Thinking*, *Systems Science*), e especialmente de uma corrente teórica chamada Ciência da Complexidade (*Complexity Science*).

4.1 Pensamento de Sistemas (*Systems Thinking*)

O Pensamento de Sistemas é uma área de estudos de natureza interdisciplinar que busca a compreensão de fenômenos de natureza complexa, incluindo interações entre o ser humano, suas atividades e tecnologia (sistema sociotécnico) e com o meio ambiente, em nível de sistemas. Compreende-se um sistema como “um todo integrado do qual as propriedades essenciais emergem das relações entre as partes que o compõem” (ISON, 2010), e também como “um todo, uma entidade que um observador pode cognitivamente dissociar de um contexto”, e “exibe uma certa forma de organização que determina seu caráter individual” (VANDENBROECK, 2015). Nos problemas complexos o aprendizado só pode ser obtido de forma retrospectiva, ou seja, observando o fenômeno depois que ele ocorreu, a fim de retirar *insights* que possam alimentar novas intervenções caso outro fenômeno similar ocorra. Tal processo é bastante semelhante ao utilizado no *design thinking*, no qual a produção e implementação rápida de soluções por meio de artefatos resulta em ciclos contínuos de aprendizado. Neste artigo, o pensamento de sistemas fornece base conceitual para os níveis de análise do processo e paradigma, bem como para a solução 3 (núcleo de fabricação digital Fab.i HU), que serão apresentados e discutidos mais adiante.

4.2 Design: solução de problemas, exploração de oportunidades, criação de valor (inovação), interdisciplinaridade

O pensamento por meio do design, também chamado de *Design Thinking*, é uma forma específica de pensar sobre a solução de problemas amplos e complexos, centrada em empatia, criatividade e experimentação, como também de um método não-linear, iterativo, essencialmente exploratório e sistêmico de resolver estes problemas. O *design thinking* oferece uma nova forma de fazer algo, de

adequá-lo a um sistema de negócios já existente ou novo, e de gerar valor para um novo produto, serviço ou processo. Apresenta natureza humanista, intuitiva, que leva em consideração tanto o aspecto emocional quanto de funcionalidade do usuário (BROWN, 2010). A noção de valor deve incluir, além do usuário e do negócio, também benefícios para a sociedade como um todo e para os ecossistemas naturais. Neste sentido, o Design para a Sustentabilidade consiste em uma abordagem ampliada do Design que busque contemplar de forma equilibrada as principais dimensões de sustentabilidade (ambiental, social e econômica), seja no redesign de produtos existentes, no projeto de novos produtos e serviços em substituição aos atuais, no projeto de sistemas produto-serviço intrinsecamente sustentáveis, e até mesmo no desenvolvimento de novos cenários de estilos de vida sustentáveis (MANZINI; VEZZOLI, 2002). A fim de ampliar este potencial de sustentabilidade, é relevante também para este estudo a abordagem do Design de Sistemas (*Systems Design*), que tem por objetivo a criação de sistemas sustentáveis, voltados ao atendimento das necessidades humanas (VEZZOLI, 2010) no contexto de problemas complexos (*wicked problems*) de sustentabilidade. A questão dos produtos, serviços e sistemas para a saúde pública representa um problema deste tipo, que pode ser abordada por meio de *frameworks* teóricos próprios (DA COSTA JUNIOR; DIEHL; SNELDERS, 2019).

5. A TECNOLOGIA: FABRICAÇÃO DIGITAL E A IMPRESSÃO 3D

Conforme Gershenfeld (2012) a fabricação digital refere-se aos processos que utilizam ferramentas controladas por computador, cuja origem pode remeter ao primeiro processo de

usinagem controlada numericamente, desenvolvido em 1952 por pesquisadores do Massachusetts Institute of Technology (MIT). Estes processos incluem a impressão 3D em suas várias formas, usinagem controlada por computador (CNC), corte laser e outros. Segundo Gershfeld, a parte digital refere-se ao controle computacional, enquanto a parte material em si é, de fato, analógica. Já existem iniciativas de pesquisa, no entanto, que buscam tornar digital também a parte material, o que deverá representar o futuro destas tecnologias nos próximos anos. Destaca-se aqui a impressão 3D, principal processo de produção de objetos em pequena escala, e que pode ser classificado em três categorias (VOLPATO, 2007): Com base em líquidos (ex. Estereolitografia), com base em sólidos (ex. Deposição por Material Fundido ou FDM), e com base em pó (ex. Sinterização Seletiva a Laser).

6. CLASSIFICAÇÃO DE ATIVIDADES: MODELO TEÓRICO DFSS FRAMEWORK

O instrumento *Design for Social Sustainability Framework* (DfSS) foi desenvolvido por Corsini e Moultrie (2019) para apoiar o desenvolvimento de projetos humanitários e de desenvolvimento que utilizam a fabricação digital como tecnologia principal, a fim de aprimorar a tomada de decisão no início do processo e avaliar a sustentabilidade dos produtos ao final. O DfSS é composto por três níveis de avaliação (produto, processo e paradigma), cada um abrangendo aspectos específicos de sustentabilidade (Figura 1). Devido à efetividade e facilidade de uso já exemplificada por Corsini e Moultrie (2019) em outros casos de aplicação, este *framework* será utilizado como ferramenta de avaliação também neste artigo, no qual serão analisados três casos de aplicação da fabricação digital para a saúde pública.

Paradigma	14) Avanço Cria postos de trabalho no país? Aproveita as habilidades existentes? Desenvolve novas habilidades?		15) Empoderamento Reduz a dependência? Empodera pessoas para desenvolver suas próprias soluções?	
Processo	9) Produção local Pode ser produzido localmente?	10) Controle e reparo local Pode ser controlado, mantido e reparado localmente?	11) Colaboração Considera e engaja todos os stakeholders?	
Produto	1) Necessidade O usuário ou comunidade precisam da solução? Respeita a dignidade humana	5) Qualidade É robusta e duradoura? Atende aos requisitos e normas?	12) Transparência Há documentação de suporte? A informação é compartilhada?	16) Sistemicidade A solução é isolada ou desencadeia uma mudança social mais ampla?
	2) Adequação É social, cultural e ambientalmente apropriada?	6) Ajustabilidade É flexível e adaptativo às mudanças do contexto?		
	3) Acesso É acessível agora e no futuro?	7) Inclusividade É inclusiva para grupos marginalizados ou prioriza grupos específicos de usuários?	13) Escalabilidade O processo produtivo é replicável e escalável?	
	4) Usabilidade É compreensível e fácil de usar?	8) Complementaridade Suporta soluções existentes e evita redundâncias desnecessárias?		

Figura 1 - Design for Social Sustainability Framework para projetos humanitários e de desenvolvimento
 Fonte: CORSINI, MOULTRIE, 2019

7. RESULTADOS

7.1 Solução 01: Suportes para *face shields* (reposição de peças)

O autor deste projeto de pesquisa participou de um grupo colaborativo formado por cerca de 40 pessoas e empresas na cidade de Londrina/PR para a produção de equipamentos de proteção do tipo *face shield* para o HU/UEL. Este equipamento é composto de um suporte impresso em 3D (Figura 2), ao qual é fixada uma lâmina transparente e flexível de plástico tereftalato de polietileno (PET), que funciona como barreira microbiológica protegendo o profissional de saúde de eventuais contaminações ao atender pacientes infectados. A iniciativa foi realizada durante os meses de abril e maio de 2020, e cerca de duas mil máscaras foram entregues ao hospital universitário, das quais 120 foram produzidas pelo autor deste projeto. Esta iniciativa foi amplamente divulgada na mídia local.



Figura 2: Suportes para *face shields* (a) produzidos utilizando impressão 3D FDM (b) e montados por equipe de colaboradores do hospital (c).

Fonte: Autores.

7.1.1 Análise da solução 01 com base no DfSS Framework

A fim de facilitar a visualização do nível de desempenho de sustentabilidade social para cada um dos aspectos

de análise, utilizou-se uma codificação simples por meio de três cores: verde (aspectos contemplados de forma satisfatória na solução analisada), amarelo (aspectos que precisam ser melhorados e requerem maior atenção) e vermelho (aspectos críticos que precisam ser considerados e ainda não foram contemplados de forma satisfatória).

Considerando cada um dos níveis do DfSS *framework* (Figura 3), pode-se considerar que, em nível de produto, a solução 1 era necessária para a situação emergencial em que foi criada (1), mas sem preocupações maiores com as questões de adequação (2), usabilidade (4), qualidade (5), pois apresentava alguns problemas de desconforto no uso e falta de qualidade provocados pelas limitações do próprio processo produtivo. Algumas dificuldades de complementaridade (8) também puderam ser observadas, principalmente no que diz respeito a redundâncias desnecessárias, uma vez que foram identificadas soluções mais eficientes em termos de uso de materiais e do processo produtivo. Por exemplo, alguns pesquisadores já haviam desenvolvido *face shields* feitas de um único material (chapa PETG), sem a necessidade de impressão 3D dos suportes em poliacido láctico (PLA), mas como o processo de produção já estava em andamento o grupo de colaboradores optou por seguir em frente com esta última solução. Ainda sobre o nível de produto, havia dificuldades no compartilhamento de informações técnicas sobre o processo de impressão (12), bem como limitações de escalabilidade (13) inerentes ao processo escolhido, que apesar de ser replicável e rapidamente ajustável, limitava a quantidade de peças produzidas diariamente pela rede de colaboradores. No que diz respeito ao processo, deve-se ressaltar os benefícios advindos da impressão feita na própria cidade (9) de forma aberta e colaborativa por meio de uma rede de colaboradores altamente engajados (11), e que possibilitou a manutenção, reparo e rápida substituição de componentes da *face shield* em nível local (10).

Paradigma	14) Avanço Cria postos de trabalho no país? Aproveita as habilidades existentes? Desenvolve novas habilidades?		15) Empoderamento Reduz a dependência? Empodera pessoas para desenvolver suas próprias soluções?	
Processo	9) Produção local Pode ser produzido localmente?	10) Controle e reparo local Pode ser controlado, mantido e reparado localmente?	11) Colaboração Considera e engaja todos os stakeholders?	
Produto	1) Necessidade O usuário ou comunidade precisam da solução? Respeita a dignidade humana	5) Qualidade É robusta e duradoura? Atende aos requisitos e normas?	12) Transparência Há documentação de suporte? A informação é compartilhada?	16) Sistemicidade A solução é isolada ou desencadeia uma mudança social mais ampla?

Produto (continuação)	2) Adequação É social, cultural e ambientalmente apropriada?	6) Ajustabilidade É flexível e adaptativo às mudanças do contexto?	12) Transparência Há documentação de suporte? A informação é compartilhada?	16) Sistemicidade A solução é isolada ou desencadeia uma mudança social mais ampla?
	3) Acesso É acessível agora e no futuro?	7) Inclusividade É inclusiva para grupos marginalizados ou prioriza grupos específicos de usuários?	13) Escalabilidade O processo produtivo é replicável e escalável?	
	4) Usabilidade É compreensível e fácil de usar?	8) Complementaridade Suporta soluções existentes e evita redundâncias desnecessárias?		

Figura 3 - Avaliação retrospectiva da solução 1 por meio do DfSS Framework
 Fonte: CORSINI, MOULTRIE, 2019).

No nível de paradigma, pode-se considerar com parcialmente positivo o empoderamento da comunidade de colaboradores (15) em utilizar uma tecnologia aberta de impressão 3D, seja nos equipamentos de impressão, nos softwares de código aberto ou mesmo no uso de modelos abertos disponibilizados pela comunidade aberta internacional, reduzindo a dependência de fornecedores externos, ainda que de forma temporária. No entanto, não se trata de uma solução que chega a transformar o contexto econômico, criando novos negócios e postos de trabalho (15), embora tenha utilizado habilidades existentes na comunidade *maker* da cidade, e até mesmo ajudado a desenvolver algumas novas habilidades, incluindo a articulação rápida e orgânica (a rede cresceu em tamanho a cada semana) da própria rede. Também parece precoce afirmar que tal ação desencadeia uma mudança social e sistêmica mais ampla (16), mas a rápida reação da rede de colaboradores indicou que havia já um potencial colaborativo e técnico latente pronto para ser utilizado, e que quando foi acionado respondeu de forma apropriada. Tal fato pode apontar indícios de uma mudança social maior caso este potencial seja bem aproveitado e incentivado no futuro.

7.2 Solução 02: Conector para sistema fechado de aspiração de fluidos

Esta solução foi desenvolvida graças a uma parceria entre os autores, ambos docentes da UEL, do departamento de Design e Fisioterapia, a fim de solucionar o problema da falta de acesso a equipamento adequado para aspiração de fluidos (secreção pulmonar), sem expor a via aérea de pacientes infectados com consequente disseminação do vírus no ambiente.

A escassez, a alta procura no cenário mundial e o aumento substancial de preço de um equipamento de aspiração fechada foram os motivadores para se buscar uma solução que pudesse ser desenvolvida e produzida localmente. A solução foi desenvolvida no período de abril a junho de 2020 utilizando-se um processo de caráter

altamente experimental com base em design com tecnologias de modelagem 3D digital (Figura 4a) e impressão 3D (Figura 4b), e encontra-se atualmente em fase final de validação junto ao HU/Uel com realização de testes de uso (Figura 4c), devendo ser divulgada e implantada em breve.

Estimativas preliminares apontaram uma redução significativa de custo para o equipamento produzido localmente, ficando em torno de 35% do preço de venda do equipamento importado. A adoção emergencial destas duas soluções por parte do HU reforça a viabilidade técnica e econômica da fabricação digital para o uso em hospitais públicos e, portanto, a relevância e potencial de implementação do projeto aqui proposto.



Figura 4 (a), (b) e (c) - Protótipo do conector.
 Fonte: Autores.

7.2.1 Análise da solução 02 com base no DfSS Framework

Considerando-se o DfSS (Figura 5), a solução 2 apresenta no nível do produto aspectos positivos, pois trata-se de um equipamento: extremamente necessário e adequado para o atendimento dos pacientes e proteção dos profissionais de saúde (1, 2); acessível desde que seja feita a aquisição do equipamento e insumos necessários e treinamento do pessoal para o desenvolvimento e produção (3); com uma usabilidade e qualidade ligeiramente inferior ao equipamento de mercado, mas suficiente para a tarefa (4); flexível e adaptável em termos de design devido ao próprio processo de desenvolvimento e produção adotado, em pequena escala (6); inclusivo, ao possibilitar adaptações de design para grupos específicos, como crianças ou idosos (7); que aproveita de forma complementar componentes disponíveis no

mercado nacional combinando-os com a impressão 3D (8); replicável devido ao processo utilizado (13), embora com algumas limitações de escala inerentes à tecnologia, mas que se mostra adequado à necessidade de pequenos lotes por parte do hospital. A transparência da informação é ainda um aspecto a ser melhorado, com a elaboração de documentação técnica adequada (12).

No nível do processo, foram identificadas vantagens significativas quanto à possibilidade de produção local e próxima ao hospital (9), bem como o controle e

reparo (10), embora a colaboração (11), principalmente na prototipagem e produção, não seja um aspecto tão relevante como no caso da solução 1 (*face shields*) devido ao processo de impressão adotado, *Digital Light Processing* (DLP), que limita a quantidade de colaboradores que tenham esse tipo de equipamento; mesmo assim foi possível contar com a ajuda de um profissional de odontologia, externo ao hospital, que tinha o equipamento adequado.

Paradigma	14) Avanço Cria postos de trabalho no país? Aproveita as habilidades existentes? Desenvolve novas habilidades?		15) Empoderamento Reduz a dependência? Empodera pessoas para desenvolver suas próprias soluções?	
Processo	9) Produção local Pode ser produzido localmente?	10) Controle e reparo local Pode ser controlado, mantido e reparado localmente?	11) Colaboração Considera e engaja todos os stakeholders?	
Produto	1) Necessidade O usuário ou comunidade precisam da solução? Respeita a dignidade humana	5) Qualidade É robusta e duradoura? Atende aos requisitos e normas?	12) Transparência Há documentação de suporte? A informação é compartilhada?	16) Sistemicidade A solução é isolada ou desencadeia uma mudança social mais ampla?
Produto (continuação)	2) Adequação É social, cultural e ambientalmente apropriada?	6) Ajustabilidade É flexível e adaptativo às mudanças do contexto?		
	3) Acesso É acessível agora e no futuro?	7) Inclusividade É inclusiva para grupos marginalizados ou prioriza grupos específicos de usuários?	13) Escalabilidade O processo produtivo é replicável e escalável?	
	4) Usabilidade É compreensível e fácil de usar?	8) Complementaridade Suporta soluções existentes e evita redundâncias desnecessárias?		

Figura 5 - Avaliação retrospectiva da solução 2 por meio do DFSS Framework
 Fonte: CORSINI, MOULTRIE, 2019).

No nível de paradigma ainda não há condições de responder se a solução promove avanço efetivo na criação de oportunidades de trabalho (14), embora o projeto tenha se beneficiado de habilidades técnicas existentes (e até mesmo desenvolvido algumas novas), tanto de pesquisadores quanto de parceiros privados, pois o consultório odontológico parceiro do projeto já utiliza a impressora DLP em seu processo de trabalho. A redução da dependência de fornecedores externos é um dos pontos altos esperados com a implementação da solução (15), embora a autonomia de desenvolvimento pelos *stakeholders* seja ainda limitada pela falta de um sistema de capacitação adequado à solução desenvolvida. Em termos sistêmicos (16), não se pode ainda afirmar que a solução provoca ou não uma mudança social maior, por exemplo em termos de maior acesso pela população, embora esta seja uma das expectativas dos pesquisadores ao se implementar esta solução no hospital.

7.3 Solução 03: Núcleo de fabricação digital e inovação do HU/Uel

7.3.1 Descrição da solução 03

A partir da experiência obtida no desenvolvimento dos projetos anteriormente mencionados, da crise provocada pela pandemia de COVID-19 e da possibilidade de que este tipo de crise se torne cada vez mais frequente, vislumbramos a necessidade e a possibilidade de criar e implementar um núcleo permanente de fabricação digital e inovação junto ao Hospital Universitário de Londrina (Figura 6 e 7). Este núcleo tem caráter interdisciplinar, e seu objetivo é pesquisar, desenvolver, produzir e fornecer, soluções e equipamentos hospitalares personalizados, para os profissionais da saúde e para os diversos setores do hospital, em quantidade suficiente e no tempo correto, a fim de ampliar a efetividade e eficiência dos serviços prestados pelo hospital, enquanto reduz sua dependência de fornecimento externo de equipamentos diversos.

O sistema é composto pelo laboratório, a articulação em rede com a comunidade *maker* e os cursos de graduação e pós-graduação da Universidade Estadual de Londrina (UEL). O laboratório já se encontra em fase de montagem (Figura 8a e 8b).



Figura 6 - Projeto do laboratório do núcleo de fabricação digital e inovação do HU (Fab.i HU), a ser inaugurado em agosto de 2021, um dos elementos do sistema Fab.i HU.
Fonte: Autores.

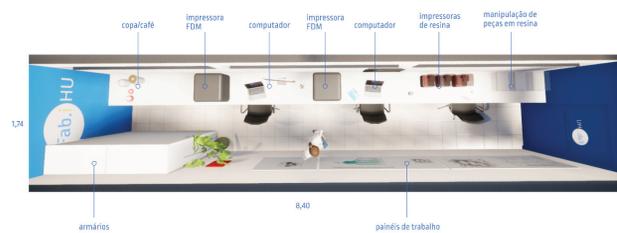


Figura 7 - Layout do novo Fab.i HU.
Fonte: Autores.



Figura 8 (a) e (b) - Instalação do laboratório do novo Fab.i HU.
Fonte: Autores.

7.3.1 Análise d2 a solução 03 com base no DfSS Framework

A solução 3 apresenta características distintas das soluções 1 e 2, pois enquanto as duas primeiras referem-se a produtos ela se baseia em um sistema, o qual inclui produtos, processos, serviços e uma estratégia de organização e operação. Além disso, enquanto os produtos analisados já foram ou estão em desenvolvimento, a solução 3

encontra-se ainda em fase de implementação, e portanto só pode ser avaliada de forma prospectiva. Feita esta observação, pode-se considerar que os requisitos de sustentabilidade social do *framework* DfSS (Figura 9) deverão funcionar como diretrizes, tanto projetuais quanto de avaliação, para o desenvolvimento de qualquer produto ou processo que venha a ser desenvolvido no núcleo de fabricação digital. A avaliação destes requisitos foi feita, neste caso, considerando-se as potenciais dificuldades de atendimento para cada um deles.

No nível de produto, deve-se considerar que: o núcleo de fabricação digital deverá desenvolver produtos para diversas necessidades do hospital (1), dependendo da demanda e urgência, e que sejam apropriadas ao contexto da instituição (2), acessíveis para ela e para o público-alvo (3), e com usabilidade (4), qualidade (5), ajustabilidade (6), inclusividade (7) e complementaridade (8) adequadas. Destes, e com base no aprendizado obtido nas experiências com produtos (Soluções 1 e 2), pode-se inferir que poderão ser encontradas maiores dificuldades nas questões de usabilidade (4) e qualidade (5), principalmente ao se desenvolver e produzir produtos com maior complexidade, e devido a limitações tecnológicas próprias dos processos de impressão 3D. A transparência (12) por meio de documentação adequada, aberta e compartilhada, representa outro desafio para o sucesso do sistema, assim como a escalabilidade (13), que deve ser prevista com atenção para cada tipo de solução demandada pelo hospital.

No nível de processo, a possibilidade de produção (9), controle e reparo local (10) são relativamente fáceis de se atender pelas próprias características intrínsecas à fabricação digital; a colaboração (11), no entanto, apresenta um nível maior de dificuldade de implementação, pois exige uma capacidade de articulação de atores que precisa ser construída cuidadosamente.

Finalmente, no nível de paradigma deve-se considerar com atenção alternativas que permitam ao sistema criar novas fontes de trabalho e renda (14), seja no próprio sistema ou a partir de novos negócios que possam ser criados ou aprimorados a partir dele. Tanto a identificação das habilidades já existentes no sistema quanto a criação de novas devem ser consideradas, uma vez que se trata de um tipo de sistema que requer um alto nível de conhecimento técnico e científico.

Paradigma	14) Avanço Cria postos de trabalho no país? Aproveita as habilidades existentes? Desenvolve novas habilidades?		15) Empoderamento Reduz a dependência? Empodera pessoas para desenvolver suas próprias soluções?	
Processo	9) Produção local Pode ser produzido localmente?	10) Controle e reparo local Pode ser controlado, mantido e reparado localmente?	11) Colaboração Considera e engaja todos os stakeholders?	
Produto	1) Necessidade O usuário ou comunidade precisam da solução? Respeita a dignidade humana	5) Qualidade É robusta e duradoura? Atende aos requisitos e normas?	12) Transparência Há documentação de suporte? A informação é compartilhada?	16) Sistemicidade A solução é isolada ou desencadeia uma mudança social mais ampla?
Produto (continuação)	2) Adequação É social, cultural e ambientalmente apropriada?	6) Ajustabilidade É flexível e adaptativo às mudanças do contexto?	13) Escalabilidade O processo produtivo é replicável e escalável?	
	3) Acesso É acessível agora e no futuro?	7) Inclusividade É inclusiva para grupos marginalizados ou prioriza grupos específicos de usuários?		
	4) Usabilidade É compreensível e fácil de usar?	8) Complementaridade Suporta soluções existentes e evita redundâncias desnecessárias?		

Figura 9 - Avaliação prospectiva da solução 3 por meio do DfSS framework
 Fonte: CORSINI, MOULTRIE, 2019

A capacitação dos diversos atores do sistema é outro aspecto que merece atenção, a fim de criar maior autonomia e capacidade de ação (15), reduzindo a necessidade de dependência externa. Uma vez que estes critérios de sustentabilidade social sejam considerados com profundidade no sistema, e buscando-se uma articulação mais ampla com outras redes de colaboração semelhantes em nível local, regional e nacional, a chance de se promover uma mudança social mais ampla, evitando assim que o sistema seja apenas uma solução isolada. Tal sistemicidade representa, portanto, um desafio significativo a ser enfrentado no desenvolvimento do sistema.

Para uma implementação efetiva deste tipo de espaço, Pietila (2021) propõe que sejam observados alguns aspectos importantes, como: considerar qual é a escala do sistema, se departamental ou institucional; caso utilize imagem digital 3d, considerar o formato mais adequado e viável (CT, MRI ou ultrassom 3D); considerar as necessidades de software mais adequadas ao fluxo de trabalho; como ampliar a colaboração e o fluxo de informações (ex. modelos digitais 3D) a fim de facilitar a comunicação entre a equipe do laboratório e o restante do hospital; definir se o laboratório será interno ao hospital ou terceirizado, pois cada uma destas modalidades tem seus pontos fortes e fracos que deve ser considerado conforme a necessidade e recursos do hospital; caso seja interno, quais são as necessidades de treinamento específico para que o laboratório possa ser operado. A fim de criar condições para que o sistema tenha sucesso caso seja implementado internamente, Pietila (idem) recomenda que

se inicie em pequena escala enquanto se busca aprender rapidamente e ampliar o apoio dos demais profissionais do hospital para o sistema.

8. DISCUSSÃO

O instrumento DfSS *framework* permitiu avaliar de forma clara e objetiva, ainda que qualitativa, o tripé produto, processo e paradigma, a fim de que seja possível criar soluções com foco não só no usuário, mas também no sistema. O DfSS permite ampliar o todo, baseado no design, na fabricação, no uso e na manutenção, entre outros, com consequente expansão do impacto social (CORSINI E MOULTRIE, 2019). Esses autores afirmam ser este um instrumento capaz de fornecer diretrizes para o planejamento e avaliação de projetos. O presente instrumento vem de encontro às necessidades da solução 1, 2 e 3 expostas neste artigo, pois possibilita uma visão clara, ampla e transparente das etapas de planejamento e avaliação do processo do projeto. O quadro possibilitou uma análise mais profunda do impacto das intervenções, auxiliando na identificação de fatores que podem ser negligenciados durante o andamento do projeto, o que pode minimizar os erros.

Em relação ao nível de sustentabilidade das três soluções apresentadas, foi possível observar que as duas primeiras, embora sendo produtos, apresentaram características diferentes; o fato da primeira solução (suporte para *face shield*) ser baseada em um modelo aberto disponibilizado pela comunidade aberta para impressão e eventuais alterações implicou em algumas limitações de adequação, usabilidade, qualidade e complementaridade, as

quais foram menos críticas na segunda solução (conector para sistema fechado), embora esta última ainda se encontre em desenvolvimento.

Tal comparação evidencia também as possibilidades e limitações dos processos de impressão 3D por deposição, no caso da solução 1, e DLP, na solução 2, notadamente em termos de escalabilidade e envolvimento dos stakeholders. Ambas oferecem oportunidades de avanço econômico e social, mas este é um aspecto ainda a ser explorado, e um dos motivos pelos quais foi desenvolvida a solução 3 (núcleo de fabricação digital). Este núcleo foi pensado como uma resposta para melhor atender às questões em nível de processo e paradigma, ao mesmo tempo em que explora os aprendizados obtidos com as experiências em nível de produto anteriores. Além disso, a proposta sistêmica do núcleo foi reconhecida como relevante pela agência oficial de fomento do Estado do Paraná (Fundação Araucária), que concedeu à equipe idealizadora do Fab.i HU fomento para compra de equipamentos e insumos que viabilizarão a implementação deste sistema, cujo laboratório já está sendo montado e com inauguração prevista para o mês de agosto de 2021.

REFERÊNCIAS

BROWN, T. **Design Thinking**: Uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Alta Books, 2010.

CRAVEN, M.; LIU, L.; MYSORE, M.; WILSON, M. COVID-19: Implications for business. **McKinsey & Company**. Disponível em: <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/COVID-19-implications-for-business>. Acesso em: 8 fev. 2021.

CHOONG, Y.Y.C. et al. The global rise of 3D printing during the COVID-19 pandemic. **Nature Reviews Materials**. V. 5, p. 637–639, 2020.

CORSINI, L.; DAMMICCO, V.; MOULTRIE, J. Frugal innovation in a crisis: the digital fabrication maker response to COVID-19. **R&D Management**, Cambridge, v. 51, n. 2, p. 195-210, 2021.

CORSINI, L.; MOULTRIE, J. Design for social sustainability: Using digital fabrication in the humanitarian and development sector. **Sustainability**, Suíça, v. 11, n. 13, 2019.

DA COSTA JUNIOR, J.; DIEHL, J. C.; SNELDERS, D. A framework for a systems design approach to complex societal problems. *Design Science*, v.5 e.2, Cambridge University Press, 2019.

ELLEN MCARTHUR FOUNDATION. Disponível em <<https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>> Acesso

em: 12 jan 2020.

GERSHENFELD, N. How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. **Foreign Affairs**, v. 91, n. 6, p. 43–57, 2012. Disponível em: http://access.library.unisa.edu.au/login?url=http://search.proquest.com/docview/1223498609?accountid=14649%5C-nhttp://www.library.unisa.edu.au/applications/fin-dit/?ctx_ver=Z39.88-2004&ctx_enc=info:ofi/enc:UTF-8&rft_id=info:sid/ProQ%3Aabiglobal&rft_val_fmt. Acesso em: 08 jun 2020.

ISON, R. **Systems Practice**: How to Act in a Climate-Change World. Londres: Springer, 2010.

MANZINI, E.; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp – Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

PIETILA, T. **6 Considerations for Implementing a 3D Printing Core Service in Your Hospital**. Medical 3D Printing Webinar series. Materialise. Disponível em <https://www.materialise.com/en/resources/medical/whitepapers/6-considerations-for-implementing-a-3d-printing-core-service-your-hospital> Acesso 11 jun 2021.

RITTEL, H.W.J.; WEBBER, M.M. Dilemmas in a general theory of planning. **Policy Sci**, n. 4, p. 155-169, 1973. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/BF01405730>. Acesso em: 14 mar 2019.

SNOWDEN, D. J. Multi-ontology sense making: A new simplicity in decision making. **Informatics in Primary Care**, v. 13, n. 1, p. 45–53, 2005.

VANDENBROECK, P. **Systems thinking and four forms of complexity**. Antuérpia: Shiftn, 2015.

VEZZOLI, Carlo. **Design de sistemas para sustentabilidade**: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de “sistemas de satisfação”. Salvador: EDUFBA, 2010.

VOLPATO, Neri. **Prototipagem Rápida**: tecnologias e aplicações. São Paulo: Editora Blücher, 2007.

AUTORES

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2310-8674>

CLAUDIO PEREIRA DE SAMPAIO, Dr. | Universidade Estadual de Londrina (UEL), Departamento de Design, Londrina/PR/Brasil | Endereço: Rua Rodolfo Preto, 230 Jardim Columbia D, CEP 86057382. Email: claudiopereira@uel.br

ORCID 0000-0003-4785-6765

SONIA MARIA FABRIS LUIZ, Dra. | Universidade Estadual de Londrina (UEL), Departamento de Fisioterapia, Londrina/PR/Brasil. Endereço: . Email: sofabrisuel.br | Rua Dr Elias César, 220, apto 304. Caiçaras. 86015640

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SAMPAIO, Claudio Pereira de; LUIZ, Sônia Maria Fabris. Design E Impressão 3D Na Pandemia: Uma Análise De Possibilidades A Partir Do Modelo Teórico DFSS. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 149-160, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.149-160>.

DATA DE ENVIO: 11/06/2021

DATA DE ACEITE: 14/06/2021

COMPÓSITO DE FIBRA DE TURURI: CONFEÇÃO E POTENCIALIDADE COMO MATERIAL SUSTENTÁVEL

TURURI FIBER COMPOSITE: DEVELOPMENT AND POTENTIALITY AS A SUSTAINABLE MATERIAL

AMANDA SOUSA MONTEIRO, M.Sc. | USP

DENISE DANTAS, Dra. | USP

JÚLIA BARUQUE-RAMOS, Dra. | USP

TAKASHI YOJO, Dr. | IPT

RESUMO

O objetivo da presente pesquisa foi descrever a criação de compósitos da fibra vegetal amazônica tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.) com a resina epóxi-vinil-éster com processo de produção por infusão a vácuo, além de analisar o seu potencial como material sustentável segundo a óptica de projeto sustentável. Buscou-se apreender as várias fases que diferenciam a entrada, permanência e a saída de um compósito como material para o mercado, tendo em vista o processo de produção e acabamento. Notou-se que o material desenvolvido tem potencial para a utilização no design de produtos como um produto sustentável pois apresenta um baixo impacto em sua pré-produção, produção, montagem e descarte.

PALAVRAS CHAVE: Compósito de tururi; Projeto sustentável; *Manicaria saccifera* Gaertn

ABSTRACT

The objective of this research was to describe the creation of composites of the tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.), an Amazonian vegetal fiber, with epoxy-vinyl-ester resin using the vacuum infusion method, in addition to analyzing its potential as a sustainable material according to the life cycle perspective. We sought to analyze the various phases that compose the entry, permanence, and exit of a composite as a material for the market, considering the production and finishing process. It was found that the developed material has the potential for use in product design as a sustainable material as it has a low impact on its pre-production, production, assembly, and disposal.

KEY WORDS: Tururi composite; sustainable design; *Manicaria saccifera* Gaertn



1. INTRODUÇÃO

O design de produtos é a área responsável por melhorias na cultura material e utiliza recursos como a maquinaria, os processos produtivos e os materiais para entregar produtos e serviços com maiores qualidades funcionais e estéticas (BONSIEPE, 2012). O designer, com atos projetuais, intervém e supera dificuldades encontradas na realidade da produção industrial, “Afim, projetar, introduzindo as mudanças necessárias, significa ter a predisposição para mudar a realidade sem se distanciar dela” (BONSIEPE, 2011, p. 37).

Visando tais melhorias, a conscientização a respeito dos problemas ambientais tem crescido nas últimas décadas e conduz a uma maior discussão e reorientação dos comportamentos sociais e industriais. Entre os requisitos gerais para se alcançar a sustentabilidade, ressalta-se que o design de produtos deve aproveitar-se da utilização de recursos renováveis, entre eles o emprego de materiais sustentáveis (KOZLOWSKI et al., 2005).

Sobre os materiais, por aproximadamente um milhão de anos os seres humanos utilizaram majoritariamente madeira, pedra, osso, chifre e pele. Foi somente na revolução do período Neolítico (10.000 a.C. a 4.000 a.C) que outros materiais como a lã e as fibras vegetais foram empregados. A partir disso, a evolução das técnicas de trabalho gerou alternativas que marcaram profundamente a vida em sociedade, chegando à revolução industrial com uma completa transformação de operação e assim um número cada vez maior de possibilidades tecnológicas (MANZINI, 1993).

Materiais podem ser compreendidos como “um novo ambiente técnico e cultural, no âmbito do qual se vem dando a transformação da matéria” (MANZINI, 1993, pg.17). O autor aponta que, no século XX, o número de materiais disponíveis cresceu significativamente, sendo a área de materiais um campo aberto a experimentações, desde o desenvolvimento de novos materiais sem quaisquer precedentes na indústria quanto da transformação de outros já existentes.

Nos estudos do design de produtos, os últimos 15 anos vêm sendo permeados por pesquisas que objetivam estabelecer uma nova relação com os materiais, através do desenvolvimento de novas possibilidades. Aproveita-se das metodologias projetuais da área, e através de técnicas artesanais, designers de produto têm acesso à tecnologia de forma ativa, buscando a inovação em materiais e processos. Estabelece-se assim “Uma nova dimensão em termos da relação entre designers, tecnologia, processos de produção e materiais.” (ROGNOLI; AYALA-GARCÍA, 2018, p.7, tradução nossa).

O acesso ao processo de desenvolvimento de materiais acarreta ideias originais que auxiliam as capacidades investigativas e inovadoras dos designers de produtos. “Eles operam em processos, tratamentos de superfície ou na própria formulação para produzir inovação material” (PARISI; ROGNOLI; AYALA-GARCIA, 2016, p. 239, tradução nossa). Nesse sentido, promove-se também a democratização das práticas tecnológicas, pois permite o acesso e compartilhamento de tecnologias.

Ashby e Johnson (2011) reforçam que os avanços na área da engenharia de materiais e design geraram novos comportamentos e experiências e enfatizam as possibilidades criativas destes avanços, já que materiais e processos podem ser importantes fontes de inspiração para designers de produtos. Todavia, citam também os riscos associados ao se trabalhar com novos materiais e apontam as caracterizações incompletas e a falta de referências como problemáticas que implicam em uma falta de confiança tanto nas questões técnicas quanto subjetivas dos novos materiais.

Busca-se, por esta razão, aprofundar e orientar os estudos de novos materiais para atingir questões de sustentabilidade no projeto. Deve-se aproveitar-se das possibilidades que o desenvolvimento criativo promove, compreendendo suas propriedades e promovendo um uso racional que vise a redução do impacto ambiental (MANZINI; VEZZOLI, 2002).

A aplicação de fibras naturais vegetais em compósitos é uma das inovações em materiais de grande valia ao design de produtos, sobretudo nos países em que há abundância de materiais regionais com subutilização. O Brasil oferece muitas alternativas no que diz respeito a fibras naturais vegetais e estas vêm sendo bastante exploradas, principalmente aquelas cuja renovação dá-se de forma rápida e de maneira pouco prejudicial, preservando a resiliência do ecossistema (SAVASTANO JR, 2000).

2. MATERIAIS COMPÓSITOS

Compósitos mostram-se uma excelente alternativa na área de desenvolvimento de novos materiais que visem a sustentabilidade. Podem ser compreendidos como materiais multifásicos que exibem uma proporção significativa de ambas as partes que o compõem. A combinação de materiais obtida gera melhorias e equilíbrio em suas propriedades (CALLISTER, 2005).

Existem compósitos que incluem ligas metálicas, cerâmicas e polímeros multifásicos. São essencialmente artificiais, e as fases que o constituem devem ser quimicamente diferentes e estarem separadas por interfaces

diferentes. Muitos deles são constituídos por duas fases distintas: uma denominada matriz, a qual é contínua e envolve outra fase, chamada de dispersa. Com a combinação das duas fases adquire-se um novo material com melhores combinações de qualidades (CALLISTER, 2005).

Manzini conceitua compósitos como: "(...) significa escolher os materiais com as características mais apropriadas e dispô-los segundo uma geometria adequada na macroestrutura daí resultante" (MANZINI, 1993, p. 87). Também aborda que a combinação de materiais visando novos comportamentos vem sendo realizada ao longo de toda a história da técnica, desde o trabalho de artesãos até o ponto em que as teorias sobre a matéria e o seu comportamento culminaram na gestão complexa dos materiais, com alta carga de experiências acumuladas.

Como fase dispersa em compósitos, a utilização de fibras vegetais é de grande importância ecológica. Fibras vegetais como tururi, curauá, juta, palha da costa, coco, bambu e sisal vêm sendo usadas como materiais de reforço em diversos estudos e pesquisas acadêmicas, apresentando a vantagem da simplicidade de produção e versatilidade (OLIVEIRA, 2011), (CALEGARI; OLIVEIRA; LENZ, 2014), (RODRIGUES; SOUZA; FUJIYAMA, 2015), (BARAUNA; RAZERA; HEEMANN, 2015).

Além das propriedades mecânicas elevadas em termos de resistência à tração e leveza, essas fibras têm vantagens em termos de baixos custos de produção, abundância natural, biodegradabilidade, alto grau de renovação, baixas emissões de poluentes e baixo consumo de energia para a sua produção e descarte (BORRI et al., 2013). Os custos para a produção e eliminação, no fim da sua vida, são significativamente menores do que para um material compósito com fibras sintéticas tradicionalmente utilizadas (BORRI et al., 2013), (FUENTES et al., 2014), (RODRIGUES; SOUZA; FUJIYAMA, 2015).

Entretanto, existem também problemáticas associadas à utilização de fibras naturais, como as suas fraquezas inerentes: a acentuada variabilidade nas propriedades mecânicas e baixa estabilidade dimensional, alta sensibilidade a efeitos ambientais (variações de temperatura da umidade), seções transversais de geometria complexa e não uniforme, propriedades mecânicas modestas em relação aos materiais estruturais tradicionais, entre outras (MEDEIROS et al., 2016).

Outro fator que deve ser atentamente analisado é a produção de fibras vegetais, já que há implicações sociais importantes, como o fortalecimento das culturas rurais onde são cultivadas e/ou extraídas. Por esse motivo, a pesquisa nesta área é extremamente relevante e deve

levar em consideração todos esses agentes e questões (SWAMY, 1990). O designer de produtos, propondo-se a desenvolver novos materiais, deve abarcar todas essas nuances em um projeto. A seguir, serão tratados importantes fatores da confecção de um novo material, no que diz respeito à uma produção visando a sustentabilidade.

3. METODOLOGIA

O objetivo deste trabalho foi descrever a criação de compósitos da fibra vegetal amazônica tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn) com a resina epóxi-vinil-éster de acordo com o processo de produção por infusão a vácuo de Seyam et al. (2017) e Rodrigues (2014), assim como analisar seu potencial como material sustentável segundo a óptica de projeto sustentável de Manzini e Vezzoli (2002). Analisou-se uma adaptação do ciclo de vida da criação do compósito com o propósito de apreender as várias fases que diferenciam a entrada, a permanência e a saída do material para o mercado.

Na Figura 1 é apresentado o modelo de ciclo de vida utilizado como base para análises. Optou-se por reduzir e excluir algumas fases, por se tratar do desenvolvimento de um material e não de um produto. Para melhor organização, o material foi analisado seguindo as fases descritas abaixo.

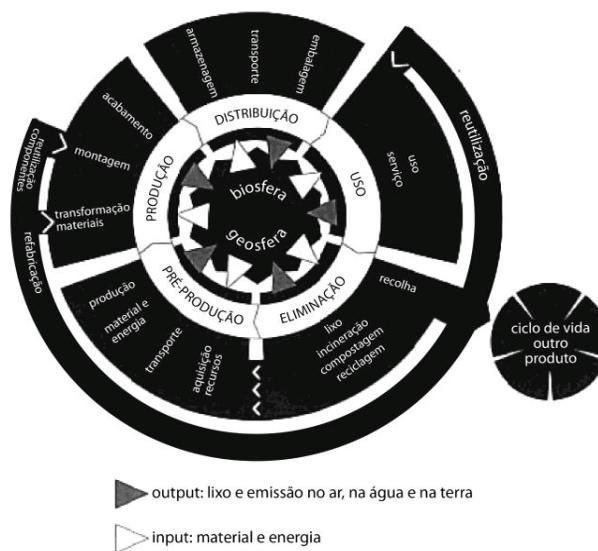


Figura 01 - Ciclo de vida do produto
Fonte: Manzini e Vezzoli (2002, p. 92).

3.1. Pré-produção

Diz respeito à aquisição dos recursos, o transporte destes do local de aquisição ao de produção e a transformação dos recursos materiais em energia. Por se tratar de um material que utiliza uma fibra natural, foi descrito o processo de extração e transporte.

Sobre o material polimérico utilizado, focou-se no processo de compra e transporte para o laboratório onde os compósitos foram confeccionados.

3.2. Produção

É referente à transformação dos materiais, sua montagem e acabamento. Por tratar-se de técnicas artesanais, esta etapa foi adaptada para melhor compreensão e organização das informações. Inicia-se com a limpeza, classificação, medição e pesagem das amostras, além da preparação do material para utilização nos compósitos (MONTEIRO; DANTAS; YOJO, 2021).

Em sequência é descrito o processo de confecção de compósitos poliméricos com o método de infusão a vácuo, baseado nos métodos de Seyam et al. (2017) e Rodrigues (2014).

Por fim, dentro do escopo do acabamento, são analisados alguns parâmetros da dimensão de uso do material, segundo o guia de referência de processos de manufatura apresentado por Ashby e Johnson (2011). Tais processos são os mais utilizados em projetos de design de produtos, tendo sido escolhidos os perfis de junção e acabamento de superfície.

3.3. Descarte

De acordo com o ciclo de vida de Manzini e Vezzoli (2002), esta etapa diz respeito à eliminação do material, sobre as possibilidades de reuso, reciclagem ou o seu despejo. Os autores consideram também as possibilidades de recuperação da funcionalidade, valorização do material empregado e seu conteúdo energético ou a não recuperação do produto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como mencionado anteriormente, para compreender a criação de compósitos da fibra de tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.) com a resina epóxi-vinil-éster e analisar o seu potencial como material sustentável, foi necessário adaptar o modelo proposto por Manzini e Vezzoli (2002), tendo em vista que trata-se de um material e não um produto.

O modelo apresentado na Figura 2 foi concebido para que os assuntos tratados em sequência sejam mais bem visualizados, como a cadeia de produção e descarte do material.

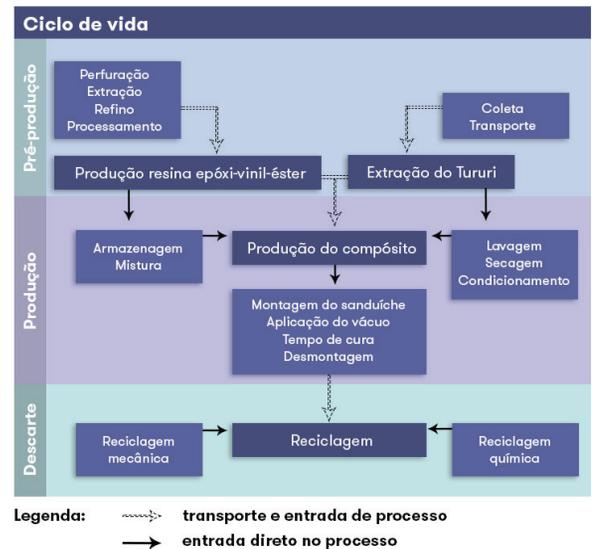


Figura 02: Ciclo de vida do compósito de fibra de tururi e resina epóxi-vinil-éster.
Fonte: Autores.

4.1. Pré-produção

Quanto à pré-produção dos compósitos, primeiramente foi analisada a aquisição dos recursos. Os espécimes de tururi foram coletadas na região do entorno da cidade de Muaná – Pará (raio de 5000 m a partir de S -1° 20' 40.3506" W -49° 17' 45.3948"), que faz parte do arquipélago do Marajó.

O tururi é oriundo dos cachos de frutos da palmeira Ubuçu (*Manicaria saccifera* Gaertn.). Trata-se de espécie nativa amazônica, encontrada na Venezuela, Colômbia, Guianas e Brasil. No Brasil, é encontrada principalmente nos estados do Amazonas, Pará e Amapá.

A obtenção de tururi não necessita de autorização do IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente) ou de qualquer outro órgão ambiental federal ou estadual, posto tratar-se de material normalmente comercializado na região do Pará e cuja compra e posse não possui qualquer restrição legal em nenhum dos estados brasileiros (MONTEIRO; BARUQUE-RAMOS, 2016).

As palmeiras de Ubuçu são encontradas de maneira dispersa nas matas de várzea (aquelas que são periodicamente inundadas). Este fator dificulta o processo de extração, já que é necessário que moradores da região com grande conhecimento da área indiquem onde estão as palmeiras. Não há conhecimento até o presente momento do projeto de silvicultura da palmeira de Ubuçu.

A coleta é feita de maneira artesanal pela população ribeirinha, que utiliza métodos tradicionais para o corte, como facões e peçonhas. O transporte até o local de extração é feito através de pequenas embarcações, o tipo mais comum de transporte na região do arquipélago do Marajó.

Na Figura 3 é ilustrado um morador fazendo a extração utilizando facão. De acordo com Manzini e Vezzoli (2002) pode-se classificar esta primeira fase como de utilização de recursos primários renováveis. Depois de serem recolhidos nas várzeas, os sacos são organizados em pacotes e transportados da cidade de Muaná para a capital do estado do Pará, Belém, em uma viagem de 5 a 6 horas de duração.



Figura 03: Extração do tururi da palmeira Ubuçu
Fonte: Monteiro e Baruque-Ramos (2016).

O processo em geral é lento (não há embarcação entre Muaná e Belém todos os dias) e totalmente dependente da população ribeirinha. Em 2020, o saco do tururi tinha um alto custo, de R\$5,00 (cinco reais) por espécime. Não é possível comprar o material em todas as épocas do ano, sendo necessário esperar pelo período de colheita, que é realizada sazonalmente nos períodos dos meses de dezembro a fevereiro.

4.2. Produção

A produção dos compósitos de tururi com resina epóxi-vinil-éster pelo método de infusão a vácuo é iniciado com a limpeza, classificação, medição, pesagem e corte em tamanho padrão dos espécimes de tururi. Este método pode ser seguido para outras fibras vegetais que não necessitem de tratamento químico para sua utilização, sendo os métodos descritos considerados uma forma de amaciamento da fibra (MONTEIRO; DANTAS; YOJO, 2021).

Os espécimes foram medidos com fita métrica e sua espessura medida em seis diferentes pontos com um micrômetro Mitutoyo (modelo MC-004) devido a uniformidades no material. Na Figura 4 é apresentado o esquema de medição e detalhe do procedimento.



Figura 04: Medição de espessura das amostras
Fonte: Monteiro, Dantas e Yojo (2021).

O passo seguinte é manter os espécimes imersos em água corrente por 24 horas. As fibras vegetais quando em contato com a água em forma líquida e vapor, incham devido à absorção de água, o que facilita o trabalho de limpeza. Após o período determinado, os espécimes foram recortados em sentido vertical, preservando as partes menos danificadas pelos agentes naturais (Figura 5).



Figura 05: Exemplo de espécime antes de ser recortado
Fonte: Autores.

O processo seguinte é limpar os espécimes com uma escova de cerdas delicadas, pesá-los em balança semi-analítica (marca Shimadzu modelo Ux6200H) e mantê-los em estufa com circulação e renovação de ar (Marconi, modelo MA 035). Como critério de secagem e medição da umidade, a temperatura foi fixada em 45° C, com primeira medição da massa da amostra após 24 horas e a segunda medição 6 horas depois. O valor da diferença de 1% entre as duas massas foi definido como o critério de parada e retirada da estufa. Finalizado este processo, os espécimes foram mantidos em ambiente climatizado pelo condicionador de ar (Diamont, Modelo Vega) a 20°C e umidade relativa de 65%.

4.2.1. Montagem

A laminação por infusão a vácuo é uma técnica de injeção de resina alternativa aos processos manuais em molde aberto para criação de compósitos. O processo caracteriza-se pela utilização de um molde flexível, o qual é submetido à pressão do vácuo para injetar a resina para o interior do material de reforço (LOPES, 2009). Neste trabalho foram repetidos os métodos de Seyam et al. (2017) e Rodrigues (2014), adaptando para o maquinário disponível. Na Figura 6, esquematização a disposição de montagem do compósito, com a fibra de tururi.

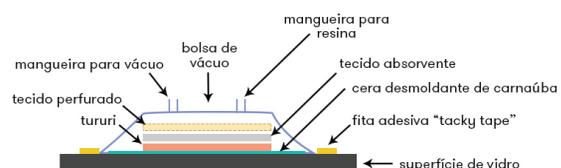


Figura 06: Esquema representativo do processo de laminação a vácuo
Fonte: Autores.

Primeiramente pesou-se as fibras de reforço em balança semi-analítica (marca Shimadzu modelo Ux6200H), sendo a quantidade de espécimes pré-definida de acordo com o tamanho da placa e a quantidade de camadas. Neste estudo, definiu-se que seriam utilizadas quatro camadas de tururi com o tamanho pré-definido de 30x15 cm por amostra, como ilustrado na Figura 7.



Figura 07: Espécimes recortados em tamanho padrão.
Fonte: Autores.

A montagem do compósito é do tipo sanduíche e segue as seguintes etapas: aplicação de cera desmoldante de carnaúba; organização das amostras de tururi de acordo com o layout planejado, com os espécimes em orientação de 0 e 90°; proteção das amostras com tecido desmoldante de poliâmida, aplicação de malha plástica flexível e de tecido perfurado; montagem de mangueiras e tubo em espiral de meia polegada, para inserção da resina e aplicação do vácuo; camada final de filme de vácuo. Na Figura 8, a arquitetura utilizada.

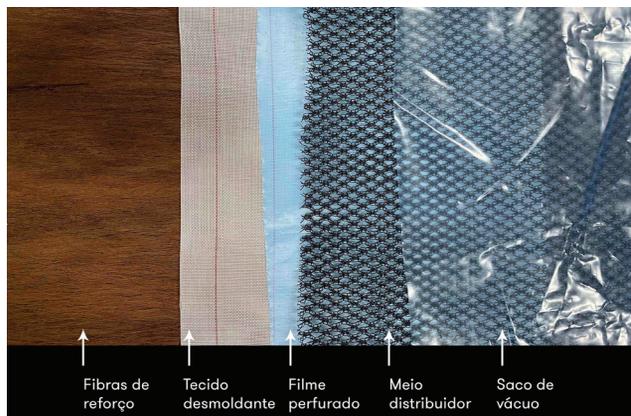


Figura 08: Arquitetura do sanduíche.
Fonte: Autores.

Após a selagem com fita adesiva apropriada, o sistema é conectado à uma bomba de vácuo usada para remover o ar existente dentro da cavidade do molde. Foi utilizada a bomba de vácuo de duplo estágio da marca brasileira Suryha, com potência de 250 Watts/h.

Definiu-se o período de verificação de aplicação do vácuo em 10 minutos, e tendo sido verificada a ausência de vazamentos, a mangueira conectada ao sistema é aberta e a resina é dispersa no sanduíche. Na Figura 9, a confecção do compósito montada e o resultado obtido.

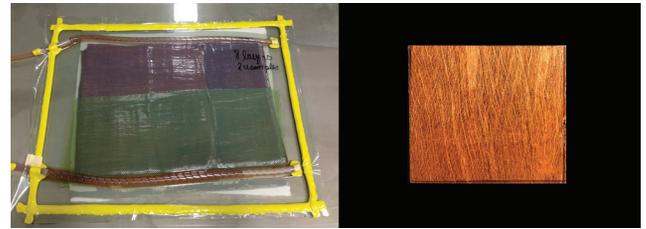


Figura 09: Processo de laminação a vácuo e compósito resultante.
Fonte: Autores.

4.2.2. Especificações técnicas

A fibra de tururi e o compósito gerado pela combinação da fibra e da resina epóxi-vinil-éster desenvolvidos com a técnica de infusão a vácuo já foram caracterizados, quanto às suas principais características físico-químicas. A Tabela 1 resume os dados obtidos para a fibra de tururi.

Título médio (tex)	100,3 ± 14,5 (CV=14,5%)
Carga de Ruptura (N)	17,7 ± 4,2 (CV= 23,5%)
Alongamento (%)	10,5 ± 2 (CV=20%)
Tenacidade na quebra (cN/tex)	18 ± 3, 2 (CV=18%)
Módulo de Young (N/tex)	3,4 ± 0,5 (CV=14, 4%)
Gramatura (g/m²)	182 ± 18 (CV=10%)
Espessura (mm)	0,71 ± 0,10 (CV=14%)

Tabela 01: Propriedades físicas da fibra de tururi.
Fonte: Monteiro (2016).

Na Tabela 2 estão organizados os dados para a tira de tururi, que preserva em sua estrutura uma rede de fibras no formato de um não-tecido. Nos compósitos citados neste trabalho, por serem utilizados amostras no formato de tiras, tais informações se mostram mais satisfatórias para compreensão do material.

Título médio (tex)	100,3 ± 14,5 (CV=14,5%)
Carga de Ruptura (N)	17,7 ± 4,2 (CV= 23,5%)
Alongamento (%)	10,5 ± 2 (CV=20%)
Tenacidade na quebra (cN/tex)	18 ± 3, 2 (CV=18%)
Módulo de Young (N/tex)	3,4 ± 0,5 (CV=14, 4%)
Gramatura (g/m²)	182 ± 18 (CV=10%)
Espessura (mm)	0,71 ± 0,10 (CV=14%)

Tabela 02: Propriedades físicas das tiras de tururi.
Fonte: Monteiro (2016).

A técnica de infusão a vácuo foi utilizada pois proporciona uma estrutura mais leve e forte aos compósitos, quando comparado com testes de impacto para compósitos do mesmo tipo fabricados com o método de moldagem por compressão, como apresentado na Tabela 3.

Referência	Tipologia	Carga(média)
Midani et al. (2018).	Tururi e resina epóxi, com 8 camadas e fabricado com a técnica de infusão a vácuo.	97424 N
Oliveira (2011)	Tururi e resina epóxi, com 7 camadas e fabricado com a técnica de moldagem por compressão.	2655,7 N

Tabela 03: Comparação entre testes de impacto para compósitos de Tururi com resina epóxi
Fonte: Oliveira (2011) e Midani et al. (2018).

Ressalta-se que a diferença de condições experimentais e as análises de resultados tornam difícil a comparação entre os resultados. Assim, parte-se das informações obtidas na literatura científica, que reforçam o método de fabricação por infusão a vácuo como gerador de uma melhor compactação do laminado (por conta da pressão atmosférica), com maior impregnação de resina com a fase dispersa (SEYAM et al., 2017), (MIDANI et al., 2018).

Deve-se, todavia, atentar para as dificuldades ao se trabalhar com fibras naturais neste tipo de compósito. O material vegetal difere bastante entre si, suas qualidades dependem de fatores de difícil controle, como a alta sensibilidade a fatores ambientais relacionados ao crescimento do espécime, a vulnerabilidade à ataque de animais, entre outros. Por isso, uma análise visual anterior à montagem dos compósitos é essencial, para que somente espécimes com peso e características equivalentes possam ser utilizados.

Outro fator é a dificuldade de controle sobre o material durante a montagem do saco. Quando é imposto vácuo no compósito, pode haver movimentação do material, já que não são utilizadas colas ou outras formas de fixação do material no molde. Apesar da qualidade do compósito, deve-se apontar algumas problemáticas relacionadas à sua confecção pelo método de infusão a vácuo. Primeiramente, o processo gera uma quantidade significativa de lixo, pois utiliza diversos componentes descartáveis, como o saco de vácuo, as fitas adesivas, mangueiras e tecidos absorventes. Estes devem sofrer um descarte diferenciado, pois contém resíduos químicos após o processo.

4.2.3. Acabamento

Com o desenvolvimento de novos materiais cada vez mais frequente, torna-se necessário para melhor compreensão do seu ciclo de vida, a análise de sua confecção, das suas características físico-químicas e o estudo das técnicas de trabalhabilidade passíveis de serem utilizadas.

Utilizou-se o guia de perfis de conformação de Ashby e Johnson (2011) como suporte para as análises que seguem. Buscou-se utilizar ferramentas comumente

encontradas em oficinas domésticas, para que os testes apresentados possam ser reproduzidos em diferentes contextos, tornando o processo acessível. Foram testados os perfis de corte, polimento e união do compósito.

Notou-se que o acabamento final dos compósitos está diretamente relacionado aos itens consumíveis utilizados durante a montagem do sanduíche no processo de infusão a vácuo. O lado que entra em contato com a cera desmoldante de carnaúba (ou filme plástico desmoldante) é favorecido, tendo um aspecto brilhante e mais uniforme. O lado oposto, em contato com os tecidos respiradores e de tela de dispersão, tem alteração em seu visual. Perde-se grande parte do apelo estético do compósito, como é possível notar na comparação entre as duas faces expostas na Figura 10.



Figura 10: Diferença entre os dois lados do compósito.
Fonte: Autores.

Como tentativa de melhorar o visual da face prejudicada no processo de laminação a vácuo, foi realizado o processo de lixamento com lixas número 150, 320 e 1000, com posterior polimento com cera de abelha. O visual tornou-se bastante satisfatório, dando destaque às fibras, com brilho opaco. Na Figura 11 a região polida, em contraste com a região sem qualquer tipo de trabalho.

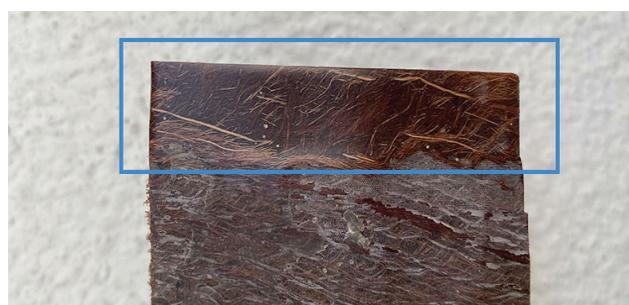


Figura 11: Diferença entre a região polida (no retângulo azul) e a original.
Fonte: Autores.

4.2.4. Corte

Sobre o corte da placa de compósito de tururi, foram testados cortes com serra circular de bancada e com serra “tico-tico” (também conhecida como serra vaivém). De acordo com a metodologia apresentada por Porto et al. (2020), constatou-se que o material é facilmente cortado

com ambos os tipos de serra, não requerendo qualquer tipo de preparação de superfície e mantendo a área cortada com poucas rebarbas e vazios. Com a serra de bancada, a área cortada apresenta aspecto áspero e opaco e não há deslocamento de fibra/matriz ou remoção de fibras pela serra (Figura 12).



Figura 12: Análise visual de corte com serra de bancada.
Fonte: Autores.

Com a serra tico-tico houve presença mais significativa de rebarbas, como é possível observar na Figura 13. Todavia, ambos os processos mostraram-se eficazes para o material.



Figura 13: Análise visual de corte com serra "tico-tico".
Fonte: Autores.

4.2.5. União

Sobre as possibilidades de união do material, foram testadas a inserção de parafusos nas placas de compósito, para verificar a estabilidade do material após o processo. Primeiramente foi utilizada a furadeira de impacto (Makita, modelo 18v Li-Ion) com broca de madeira de 4 mm. O procedimento de furo sucedeu-se de forma satisfatória, sem prejudicar a placa ou deixar rebarbas. Na Figura 14, os furos em ambas as faces do compósito.

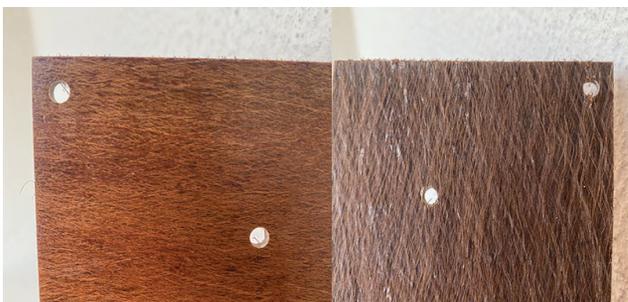


Figura 14: Análise visual de furo.
Fonte: Autores.

Também foram testadas as técnicas de escareamento com broca escareadora e posterior união de duas placas com parafuso de 3,5 mm. Como é possível observar na Figura 15.

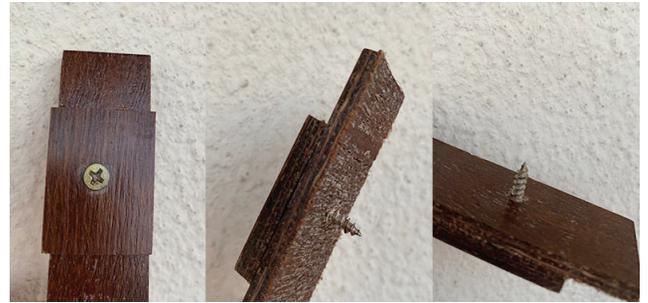


Figura 15: Análise visual de escareamento e inserção de parafuso.
Fonte: Autores.

A placa de compósito de tururi suportou bem as técnicas, demonstrando que é possível fazer a união mecânica entre diferentes placas mantendo sua estabilidade física.

4.2.6. Descarte

A etapa de descarte considera, neste estudo, o material compósito finalizado. Este tipo de material, por utilizar fibra natural de origem amazônica e ser confeccionado de forma artesanal, pode ser projetado para que tenha utilização prolongada, reforçando todos os aspectos que constituem a sua fabricação. Podem ser projetadas peças que sejam facilmente reaproveitadas em outros produtos, evitando técnicas que comprometam a desmontagem, como por exemplo o uso de colas.

Sobre as formas de reciclagem, de acordo com Manzini e Vezzoli (2002), não se pode falar do fechamento completo do ciclo de vida para este tipo de material. O descarte mais comum é a reciclagem, que é um processo que consome uma quantidade significativa de energia. Todavia, pode-se citar como solução a reciclagem mecânica para conversão dos resíduos poliméricos em grânulos. Outra alternativa é separar a matriz da fase dispersa através da reciclagem química, que é a decomposição dos resíduos por meio de processos químicos ou térmicos.

São necessários estudos apropriados para compreender a melhor forma de se reciclar o compósito de fibra de tururi e resina epóxi-vinil-éster, (KERSTING; MARINUCCI; MARINUCCI, 2012) e (MEDEIROS et al., 2016).

5. CONCLUSÕES

O presente estudo buscou relatar a criação e analisar o ciclo de vida de um compósito de fibra de tururi e resina epóxi-vinil-éster, adaptando o modelo proposto por Manzini e

Vezzoli (2002). Sobre a pré-produção, pode-se afirmar que o processo de obtenção do material, em primeiro lugar, tem aspectos sociais que devem ser levados em consideração, principalmente pela dificuldade de acesso e extração dos espécimes e do deslocamento na região amazônica.

Recomenda-se que a produção dos compósitos de fibra de tururi e resina epóxi-vinil-éster seja planejada para o uso em produtos de baixa tiragem em produção local, de modo a favorecer os pequenos produtores da região e minimizar o deslocamento da fibra e impacto de sua retirada no meio ambiente.

Quanto à limpeza, beneficiamento e preparo da fibra natural, ressaltamos que os processos descritos têm impacto mínimo, pois não utilizam produtos químicos e geram apenas resíduos orgânicos. Para a manutenção da qualidade de desempenho do material, é necessário estabelecer os critérios anteriormente citados.

Quanto à resina epóxi-vinil-éster, esta é a parte frágil deste material e que gera maior capacidade de poluição e resíduos sólidos ao meio ambiente após o descarte, por se tratar de uma resina proveniente do petróleo. Por esse motivo, sugere-se a realização de pesquisas sobre a reciclagem da resina epóxi-vinil-éster associada a fibras naturais vegetais e também recomenda-se a utilização de resina de mamona, um polímero considerado ecológico, por não ser originado de fontes petrolíferas.

Sobre o acabamento, notou-se que todas as técnicas testadas obtiveram resultados satisfatórios, sendo que ferramentas domésticas comumente utilizadas em madeira são passíveis de serem empregadas no trabalho com os compósitos deste estudo.

Outros tipos de união também serão testados, como por exemplo adesivos estruturais sintéticos comercializados livremente no Brasil, como: adesivo acrílico e adesivo de epóxi. Tais adesivos são aconselhados para a junção de compósitos de fibras com madeira, polímeros e metais. Ressalta-se que a utilização de adesivos é prejudicial ao projeto de um produto sustentável, todavia para uma testagem completa das possibilidades com o material, é necessário compreender se tal técnica é viável e se o material suporta a utilização.

Posteriormente serão testadas outras técnicas de acabamento, como a impressão através do processo de serigrafia e a utilização de pinturas à base de solvente e água. Tal conhecimento é muito importante ao design de produtos pois permite que sejam desenvolvidos projetos de produtos levando em consideração diversas técnicas de trabalhabilidade do material.

Compósitos poliméricos com fibras vegetais vêm sendo

estudados com frequência devido às inúmeras possibilidades que geram para a criação de novas alternativas com baixo custo e baixa energia de produção. É essencial, assim, reforçar que futuramente outros estudos serão desenvolvidos, objetivando compreender o desenvolvimento do material em questão visando a sustentabilidade no projeto, através de completa caracterização física, análise de ciclo de vida, trabalhabilidade do material e suas possíveis aplicações.

Os resultados de estudos anteriores somados às análises geradas neste trabalho são promissores e indicam que a fibra de tururi pode ser utilizada como reforço em compósitos poliméricos. Os compósitos confeccionados exibem uma aparência de madeira natural, um fato bastante atrativo ao design e que pode ser usado como uma alternativa à utilização da madeira em aplicações como laminados ou elementos decorativos em móveis e outras estruturas que não demandam uma alta carga associada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e à sua fundação (FIPT) pelo apoio financeiro e institucional, por meio do Programa Novos Talentos.

REFERÊNCIAS

- ASHBY, M. F.; JOHNSON, K. *Materiais e design: Arte e ciência da seleção de materiais no design de produto*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.
- BARAUNA, D.; RAZERA, D. L.; HEEMANN, A. *Seleção de Materiais no Design: Informações Necessárias ao Designer na Tomada de Decisão para a Conceituação do Produto*. *Design & Tecnologia*, Curitiba, v.5, n.10, p. 1-9, dez. 2015.
- BONSIEPE, G. *Design, Cultura e Sociedade*. São Paulo, SP: Blucher, 2011.
- _____. *Design: como prática de projeto*. São Paulo, SP: Blucher, 2012.
- BORRI, A.; CORRADI, M.; SPERANZINI, E. Reinforcement of wood with natural fibers. *Composites Part B Engineering*, v.53, p. 1-8, abr. 2013.
- CALEGARI, E. P.; OLIVEIRA, B. F.; LENZ, D. M. O desenvolvimento de produtos a partir de novos materiais: a aplicação de biocompósitos no design de produtos. *Projética*, Londrina, v.5, n. 2, p. 127- 150, dez. 2014.
- CALLISTER, Jr. W.D. *Materials Science and Engineering*. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2005.
- FUENTES C. A.; BECKERS, K.; PFEIFFER, H.; TRAN, L.Q.N.; DUPONT-GILLAIN, C.; VERPOEST, I.; VAN VUURE, A.W. Equilibrium contact angle measurements of natural fibers by an acoustic vibration technique. *Colloids and*

Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, v. 455, p. 164–173, maio 2014.

KERSTING, D. F.; MARINUCCI, G.; WIEBECK, H. Reciclagem De Compósitos Carbono/Epóxi: Uso De Reciclagem Química Associada a Outros Métodos. In: CBECIMAT- Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais, 20., 2012, Joinville, SC: 2012, p. 11907-11914. Disponível em: <https://ipen.br/biblioteca/2012/cbecimat/18414.pdf>. Acesso em: 12 fev. 2021.

KOZLOWSKI, R.; BARANIECKI, P.; BARRIGA-BEDOYA, J. Bast fibres (flax, hemp, jute, ramie, kenaf, abaca). In: BLACKBRUN, R. S. (Ed.). Biodegradable and sustainable fibres. Cambridge: Published by Woodhead Publishing Limited in association with The Textile Institute, 2005. cap. 2, p. 36-88.

LOPES, I. A. F. Estudo do processo de infusão a vácuo em materiais compósitos: produção de tampa de bagageira para autocarro. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Metalúrgica e de Materiais) – Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2009.

MANZINI, E. A Matéria da Invenção. Lisboa: Porto Editora, 1993.

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. 1.ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MEDEIROS, D. L.; TAVARES, A. O. C.; ROZADOS, I. L. G.; DOS SANTOS, E. S.; VIANA, J. D. Ciclo de Vida de Compósitos com Fibras Vegetais: Uma Análise Qualitativa das Emissões de Gases Efeito Estufa (GEE) do Compósito de Polipropileno com Fibra de Sisal Medeiros. Revista Virtual de Química, v. 8, n. 4, p. 1166-1180, 2016.

MIDANI, M.; SEYAM, A. F. M.; MONTEIRO, A.S.; BARUQUE-RAMOS, J. Effect of structural parameters on the impact properties of multilayer composites from Tururi palm (*Manicaria saccifera* Gaertn.) fibrous material. Journal of Natural Fibers, v.17, n. 2, p. 284-297, 2018.

MONTEIRO, A. S. Tururi (*Manicaria saccifera* Gaertn.): caracterização têxtil, processos e técnicas artesanais em comunidade local amazônica (PA - Brasil). 2016. Dissertação (Mestrado em Têxtil e Moda) – Programa de Pós-Graduação em Têxtil e Moda, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

MONTEIRO, A.S.; BARUQUE-RAMOS, J. Amazonian Tururi Palm Fiber Material (*Manicaria saccifera* Gaertn.). In: FANGUEIRO, R.; RANA, S. (Ed.). Natural Fibres: Advances in Science and Technology Towards

Industrial Applications. Germany: RILEM Bookseries, 2016. p. 127-138.

MONTEIRO, A. S.; DANTAS, D.; YOJO, T. Preparation of Amazonian Palm Tree Fiber (*Manicaria saccifera* Gaertn.) for Composite Materials. U.Porto Journal of Engineering, v.7, n.2, p. 31-26, 2021.

OLIVEIRA, A. K. F. Estudo da viabilidade técnica de utilização do compósito poliuretano de resina de mamona e fibra de ubuçu na fabricação de pisos e revestimentos. 2011. Tese (Doutorado em Engenharia de Materiais) – Departamento de Engenharia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PARISI, S.; ROGNOLI, V.; AYALA-GARCIA, C. Designing materials experiences through passing of time - Material driven design method applied to mycelium-based composites. Proceedings - D and E 2016: 10th International Conference on Design and Emotion - Celebration and Contemplation, p.239-255, 2016.

PORTO, J. S.; ANGRIZANI, C. C.; CALEGARI, E. P.; AMICO, S. C.; DUARTE, L. C. Polyester/paper composites: study of manufacturing techniques for product development. Revista Matéria, v. 25, n. 3, 2020.

RODRIGUES, J. D. S. Estudo da técnica de infusão de resina aplicada à fabricação de compósitos de matriz poliéster reforçados por fibras naturais da Amazônia. 2014. Tese (Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2014.

RODRIGUES, J.; FUJIYAMA, R.; SOUZA, J. A. Compósitos poliméricos reforçados com fibras naturais da Amazônia fabricados por infusão. Revista Matéria, v. 20, n. 4, p. 946–960, 2015.

ROGNOLI, V.; AYALA-GARCÍA, C. Materia emocional. Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. RChD: creación y pensamiento, v. 3, n. 4, p. 1–15, 2018.

SAVASTANO JR, H. Materiais à base de cimento reforçados com fibra vegetal: Reciclagem de resíduos para a construção de baixo custo. Tese de Livre-Docência. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. 144p.

SEYAM, A. F. M.; MONTEIRO, A. S.; MIDANI, M.; BARUQUE-RAMOS, J. Effect of structural parameters on the tensile properties of multilayer 3D composites from Tururi palm tree (*Manicaria saccifera* Gaertn) fibrous material. Composites Part B, v. 111, p. 17-26, 2017.

SWAMY, R. N. Vegetable fibre reinforced cement

composites—a false dream or a potential reality?. In: SOBRAL H.S. (Ed.). Vegetable Plants and their fibres as Building Materials. Londres: Chapman and Hall, 1990. cap.1, p.1-3.

AUTORES

ORCID: 0000-0002-9965-0390

AMANDA SOUSA MONTEIRO, Ma. | Universidade de São Paulo - USP | Programa de Pós-Graduação em Design | São Paulo, SP - Brasil | Correspondência para: Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Rua do Lago, 876, São Paulo - SP, 05508080 | e-mail: amandasousamonteiro@usp.br

ORCID: 0000-0003-4419-6394

DENISE DANTAS, Dra. | Universidade de São Paulo | Arquitetura e Urbanismo | São Paulo, SP - Brasil | Correspondência para: (Rua do Lago, 876 - Cidade Universitária Armando de Salles Oliveira - Butantã, São Paulo CEP 05508-080) E-mail: dedantas@usp.br

ORCID: 0000-0002-5538-0544

JÚLIA BARUQUE RAMOS | Escola Politécnica da USP - Engenharia Química, São Paulo, SP, Brasil | Correspondência para: EACH-USP, Av. Arlindo Béttio, 1000, São Paulo, SP, CEP 03828-000 | email: jbaruque@usp.br

ORCID: 0000-0002-0695-6973

TAKASHI YOJO, Dr. | Escola Politécnica da USP - Engenharia Civil, São Paulo, SP, Brasil | Correspondência: Rua Humberto de Campos, 150, São Paulo, SP, Cep 04311-080 | e-mail: yojos@ipt.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

MONTEIRO, Amanda Sousa; DANTAS, Denise; Baruque-Ramos, Júlia; YOJO, Takashi. Compósito De Fibra De Tururi: Confecção E Potencialidade Como Material Sustentável. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 7, n. 4, p. 161-172, set. 2021.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2021.v7.n4.161-172>.

DATA DE ENVIO: 15/06/2021

DATA DE ACEITE: 01/07/2021

OS KAXINAWÁ DO ACRE E OS LIVROS DA COLEÇÃO AUTORIA INDÍGENA: UMA ANÁLISE EM DESIGN EDITORIAL

RAYZA MUCUNÃ PAIVA, MSc. | USP

CYNTIA S. MALAGUTI DE SOUSA, Dr. | USP

1. INTRODUÇÃO

No propósito de contribuir para a formulação e desenvolvimento de questões pertinentes à configuração de impressos voltados para difundir, adequada e sensivelmente, culturas ancestrais, a dissertação analisa detalhadamente o componente gráfico dos livros de autores da etnia Kaxinawá que integram a “Coleção Autoria Indígena”, publicada pela Comissão Pró Índio do Acre, CPI-AC, organização da sociedade civil que atua no campo dos direitos indígenas. Com publicações para as etnias Yawanawa, Katukina, Shawadawa, Poyanawa, Yaminawa, Kaxinawá, Ashaninka, Manchineri e Apurina, todas habitantes das cabeceiras dos rios do Acre, a “Coleção Autoria Indígena” resulta de um pioneiro projeto de formação de professores indígenas, que se desenvolveu durante 25 anos, de 1985 a 2008.

Capas de livros da Coleção Autoria Indígena com autoria coletiva kaxinawá. Em sentido horário: Cartilha Kaxinawá (CPI-AC, 1989), Cartilha Kaxinawá (CPI-AC, 1992), Nuku Mimawa (CPI-AC, 1995) e Kene (CPI-AC, 2000).



Figura 01: Capas de livros da Coleção Autoria Indígena com autoria coletiva kaxinawá. Em sentido horário: Cartilha Kaxinawá (CPI-AC, 1989), Cartilha Kaxinawá (CPI-AC, 1992), Nuku Mimawa (CPI-AC, 1995) e Kene (CPI-AC, 2000).

Fonte: Autores

2. LEVANTAMENTO E ANÁLISE DE DADOS

Através de levantamento de dados sobre as publicações - realizado em campo na sede da CPI-AC em Rio Branco, foi possível categorizar e quantificar aspectos gerais dos livros produzidos. Dados qualitativos a respeito da produção dos livros foram obtidos por meio de entrevistas com os membros da entidade, e de revisão bibliográfica a respeito do contexto histórico das etnias indígenas acreanas, assim como do projeto “Uma experiência de autoria dos índios do Acre”. Mediante o cotejamento dos dados levantados são apresentados e analisados os métodos editoriais e as características gráficas dos livros da Coleção.

Em seguida, aspectos fundamentais da cosmologia e da cultura visual e material Kaxinawá são estudados no intuito de fundamentar, conceitualmente, a análise e o mapeamento dos elementos gráficos compositivos dos livros produzidos exclusivamente por professores dessa etnia. O exame minucioso das informações obtidas possibilitou a compreensão das relações visuais e semânticas entre a configuração gráfica de tais impressos e as manifestações visuais tradicionais daquele povo.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Transformações permearam todos os processos e questionamentos levantados pela pesquisa. Do mesmo modo que os livros da Coleção se transformaram e reconfiguraram com o passar do tempo, as culturas indígenas, ao contrário do que a visão hegemônica e colonizadora pode querer fazer crer, também passaram por constantes movimentos de metamorfose e ressignificação, marcados pela criatividade que lhe é característica. Ao buscar compreender e acompanhar tais processos, o design gráfico se mantém fiel ao caráter interdisciplinar que é inerente a sua configuração enquanto área de conhecimento, e ao seu importante papel enquanto agente crítico e reflexivo de mudança, capaz de projetar e transformar as relações sociais e estéticas que compõem a visualidade.

EVENTOS SECOS E CHUVOSOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL: VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL E TENDÊNCIA

GILDO RAFAEL DE ALMEIDA SANTANA, M.Sc. | IFF
VICENTE DE PAULO SANTOS DE OLIVEIRA, Dr. | IFF
JADER LUGON JÚNIOR, Dr. | IFF
MARIA GERTRUDES ALVAREZ JUSTI DA SILVA, Dra. | UENF

1. RESUMO

Os registros de ocorrência de eventos extremos de precipitação, seja por excesso ou déficit, mostram como a população, em geral, está suscetível aos danos causados por esses fenômenos. No campo ou na cidade, os desastres naturais são responsáveis por danos econômicos, materiais e humanos e, dependendo da vulnerabilidade da comunidade, esses danos podem ser catastróficos. O objetivo deste trabalho foi estudar e caracterizar os extremos de precipitação (déficit ou excesso) na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul.

2. MÉTODO

Para isso, foram utilizados dados de precipitação de 88 postos pluviométricos, para o período de 1970 a 2018. Neste estudo, os eventos extremos de precipitação (déficit ou excesso) foram caracterizados pelo Índice Padronizado de Precipitação, na escala de 12 meses (SPI-12). Para detectar tendências estatisticamente significativas, utilizou-se o teste estatístico não paramétrico de Mann-Kendall. A magnitude das tendências foi obtida pelo estimador de Sen.

3. RESULTADOS

A partir das séries temporais do SPI-12, identificou-se que os eventos de déficit e excesso de precipitação mais severos e de maior abrangência espacial, ocorridos entre 1970 a 2018, foram registrados em 2014 (73,0% da área) e 1983 (77,5% da área), respectivamente. Com relação a localização exata (área) da bacia atingida por cada um dos eventos mais severos e de maior abrangência espacial, destaca-se a região norte da bacia por ser a mais atingida pelos eventos secos. Na análise de tendência das séries anuais de precipitação, as maiores magnitudes positivas (acima

de 9 mm/ano) foram observadas em Areal-RJ, Patrocínio do Muriaé-MG, Jussara-MG, Carangola-MG e Fazenda São João-SP. Nas magnitudes negativas, destacam-se as registradas em Vigário Descarga D'água-RJ (-38,88mm/ano) e Alto S. do Mar-B Mato Limpo-SP (-32,78mm/ano), por apresentarem elevadas taxas de diminuição. De modo geral, os resultados obtidos sinalizam que o regime pluviométrico na Bacia do Rio Paraíba do Sul vem sofrendo alterações locais, apresentando tendência significativa (ao nível de confiança de 95%) positiva em 5 postos pluviométricos e negativa em 6 postos, ou seja, em algumas regiões os totais de precipitação vêm diminuindo e em outras vêm aumentando. Assim, este estudo assinala para a importância do monitoramento hidrológico pontual e regional. Espera-se que os resultados obtidos neste estudo possam subsidiar ações de planejamento e gestão hídrica e ambiental, visando reduzir a vulnerabilidade aos danos causados pela ocorrência de eventos extremos de precipitação na área de estudo.

REFERÊNCIAS

SANTANA, G. R. A. Eventos Secos e Chuvosos na Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul: Variabilidade Espaço-Temporal e Tendência. Dissertação (Curso de Pós-graduação em Engenharia Ambiental) Instituto Federal Fluminense, Macaé. 2021. Disponível em: <http://portal1.iff.edu.br/pesquisa-e-inovacao/pos-graduacao-stricto-sensu/mestrado-em-engenharia-ambiental/dissertacoes-de-mestrado/2021>

MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL CONSTRUÍDAS COM O SISTEMA LIGHT WOOD FRAME NO SUL DO BRASIL

RODRIGO VARGAS SOUZA, Dr. | UFSC

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra. | UFSC

ÂNGELA DO VALLE, Dra. | UFSC

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos vem crescendo o uso do sistema construtivo Light Wood Frame (LWF) no sul Brasil, principalmente, para construção de Habitações de Interesse Social (HIS). Assim este trabalho analisou o desempenho técnico-construtivo e as manifestações patológicas ocorrentes nas edificações no sul do Brasil. O método utilizado baseou-se em multimétodos, já consagrados nas áreas de Avaliação Pós-Ocupação (APO), engenharia diagnóstica e restauro das edificações. O método leva em consideração o ponto de vista dos especialistas (arquitetos, construtores e pesquisadores), mas também a satisfação dos usuários, para diagnosticar aspectos a corrigir das habitações estudadas. Foram utilizados procedimentos de inspeção tradicionais e elaboraram-se mapas de danos, ferramentas comuns no restauro de edificações. Os resultados apontam as principais manifestações patológicas ocorrentes nas Habitações de Interesse Social construídas com Light Wood Frame no Sul do Brasil. As origens das manifestações patológicas são decorrentes de todas as etapas (projeto, construção e utilização) do ciclo de vida das edificações. A etapa que mais gerou as manifestações patológicas, foi utilização (uso e manutenção), mas também, foram identificadas uma quantidade significativa com origem nas etapas de projeto e execução (Figura 1).

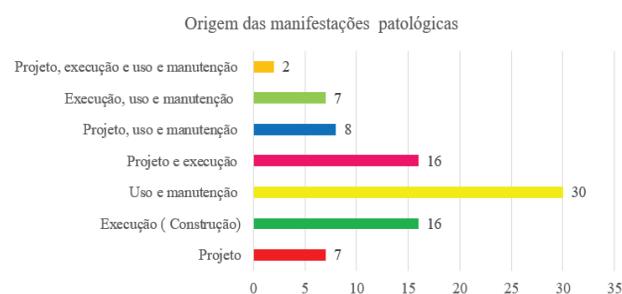


Figura 1: Síntese da origem das manifestações patológicas nas HIS

Fonte: Autor

A maior parte das manifestações patológicas identificadas ocorrem nos revestimentos internos e externos do subsistema parede. Os agentes geradores das manifestações patológicas nas edificações foram: agentes humanos (furos e desgastes causados por impacto, abrasão, esforços e movimentos gerados pelos usuários e falhas no detalhamento do projeto e na construção), agentes mecânicos (vento e granizo), agentes químicos (água, condensação, sais e poeiras), agentes eletromagnéticos (radiação solar) e agentes biológicos (fungos e cupim). A Figura 2 apresenta o percentual de cada um destes agentes que, diretos e indiretos, atuaram para geração das manifestações patológicas das HIS.

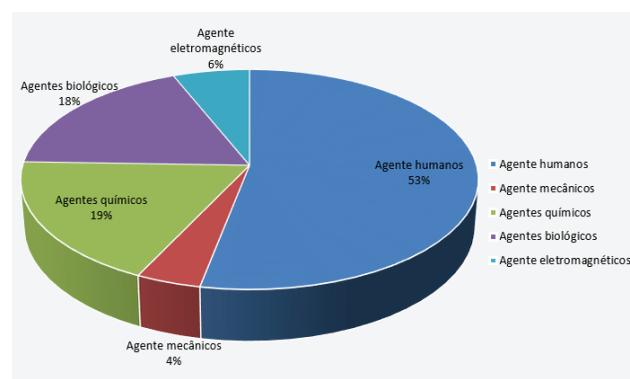


Figura 2: Agentes que atuaram sobre os subsistemas das HIS

Fonte: Autor

ENTREVISTA COM: CLÁUDIA VASCONCELOS



1) *Que caminhos percorreu até chegar ao desenvolvimento de pesquisas com a construção sustentável?*

Nasci numa cidade do interior da Bahia (Vitória da Na realidade, costumo dizer que desde a minha trajetória de formação nas oportunidades de estágios nas áreas específicas de construção, cronologicamente falando, seja ambiental em escritório de engenharia, seja de desenvolvimento urbano em instituições públicas de planejamento urbano, até mesmo no meu percurso profissional aplicado, tanto no ramo mercadológico, em repartições públicas na esfera estadual direcionada ao amparo a pesquisa, direito de pessoa com deficiência, e municipal diretamente ao desenvolvimento urbano, quanto no campo acadêmico, em participação autoral ou colaborativa em projetos com abrangência social extensionista. Essa caminhada profissional, aos poucos foi consolidando o perfil explorador de busca por sempre valorizar as potencialidades da paisagem natural e a preocupação da melhor adequação do projeto de intervenção com o meio ambiente, ou seja, o contexto da paisagem e sua possível conexão com o desenvolvimento urbano, de dada realidade local, respeitando as especificidades

sociocultural, sem desconsiderar o fator econômico. A criação do grupo de pesquisa vinculado ao CNPq, Paisagem Urbana e Sistemas Construtivos (PUSC), foi uma iniciativa de busca de autonomia e reunião de pesquisadores, professores, técnicos e discentes de diferentes áreas do conhecimento para contribuir com o aumento e a visibilidade da produção científica nessa área de conhecimento a princípio na UNIFESSPA. Depois de um certo tempo, e amadurecimento do grupo PUSC/UNIFESSPA, e em parceria com o grupo VirtuHab/UFSC, dentre os demais membros, a minha orientadora do PosDoc no PósARQ/UFSC, prof.^a PhD. Lisiane Ilha Librelotto, direcionamos esforços para o desenvolvimento da revista eletrônica IMPACT projects, da UNIFESSPA, para disponibilização e o livre acesso aos conteúdos digitais, como instrumento para possível ampliação e facilitação do acesso à produção científica e tecnológica.



2) *Poderia nos dar uma definição de construção sustentável?*

De maneira simplificada, acredito que essa definição está intrinsecamente ligada em considerarmos a dinâmica real do local de intervenção, com todas as suas potencialidade e restrições, como por exemplo, o teto orçamentário da construção com seu específico programa de necessidades. Também, pode-se considerar as seguintes variáveis ambiental, eficiência estrutural e sistemática da construção, resgate da qualidade de vida visando melhorar a interface com a cidade, ou o aspecto coletivo, avaliar os impactos em diferentes planos, social, ambiental e econômico, evitando propor intervenções descontextualizadas da

realidade local e da viabilidade econômica do cliente. A Construção Sustentável possui uma tríade conceitual de respeito ao meio ambiente, observando ações ecologicamente corretas e atenção aos impactos, de equidade social, considerando que o ciclo construtivo seja socialmente justo ao seu entorno direto e indireto, e a dimensão econômica, possibilitando construções economicamente viáveis, que também compreende a questões de esgotamento de recursos naturais, produção e destinação consciente de resíduos, consumo de energia diretamente ligadas à o eixo ambiental e que também repercute no econômico. Seguindo esta reflexão pode-se imaginar uma estrutura que vai além de um simples tripé conceitual, sem conexão entre si, pois cada dimensão que norteia a sustentabilidade interfere direta e indiretamente nas demais, mantendo-se de maneira cíclica e em rede colaborativa, para busca da estabilidade de fatores para harmonizar uma solução adequada, dentro do possível de cada realidade, que disponha e possibilite qualidade de vida, condições de vida saudável e bem estar as pessoas reais, e não simplesmente ao hipotético ou modelo padrão.

3) *A Sra. acredita que é possível alcançarmos este conceito? Como podemos alcançá-lo?*

É possível desde que se tenha muito trabalho voltado a estudos prévios, com preocupação, compromisso e responsabilidade na adoção de conceitos e técnicas que tenham esse viés sustentável. Sendo que, todas essas análises prévias, teoricamente deveriam ser feitas a todo novo projeto a ser desenvolvido a uma demanda específica, a cada cliente. Ou seja, achar que é possível fazer uma colcha de retalho em projeto, no mínimo, ressalta a imaturidade profissional e o descaso que se tem com o usuário final do ambiente construído. Dentre as análises prévias da situação real da área de intervenção, pode-se citar alguns exemplos: estudos de solo, estudo dos recursos hídricos, estudos socioambientais, estudo solar e de ventilação predominante, viabilidade econômica, viabilidade técnica, relação do projeto em diferentes escalas (ambientes, núcleo construtivo, rua, bairro, zona e cidade), conexão com a paisagem existente, acessibilidade, mobilidade, otimização de recursos, logística e transporte de materiais, questões ou restrições ambientais, mapeamento de potencialidades, problemas e requisitos legais específicos da área de intervenção, projeto/execução/uso/

manutenção/final do ciclo de vida (demolição ou desmontagem) em conformidade com o código de obras municipal e legislação ambiental.

4) *Quais tecnologias e estratégias projetuais considera mais promissoras para alcançar a sustentabilidade na construção?*

A melhor estratégia seria ampliar a rede colaborativa de informação de que essas tecnologias e esses sistemas de construção sustentável não são inferiores das convencionais, às vezes, por desconhecimento, tem-se o preconceito de não se acreditar no potencial e desempenho desse sistema, ou temer pelo custo. Deste modo, quanto mais fomentarmos e divulgarmos esse conhecimento e essas práticas, que buscam aplicar os conceitos e técnicas da sustentabilidade, mais iremos ampliar a zona de apropriação do conhecimento de profissionais da área construtiva e de mais interesse das pessoas nessas construções, pois temos observados nas gerações mais recentes um engajamento mais consciente relacionado as questões ambientais. Essa expertise do profissional da área construtiva, na prática, pode melhorar a defesa, com segurança e propriedade, de seus projetos desenvolvidos com os requisitos sustentáveis, na explicação aos seus clientes da importância, benefícios e do retorno a longo prazo. Em contrapartida, no âmbito institucional também seria importante medidas de incentivo a essas práticas que tenham a preocupação com o meio ambiente, já se tem algumas medidas, mas ainda de forma discreta e bastante pontual, como por exemplo o selo azul da caixa. O poder público, a universidade, o profissional e o cliente, de modo colaborativo, mais conscientes pela causa sustentável podem viabilizar um melhor retorno de ganho ambiental e de desenvolvimento responsável, mediante a mitigação de impactos diretos e indiretos em diferentes escalas (gleba, edificação, rua, bairro, cidade). Tudo depende muito do ponto de partida, ou seja, da localização do terreno de intervenção e o teto orçamentário, pois muitas variantes locais devem ser analisadas para o desenvolvimento da proposta de intervenção, de modo mais adequado possível, dentro da realidade específica. Ressaltando que, na medida do possível detectar as potencialidades e minimizar as características não tão favoráveis da área de intervenção, mas para não dizer que “não falei das flores”, cito alguns exemplos de proposições, que deixo claro não são soluções gerais, de “receita de bolo”, porque demandam uma análise apurada para sua adequada

aplicabilidade, construção de um sistema para reuso de águas pluviais, uso de materiais renováveis e com certificação de origem, viabilidade técnica-construtiva compatível com o local de intervenção, mão de obra local, quando necessário, treinamento especializado de mão de obra, implantação da construção considerando o estudo solar, ventilação cruzada, paredes cegas na fachada oeste ou em último caso proteger as aberturas nessa fachada com elementos para minimizar a incidência direta dos raios solares, otimização e redução do consumo de matéria prima, redução da produção de resíduos durante a execução construtiva.

5) A professora deverá coordenar o ENSUS 2022 – X Encontro de Sustentabilidade em Projeto, o que pode nos adiantar sobre a realização deste evento?



Na verdade, as atividades do ENSUS 2022 já estão a todo vapor, desde junho deste ano, em conjunto com a Comissão de Organização, Infraestrutura e Apoio temos feito reuniões regulares (atividade remota) para definição de diretrizes e formatação do evento, tendo em vista um processo criativo de desenvolvimento colaborativo, com a definição do tema central e subtemas que nortearam os três dias do evento, sempre com o cuidado de respeitar a identidade científica e mercadológica do ENSUS, proposta desde a sua criação pela coordenação nacional, composta pelos professores Lisiane Ilha Librelotto e Paulo César Machado Ferroli. Ressaltamos que temos a expectativa que o evento ocorra no formato híbrido, tanto no sistema presencial quanto por meio de transmissão em tempo real em plataformas digitais gratuitas, com o pleno apoio da Reitoria e da Pró-Reitoria de Extensão e Assuntos Estudantis, respectivamente os professores Dr. Francisco Ribeiro da Costa (Reitor) e Dr. José Amilton de Souza (Proex). O ENSUS 2022, na UNIFESSPA buscará refletir e debater sobre a “Amazônia Internacional Sustentável: o local e o global

nos desafios de projetos” e a cada dia sendo norteado por subtemas, o primeiro dia discorrerá sobre “Sustentabilidade e Diversidade Cultural”, o segundo dia sobre a “Mobilidade Sustentável na Amazônia, sendo o último dia do evento voltado para a “Amazônia em Foco”. A UNIFESSPA sediar o evento trata-se de uma força tarefa com parcerias importantíssimas, como por exemplo, Reitoria, Pró-Reitoria de Extensão e grupos de pesquisa PUSC/UNIFESSPA, que sou líder, GTAC/UNIFESSPA, liderado pelo prof. Dr. Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira. Essa ação coordenada nos permitiu compor um comitê de organização do evento, com professores, técnicos, discentes (de graduação e de pós-graduação) e voluntários. Também temos conseguido apoio dos grupos de pesquisa VirtuHab/UFSC, liderado pela Prof.^a Lisiane Ilha Librelotto, e de Matérias Ativos/UNISUL, liderado pela prof.^a Dr.^a Rachel F. Magnago, bem como o apoio da Editora Insight, na pessoa do Prof. Naotake Fukushima com a confirmação da Feira do Livro de Design de maneira remota. O evento também terá seus melhores trabalhos publicados em periódicos parceiros do evento, em edições especiais, além da publicação em seus ANAIS, são eles: Mix Sustentável, da UFSC, Gestão e Sustentabilidade Ambiental (RGSA), da UNISUL, e IMPACT projects, da UNIFESSPA.

6) O que a UNIFESSPA e o estado do Pará têm a oferecer aos participantes do ENSUS 2022?

A comissão tem buscado formatar o evento com bastante peculiaridades regionais, para que todos os participantes, seja o presencial, seja o que estiver nos acompanhando em tempo real, pela internet, ou aqueles que irão assistir as atividades em outros horários, tenham a grata satisfação e o entusiasmo de conhecer os potenciais amazônicos, com sua diversidade cultural e de natureza abundante. Tanto os professores Francisco Ribeiro (Reitor) e José Amilton (Proex), quanto os membros das comissões são entusiastas pela oportunidade de sediar um evento já consolidado na área da sustentabilidade, como uma oportunidade de projeção da UNIFESSPA no contexto nacional e internacional. O ENSUS 2022 trará como tema central do evento uma questão provocativa que delineará os três dias de imersão a “AMAZÔNIA INTERNACIONAL SUSTENTÁVEL: o local e o global nos desafios de projetos”, como uma pequena amostra da diversidade cultural do norte do país. Esse grande tema será

delimitado para nortear os debates e conversas em três subtemas: Sustentabilidade e Diversidade Cultural, Mobilidade Sustentável na Amazônia e Amazônia em Foco. Vale lembrar que a definição do tema e dos subtemas foi feita mediante enquetes eletrônicas. A programação do evento já pode ser acessada no site institucional no link <https://sigeventos.unifesspa.edu.br/evento/ENSUS2022>. O carimbó e a boa música paraense irá abrilhantar os dias desse evento científico importante para difundir a sustentabilidade do ambiente construído. A UNIFESSPA é multicampi na região da Amazônia Oriental e dedica-se ao desenvolvimento ambiental, de modo equilibrado e socialmente justo dessa região. A sua localização por si permite explorarmos seu potencial paisagístico natural e cultural expressivo, processos e dinâmicas territoriais, a Geodiversidade e Biodiversidade. Essa atmosfera Amazônica possibilita contemplações, reflexões e vivências singulares com múltiplas realidades urbana, rural e industrial, que são convergentes e conflitantes, ao mesmo tempo. Dessa maneira, a UNIFESSPA tem buscado de modo colaborativo e otimista, mediante o comitê de organização do evento, dispor da melhor maneira possível de um espaço, presencial e remoto, com a transmissão em tempo real, para conversas, debates, articulações locais, regionais e globais, quebrando paradigmas relacionado ao norte do país, como carente em investigação científica e extensionista na área acadêmica.

8) *O que poderia deixar de mensagem aos pesquisadores da área da sustentabilidade?*

A necessidade de trabalharmos em rede e de modo colaborativo, de maneira a apoiarmos uns aos outros, e valorizarmos e divulgarmos as ações que enfatizam medidas sustentáveis e que tenham essa preocupação socioambiental. Essa efetiva parceria tende a nos fortalecer, em prol dos projetos e construções sustentáveis, assim como a valorizar e divulgar ações isoladas, que buscam aplicar e consolidar o pleno conceito de viabilidade de práticas sustentáveis aplicadas em projetos. Numa pesquisa rápida na internet, em buscador que todos tem acesso, sem grande complexidade, pode-se ver iniciativas diversas que buscam dar publicidade ao tema, no entanto em canais abertos de comunicação de massa, não temos iniciativas a respeito. O mesmo ocorre com os eventos acadêmicos nas plataformas digitais, muitas iniciativas, mas com pouca visibilidade e

resposta ou retorno do público, seja por compartilhamento ou likes, quando comparados as lives que alcançam as grandes massas, por isso, penso que o trabalho em rede e a conexão entre esses deferentes núcleos ou sujeitos, seja uma alternativa para atrair, ou ao menos ampliar, a abrangência do público. Ou seja, buscaremos popularizar ainda mais os conceitos e técnicas que realmente promovam a sustentabilidade, na medida do possível, considerando cada realidade, de modo a desmistificar as ações sustentáveis, quebrando barreiras de retirar o patamar de simples “modismo”, ou da compreensão distorcida do senso comum, essa tentativa de romper com o pessimismo e a inércia de profissionais incrédulos a necessidade de cuidarmos melhor do meio ambiente. De modo a atrair, cada vez mais, profissionais para este “lado da força” e que tenham comprometimento, paciência e perseverança para nos manter acreditando nessa causa.



CCE | CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO
CTC | CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE DESIGN