



Mix Sustentável

ISSN 2447-0899
ISSNe 2447-3073



UFSC

V6. N4 | 2020

AGOSTO

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, Alexandre Márcio Toledo, UFAL, Aline Eyng Savi, UNESC, Almir Barros da S. Santos Neto, UFSM, Amilton José Vieira de Arruda, UFPE, Ana Kelly Marinoski Ribeiro, UFSC, Ana Lígia Papst de Abreu, IFSC, Ana Paula Kieling, UNIVALI, Ana Veronica Pazmino, UFSC, Anderson Saccol Ferreira, UNOESC, André Canal Marques, UNISINOS, Andrea Jaramillo Benavides, IKIAM, Ângela do Valle, UFSC, Antonio Ludovico Beraldo, UNICAMP, Anja Pratschke, USP, 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 Pantoja Giuliano, FEEVALE, Carlos Alberto Mendes Moraes, UNISINOS, Carlos Humberto Martins, UEM, Carlo Franzato, UNISINOS, 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 Marinoski, UFSC, Denise Dantas, USP, Eduardo Rizzatti, UFSM, Elenir Carmen Morgenstern, UNIVILLE, Eliana Paula Calegari, UFRGS, Eliane Pinheiro, UEM, Fabiane Escobar Fialho, FADERGS, Fabiano Ostapiv, UTFPR, Fábio Gonçalves Teixeira, UFRGS, Fernanda Hansch Beuren, UDESC, Fernando Barth, UFSC, Fabricio Farias Tarouco, UNISINOS, Francisco Assis Silva Mota, UFPI, Gabriel Cremona Parma, UNISUL, Germannya D'Garcia de Araújo Silva, UFPE, Giovanni Maria Arrigone, SENAI, Guilherme Philippe Garcia Ferreira, UFPR, Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPL, 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 DELF, João Candido Fernandes, UNESP, Jocelise Jacques de Jacques, UFRGS, Joel Dias da Silva, FURB, José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPE, Jorge André Ribas Moraes, UNISC, Josiane Wanderlinde Vieira, UFSC, Júlio Cezar Augusto da Silva, INT, Karine Freire, UNISINOS, Leonardo Corrêa Malburg, ISEL, Liliene Iten Chaves, UFF, Lisandra de Andrade Dias, UFSC, Lisiane Ilha Librelotto, UFSC, Lucila Naiza Soares Novaes, UFCE, Luis Oliveira, WMG, Luiz Vidal Gomes, UNERJ, Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, UFRN, Marcelo de Mattos Bezerra, PUC-Rio, Marcelo Gitirana Gomes-Ferreira, UDESC, Márcio Pereira Rocha, UFPR, Marco Antônio Rossi, UNESP, Marco Aurélio Petrelli, UNIVALI, Maria Fernanda Oliveira, UNISINOS, Maria Luisa Telarolli de Almeida Leite, USP, Mariana Kuhl Cidade, UFSM, Marina de Medeiros Machado, UNISUL, Marli Teresinha Everling, Marta Karina Leite, UTFPR, Manuela Marques Lalane Nappi, UFSC, Maycon Del Piero da Silva, UNEOURO, Michele Tereza Carvalho, UnB, Miguel Aloysio Sattler, UFRGS, Miguel Barreto Santos, IPL, Nadja Maria Mourão, UEMG, Neide Schulte, UDESC, Niander Aguiar Cerqueira, UENF, Normando Perazzo Barbosa, UFPB, Obede Borges Faria, UNESP, Patricia Freitas Nerbas, UNISINOS, Paola Egert Ortiz, UNISUL, Paula Schlemper de Oliveira, UnB, Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC, Paulo Roberto Silva, UFPE, Paulo Roberto Wander, UNISINOS, Pedro Arturo Martínez Osorio, UNESP, Rachel Faverzani Magnago, UNISUL, Rafael Burlani Neves, UNIVALI, Regiane Trevisan Pupo, UFSC, Renata Priore Lima, UNESP, Rita de Castro Engler, UEMG, Roberto Bologna, UniFI, Rodrigo Antunes, UF, Rodrigo Catafesta Francisco, FURB, Ronaldo Glufke, UFSM, Sérgio Ivan dos Santos, UNIPAMPA, Sérgio Manuel Oliveira Tavares, UP, Sharmistha Banerjee, IIT, Silvio Bitencourt da Silva, UNISINOS, Silvio Burattino Melhado, USP, Silvio Cezar Carvalho Prizibela, UFSC, Sonia Afonso, UFSC, Sonia Regina Amorim Soares de Alcantara, UFC, Sydney Fernandes de Freitas, UFRJ, Tarcisio Dom 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 48 revisores, oriundos de 21 instituições de ensino Brasileiras e 3 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 onze pesquisadores, três deles vinculados à UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina e os demais pertencentes a outras oito Instituições à saber: UFPR, UFPE, UNISINOS, SENAI, UDESC, UNISUL, UNESP e UFRJ. Desta forma, oitenta e dois por cento (82%) dos membros pertencem a instituições diferentes que não a editora.

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.

O corpo de revisores do periódico é composto por sessenta professores doutores cujos saberes estão distribuídos pelas áreas de abrangência do periódico. Destes, oito são professores pesquisadores da UFSC (17%) e o restante, oitenta e três por cento (83 %) pertencem ao quadro de outras 24 instituições Brasileiras e 3 instituições estrangeiras.

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** ESTUDO DA ADIÇÃO DO LODO DE ETA - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO | *STUDY OF THE ADDITION OF ETA SLUDGE - WATER TREATMENT PLANT TO COATING MORTARS* | Sibebe Silveira Laurindo, Elaine Guglielmi Pavei Antunes, Aline Eyng Savi, Jaison Araujo Speck & Jorge Henrique Piva
- 29** A INFLUÊNCIA DA VERTICALIZAÇÃO NA SENSAÇÃO TÉRMICA URBANA: ESTUDO DE CASO EM VILA VELHA/ES | *THE INFLUENCE OF VERTICALIZATION ON URBAN THERMAL SENSATION: CASE STUDY IN VILA VELHA/ES* | Juliana Silva Almeida Santos & Aline Silva Sauer
- 43** ESTIMATIVA TEÓRICA DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO A PARTIR DE BIODIGESTOR NO MUNICÍPIO DE SOUZA-PB | *THEORETICAL ESTIMATE OF ENERGY USE BIODIGESTOR PARTNER IN THE MUNICIPALITY OF SOUZA-PB* | Vanessa Rosales Bezerra, Luis Reyes Rosales Montero, Valderi Duarte Leite, Adriano Oliveira Da Silva, Yohhana Jamila Vilar De Brito & Carlos Antônio Pereira De Lima
- 51** PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E NÃO SUSTENTÁVEIS NA PRODUÇÃO DE SANDÁLIAS DE COURO CAPRINO EM CABACEIRAS-PB | *SUSTAINABLE AND UNSUSTAINABLE PRACTICES IN THE PRODUCTION OF CAPRINE LEATHER SANDALS IN CABACEIRAS-PB* | Ana Amélia Albuquerque De Oliveira Castanha, Geislayne Mendonça Silva, Julia Teles Da Silva & Itamar Ferreira Da Silva
- 61** ANÁLISE DA ESTÉTICA DO CONCRETO PRODUZIDO COM REJEITO PLÁSTICO PARA O USO NO DESIGN DE INTERIORES COM VIÉS SUSTENTÁVEL | *ANALYSIS OF AESTHETICS OF CONCRETE PRODUCED WITH PLASTIC REJECT FOR USE IN SUSTAINABLE INTERIOR DESIGN* | Bibiana Wittmann Lanzarin & Luis Fernando Folle
- 73** AS INTERAÇÕES ENTRE DESIGN E GASTRONOMIA CONTEXTUALIZADAS ATRAVÉS DO MOVIMENTO *SLOW FOOD*: UMA ABORDAGEM INICIAL | *THE INTERACTIONS BETWEEN DESIGN AND GASTRONOMY CONTEXTUALIZED THROUGH THE SLOW FOOD MOVEMENT: AN INITIAL APPROACH* | Édipo Junior Bertuol & Luiz Armando Capra Filho
- 85** REÚSO DE EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO BENEFICIAMENTO DE CONCRETO | *SEWAGE TREATMENT PLANT EFFLUENT REUSE IN CONCRETE MIXING* | Luis Carlos Soares da Silva Junior & Marcelo Obraczka
- 93** ESTUDO DE RECICLABILIDADE E REUTILIZAÇÃO DE CÁPSULAS POLIMÉRICAS DE CAFÉ | *STUDY OF RECYCLABILITY AND RE-USE OF POLYMERIC COFFEE CAPSULES* | Amanda Melchiors, Ana Paula Palhano & Mariana Kuhl Cidade
- 105** CENTRALIDADE DE GRAFOS APLICADA À PROJETOS DE ENERGIA RENOVÁVEL | *GRAPHICS CENTRALITY APPLIED TO RENEWABLE ENERGY PROJECTS* | Letícia Fernandes Bella Gomes, Karine Fátima de Freitas, Ricardo Luiz Fernandes Bella, Renata Raposo Del-Vecchio & Gilson Brito Alves Lima
- 115** ARGAMASSAS DE TERRA *VERSUS* CONVENCIONAIS: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL CONSIDERANDO O CICLO DE VIDA | *EARTH VERSUS CONVENTIONAL MORTARS: ENVIRONMENTAL PERFORMANCE ASSESSMENT CONSIDERING THE LIFE CYCLE* | Lucas Rosse Caldas, Rayane de Lima Moura Paiva, Adriana Paiva de Souza Martins & Romildo Dias Toledo Filho
- 129** FIBRAS VEGETAIS E COMPÓSITOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA | *VEGETAL FIBERS AND COMPOSITES IN AUTOMOTIVE INDUSTRY* | Ilor Bressiani Junior, André Christian Keinert, Alessandro Ellenberger & Ugo Leandro Belini

139 DETERMINATION OF CONSTANT ELASTIC OF PEQUI WOOD USING ULTRASOUND | *DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES ELÁSTICAS DA MADEIRA PEQUI UTILIZANDO ULTRASSOM* | Edgar Vladimiro Mantilla Carrasco, Rejane Costa Alves, Paulo Gustavo Von Krüger, Marco Antonio Penido de Rezende, Vinnicius Dordenoni Pizzol, Judy Norka Rodo Mantilla & Monica Azevedo Smits de Campos Guimarães

145 LAS FRONTERAS ENTRE DISEÑO DE MODA Y TECNOLOGÍA: POSIBILIDADES PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE | *THE FRONTIERS BETWEEN FASHION DESIGN AND TECHNOLOGY: POSSIBILITIES FOR SUSTAINABLE PRODUCTION* | Elenir Carmen Morgenstern, Efraín Foglia, Silvana Silva Reiter Witkoski, Leticia Hermes & Helena Morgenstern Zamberlan

TCC's

159 A SUSTENTABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM INDÚSTRIAS DO VESTUÁRIO DE GRANDE PORTE NO VALE DO ITAJAÍ (SC) | Anderson Luiz Reinert & Joel Dias da Silva

161 PROJETO ARQUITETÔNICO ESTAÇÃO CHÃO D'ÁGUA E PROPOSTA DE TBC | Victor Guilherme Cordeiro Salgado & Bianca Moro de Carvalho

DISSERTAÇÕES

163 IDENTIFICAÇÃO DE FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O USO DA BICICLETA COMO TRANSPORTE URBANO | Walbenice Marques dos Santos & Izabel Cristina Melo de Oliveira Nascimento

165 INFRAESTRUTURAS VERDES NO CONTEXTO URBANO: A APLICABILIDADE DO TELHADO VERDE E JARDIM DE CHUVA NA CIDADE DE SÃO LUÍS-MA | Walbenice Marques dos Santos & Izabel Cristina Melo de Oliveira Nascimento

TESE

167 DETERMINAÇÃO DO CAMPO TÉRMICO A PARTIR DA CLASSIFICAÇÃO DA PAISAGEM DOS AMBIENTES CLIMÁTICOS INTRAURBANOS | Camila Amaro De Souza, Antônio Conceição Paranhos Filho & Eliane Guaraldo

169 CONTRIBUIÇÕES DA ÉTICA AMBIENTAL BIOCÊNTRICA E DO VEGANISMO PARA O DESIGN DE MODA E A SUSTENTABILIDADE | Neide Köhler Schulte & Denise Berruezo Portinari

ENTREVISTA

171 ENTREVISTA COM ITAMAR FERREIRA DA SILVA

175 ENTREVISTA COM RITA ENGLER

EDITORIAL

Esta é a edição n. 20 da Mix Sustentável. Oficialmente, v. 6, n. 3 (2020). Como afirma Mário Sergio Cortella em um de seus muitos convites à reflexão, o ser humano criou um certo misticismo em torno do número 10 e seus múltiplos. Assim, segundo Cortella, os números 10, 20, 30, etc. representam términos de etapas, originando consequentes recomeços. A tradição da humanidade nos seus muitos recomeços é sempre alimentada pela esperança de que tudo será melhor no “amanhã”. Por isso soltamos fogos e nos abraçamos a cada final de ano e por um instante esquecemos de que quem está doente, falido ou infeliz no amor antes da tradicional virada e dos fogos, assim continuará ao acordar na manhã seguinte.

Mas em um ano marcado pela pandemia, que ironicamente é um múltiplo de 10, onde cientistas de todo mundo atestam a nossa limitação e, perplexos, nos damos conta de que apesar da arrogância cultuada por nossa espécie não somos assim, afinal, tão dominantes no nosso planeta, acreditamos que talvez uma dose de misticismo possa ter seu valor. E com esse pensamento, que possamos imaginar uma grande virada de mesa, que possamos ver novamente nossos filhos “perdidos” em aglomerações saudáveis como jogos e festas, que possamos novamente abraçar-nos uns aos outros sem medo e que enfim possamos retirar de tudo isso uma lição de humildade que faz tanta falta no mundo adulto de nossas universidades, empresas e corporações.

Há tempos que a arrogância obtida pelos doutorados e pós-doutorados, tão mais acessíveis na atualidade, criaram uma cultura do saber ilimitado. Alimentado pela facilidade da informação disponível a um “clique”, tornamo-nos especialistas nas mais diversas áreas do conhecimento. E nos esquecemos de que ignoramos tudo aquilo que não conhecemos. E o que não conhecemos é incomensuravelmente maior do que o que conhecemos; portanto somos todos, em graus bem pequenos de variação, ignorantes. A pandemia veio para mostrar isso e outras coisas.

Lembro do episódio quando meu orientador, então no doutorado, desenhou dois círculos em um papel sobre a mesa. Um maior, que representava o conhecimento dele e, um menor, que representava o meu conhecimento. Explicou que tudo que estava fora de nossos círculos era aquilo que desconhecíamos. O perímetro do círculo representa nossa ignorância e a entrada para um universo de coisas e fatos que sequer sabemos que existe. Desta forma, assim entendido que o perímetro do círculo dele era maior que o meu, ele seria mais ignorante do que eu. Independente do conceito de ignorância adotado (se apenas o perímetro ou tudo que está fora do círculo), algo que me pareceu bastante arrogante a sua época, depois foi entendido como uma lição de humildade.

Na verdade, o tema do conhecimento, do aprendizado, já foi amplamente debatido e assim permanecerá ainda por muito tempo. Pela construção de paradigmas, de regras que se aplicam a casos gerais, ou do conhecimento do comportamento de casos específicos para a construção de leis universais, ou simplesmente pela desconstrução de leis universais pelo entendimento de que a exceção não era única, evolui a ciência. E este caminho é doloroso. Pelo menos é o que tentou nos dizer Platão, com a alegoria da caverna, pela liberdade dos prisioneiros que fogem da caverna e encaram um universo de fatos desconhecidos. Das trevas à luz.

E desse contexto, nós, como editores de uma revista científica, percebemos cada vez mais a importância de criarmos mecanismos de divulgação e troca de saberes, sem fins lucrativos, sem a premissa do culto à elitização do “pensar” e principalmente com a humildade de saber que a verdadeira contribuição de um pesquisador é dar um passo a mais que seu antecessor e ficar feliz ao ver seus resultados suplantados por outro estudo; afinal isso é a essência da melhoria contínua e a chave da evolução. Claro que descobertas inusitadas de quando em quando propiciam grande saltos para humanidade, mas na maioria das vezes, o avanço segue de grão em grão e infelizmente, temos poucos Einsteins, Bells e Nashs por aí.

A edição deste mês mantém a regularidade no número de artigos e na diversidade de áreas e regiões. Iniciando pelo estudo oriundo da Universidade do Extremo Sul Catarinense, que trata da adição do lodo de estações de tratamento nas águas usadas em argamassas de revestimento. Da Universidade Federal do Espírito Santo, o segundo artigo apresenta uma problemática na área da arquitetura, especialmente em grandes cidades, cujo estudo mostra que a verticalização exerce influência sobre as variáveis climáticas e por consequência interfere na sensação térmica dos transeuntes.

O terceiro artigo é redigido por um grupo de pesquisadores da Universidade Estadual da Paraíba e da Universidade Federal de Campina Grande, e mostra que o aproveitamento de resíduos agropecuários traz benefícios ambientais como tratamento de resíduos orgânicos e redução dos gases de efeito estufa. Também da Universidade Federal de Campina Grande, o artigo 4 é da área do design de moda, cujo objetivo é apresentar as práticas sustentáveis e não sustentáveis da produção de sandálias rasteiras de couro caprino, um produto típico do nordeste brasileiro.

Da união de esforços entre pesquisadores do Centro Universitário Ritter dos Reis e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, o quinto artigo tem por objetivo avaliar a estética do concreto produzido com rejeito plástico reciclado, para uso em objetos de decoração e móveis do Design de Interiores. E é também do Rio Grande do Sul, do Centro Universitário da Serra Gaúcha, que temos o sexto artigo da edição, que pretende evidenciar as formas de contribuição do design para a alimentação, especificamente, para o Slow Food, movimento mundialmente atuante em causas sustentáveis e que mostra a enorme versatilidade do tema sustentabilidade.

Os pesquisadores da Universidade Federal do Rio de Janeiro e da Universidade Estadual do Rio de Janeiro também apresentam um artigo envolvendo o concreto. Neste caso, o artigo visa contribuir para a implementação do reuso de águas objetivando o reaproveitamento de resíduos e efluentes em usos não potáveis. O oitavo artigo é também do sul do Brasil, da Universidade Federal de Santa Maria, com um trabalho desenvolvido no design, envolvendo um dos problemas ambientais enfrentados nos dias de hoje que é o grande volume de embalagens sem potencial de reciclabilidade. O artigo tem como foco de pesquisa as capsulas de café poliméricas.

Da Universidade Federal Fluminense chega o nono artigo, cuja pesquisa visa aplicar a teoria de grafos através da medida de centralidade de auto vetor em atividades macro (EAP) de projetos de construção de usinas geradoras de energia elétrica de fontes renováveis (eólica, solar, hídrica e biomassa). E o décimo artigo é também da Universidade Federal do Rio de Janeiro, e apresenta uma interessante comparação entre argamassas de terra e argamassas convencionais, baseando a análise na avaliação do desempenho ambiental e ciclo de vida.

O artigo de número 11 vem da Universidade Federal Tecnológica do Paraná e apresenta um estudo de caso de fibras vegetais e compósitos na indústria automotiva, sendo que os autores concluem que, devido a seu desempenho físico-mecânico e suas excelentes qualidades, deverão substituir os materiais convencionais que são, muitas vezes, oriundos de fontes não renováveis.

Pesquisadores da Universidade Federal de Minas Gerais apresentam estudo justificado pelo fato de que é necessário conhecer, com maior precisão, as características mecânicas da madeira, para que possamos utilizar esse importante material para fins estruturais. E a edição é finalizada com um artigo da Universidade Regional de Joinville, que apresenta uma relação entre design de moda, tecnologia e sustentabilidade.

A edição ainda conta com duas apresentações finais de trabalho de conclusão de curso, dois resumos de dissertações de mestrado e dois resumos de teses de doutorado. Os entrevistados são o professor Doutor Itamar Ferreira da Silva, atual coordenador do Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade Federal de Campina Grande, e a professora doutora Rita de Castro Engler, que atua no Programa de Pós-graduação em Design da Universidade Estadual de Minas Gerais. Ambos os entrevistados são membros do corpo de avaliadores da revista Mix Sustentável.

Não podemos deixar de agradecer mais uma vez ao trabalho de nossos avaliadores, que nos emprestam horas e conhecimento em prol da busca pela excelência. Também agradecemos o sempre competente trabalho da nossa bolsista Natália Geraldo cujo resultado de sua dedicação pode ser conferido nesta edição. Desejamos a todos uma boa leitura.

LISIANE ILHA LIBRELOTTO E PAULO CESAR MACHADO FERROLI
EDITORES DA MIX SUSTENTÁVEL

ESTUDO DA ADIÇÃO DO LODO DE ETA - ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA EM ARGAMASSAS DE REVESTIMENTO

STUDY OF THE ADDITION OF ETA SLUDGE - WATER TREATMENT PLANT TO COATING MORTARS

SIBELE SILVEIRA LAURINDO | UNESC

ELAINE GUGLIELMI PAVEI ANTUNES, Dra. | UNESC

ALINE EYNG SAVI, Dra. | UNESC

JAISON ARAUJO SPECK, M.Sc. | UNESC

JORGE HENRIQUE PIVA, M.Sc. | UNESC

RESUMO

No processo de tratamento de água, mais precisamente na lavagem dos filtros e descarga dos decantadores, é produzido um resíduo conhecido como lodo. Este por sua vez, ainda é bastante negligenciado e na maioria dos casos, tem sua disposição final inadequada, sendo depositado em corpos hídricos ou em terrenos baldios, ocasionando a poluição destes locais. Nesta pesquisa, foram realizados testes com o resíduo coletado numa concessionária de abastecimento de água da região sul, caracterizando-os quanto as suas propriedades físico-químicas, e posteriormente, produzindo argamassas com 0%, 3%, 5% e 10% de adição do lodo da ETA em relação à massa do agregado. Partindo de um planejamento experimental de misturas, verificou-se a influência de traço na resistência à tração na flexão, à compressão axial, na absorção de água por capilaridade e no módulo de elasticidade, após 28 dias de cura. Os resultados indicam que as propriedades mecânicas das argamassas sofrem uma diminuição com a adição do lodo de ETA, em relação à argamassa de referência, com a sua incorporação as argamassas apresentaram menores valores de módulo de elasticidade, o que indica que estas argamassas possuem uma boa capacidade de sofrer deformações, e a adição do lodo de ETA possibilitou a diminuição da absorção de água por capilaridade das argamassas, deixando-as mais resistentes contra agentes deletérios que ocasionam patologias nas mesmas.

PALAVRAS CHAVE: Argamassa de Revestimento, Lodo de Estação de Tratamento de Água, Aproveitamento de Resíduos

ABSTRACT

In the process of water treatment, more precisely in the washing of the filters and discharge from the decanters, a residue known as sludge is produced. This, in turn, is still largely neglected and in most cases, this sludge has its final inadequate disposal being deposited in water bodies or in waste land, causing pollution of these places. In this research, tests were carried out with the waste collected in a water supply concessionaire in the southern region, characterizing its physical and chemical properties, and later, producing mortars with 0%, 3%, 5% and 10% addition of the sludge from the ETA in relation to the aggregate mass. Starting from an experimental planning of mixtures, the influence of trace on the tensile strength in flexion, axial compression, water absorption by capillarity and elasticity modulus after 28 days of curing was verified. The results indicate that the mechanical properties of mortars suffer a decrease with the addition of water treatment sludge in relation to the reference mortar, with its incorporation the mortars showed lower values of modulus of elasticity, which indicates that these mortars have a good capacity to suffer deformations, and the addition of water treatment sludge enabled the reduction of water absorption by capillarity of mortars, leaving them more resistant against deleterious agents that cause pathologies in them.

KEY WORDS: Coating Mortar, Water Treatment Plant Sludge, Waste Utilization



1. INTRODUÇÃO

As Estações de Tratamento de Água (ETA) possuem o papel de fornecer água potável a população, de forma que atenda os padrões conforme exigido pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 do Ministério da Saúde. Para que ocorra a transformação da água bruta (sem tratamento e imprópria ao consumo humano), em uma água potável, as estações de tratamento comumente adotam o sistema de tratamento de ciclo completo, que inclui os processos de: captação, coagulação, floculação, decantação, filtração e cloração (COMUSA, 2017).

Para a retirada das impurezas contidas na água bruta neste sistema de tratamento são utilizados produtos químicos, que fazem a coagulação das impurezas e estas ficam retidas nos filtros ou depositadas em decantadores. Após um período de funcionamento, essas unidades devem ser lavadas para a retirada do acúmulo dessas impurezas, gerando resíduos que são o lodo e a água de lavagem de filtros. Estes resíduos são gerados nas etapas de decantação e filtração (ACHON; BARROSO; CORDEIRO, 2013).

Segundo Teixeira et al. (2006), os lodos gerados em ETA's são classificados como resíduos sólidos devendo ser devidamente tratados e dispostos sem que provoquem danos ao meio ambiente. Ao sair da ETA, o lodo contém um grande percentual de umidade e deve, preferencialmente, passar por um processo de desidratação, diminuindo esse percentual e aumentando a concentração de sólidos.

A Lei Federal 11.445 de 5 de janeiro de 2007, estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico. No inciso III do artigo 2º, traz em seus princípios fundamentais o abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente (BRASIL, 2007).

Almeida, Carvalho e Passig (2010) afirmam que no país, quase todas as ETA's não possuem qualquer forma de tratamento para esses resíduos, na maioria eles são lançados em corpos d'água, causando efeitos ao meio ambiente e não cumprindo as legislações ambientais.

De acordo com Megda, Soares e Achon (2005) em várias partes do mundo, o tratamento e a disposição de lodos de ETA's vêm sendo tratados como oportunidade de aumento de receita e, principalmente, redução de custos e de impactos ambientais em empresas e sistemas autônomos de saneamento básico. Uma alternativa para a disposição do lodo é o seu reaproveitamento, incorporando-o na argamassa de revestimento utilizada na construção civil.

A ABNT NBR 13281:2005 define argamassa como uma mistura homogênea de agregado(s) miúdo(s),

aglomerante(s) inorgânico(s) e água, contendo ou não aditivos, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (argamassa industrializada).

Santos (2008) afirma que os revestimentos argamassados são fundamentais para a durabilidade e preservação de uma edificação, tendo como função proteger os elementos de vedação da ação direta dos agentes agressivos, regularizar e servir de base para aplicação de outros revestimentos.

Dessa maneira, este trabalho teve como objetivo analisar as características físicas e propriedades mecânicas de argamassas produzidas com adição do lodo da ETA. Para tal, fez-se necessária a caracterização físico-química do lodo da ETA e, posteriormente, a avaliação da sua influência nas resistências à tração na flexão, compressão axial, módulo de elasticidade e absorção de água por capilaridade e coeficiente de capilaridade das argamassas produzidas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

As principais etapas do procedimento experimental adotado neste trabalho encontram-se no fluxograma da Figura 1.

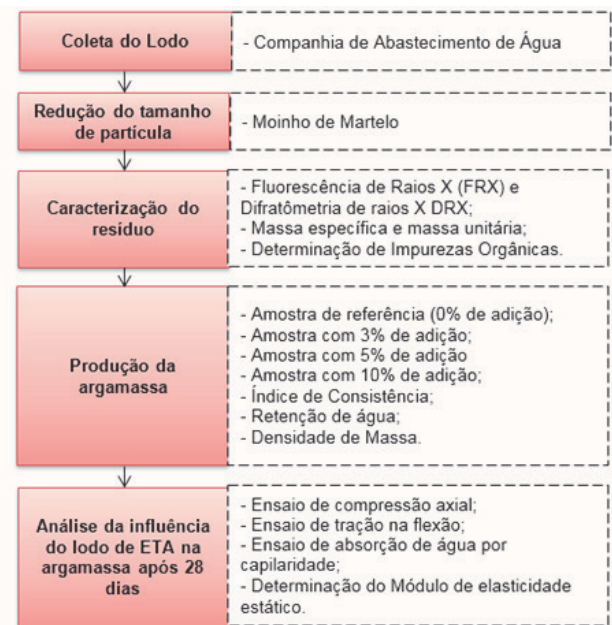


Figura 01 - Fluxograma: Etapas do trabalho.

Fonte: Autores, 2018.

2.1. Materiais

Utilizou-se cimento do tipo Portland, CP II-Z-32, conforme a classificação da ABNT NBR 11578:1991, com massa específica de 2,96 g/cm³.

A cal hidratada pertence à classe CH III, atendendo aos requisitos da ABNT NBR 7175:2003, e foi utilizada visando

a melhoria na trabalhabilidade e retenção de água das argamassas produzidas.

Para a produção de alguns traços de argamassa, utilizou-se aditivo plastificante com intuito de se manter a relação água/aglomerante. O aditivo é composto por resinas naturais, trata-se de um líquido escuro, isento de cloretos e com densidade de $1,01 \text{ g/cm}^3$.

O agregado miúdo utilizado foi a areia média lavada com módulo de finura de 2,37 e diâmetro máximo característico de 2,4 mm, verificados de acordo com a ABNT NBR NM 248:2003. A massa específica é de $2,36 \text{ g/cm}^3$, com valor determinado conforme a ABNT NBR NM 52:2009.

A água empregada em todas as etapas do trabalho foi obtida diretamente da rede de abastecimento de água da concessionária local, e segue as prescrições da ABNT NBR 15900-1:2009.

2.2. 1 Lodo de ETA

O estudo foi realizado na Estação de Tratamento de Água (ETA) de Criciúma, sul do estado de Santa Catarina, Brasil, que faz captação de 1.000 litros de água por segundo. A ETA é do tipo convencional, com a correção do pH feita através de adição do geocálcio e a coagulação pelo reagente policloreto de alumínio (PAC).

O lodo foi coletado diretamente da lagoa de decantação na ETA, e transferido para fôrmas metálicas que foram levadas à estufa e mantidas a temperatura de 100°C por 24 h. Assim que as fôrmas foram retiradas da estufa, os sólidos desidratados foram cominuídos com o auxílio de um moinho de martelos.

Para especificar a composição química foi adotada a técnica de espectrometria de fluorescência de Raios X (FRX), utilizando o espectrômetro de raios X por dispersão de comprimento de onda - WDXRF - Axios Max Panalytical.

Para determinar as fases cristalinas realizou-se ensaios em difratômetro de raios X, marca Shimadzu, modelo XRD-6000, goniômetro theta theta, radiação k- α com tubo de cobre de comprimento de onda (λ) de $1,5406 \text{ \AA}$. O passo realizado nas análises foi de $2^\circ/\text{min}$. O range de medida foi de 3 a 80° , com 25 kV de voltagem e 25 mA de corrente elétrica.

A determinação da massa específica do lodo foi realizada conforme a ABNT NBR NM 52:2009, e para obter o valor de massa unitária utilizou-se a ABNT NBR NM 45:2006.

Devido a origem do material, foi necessária a determinação de impurezas orgânicas, o ensaio foi realizado seguindo a norma ABNT NBR NM 49:2001.

Com o auxílio de um microscópio metalográfico foi analisado a microestrutura dos grãos do lodo de ETA.

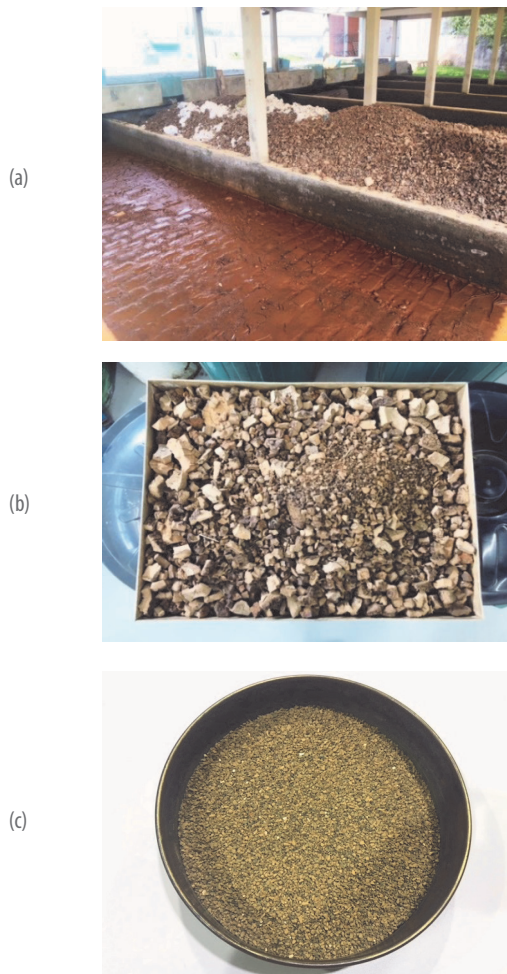


Figura 02 - (a) Lodo na ETA (b) após secagem (c) após cominuição.
Fonte: Autores, 2018.

2.2. Metodologia

Para a execução dos ensaios laboratoriais, foram produzidas quatro argamassas de revestimento seguindo os parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR 7200:1998. O traço adotado para todas as argamassas foi de 1:0,5:5 (cimento: cal: areia), sendo um deles o de referência e os demais com diferentes teores de adição de lodo de ETA, como agregado. Os teores de adição foram definidos com base em pesquisas na área relacionadas a incorporação do lodo da ETA em argamassa de revestimento e concreto, por Tafarel et al. (2016), Ribeiro (2012) e Hoppen et al. (2005). De acordo com as pesquisas, os teores oscilam entre 4% e 15%, e acima de 10%. Nesse sentido, os resultados obtidos não foram satisfatórios, sendo adotados os teores de 3%, 5% e 10% para a pesquisa.

Além destes quesitos, cabe salientar que a fim de melhorar a composição granulométrica da areia utilizada como agregado nas argamassas produzidas, foi definido

uma faixa granulométrica para a incorporação do lodo. Essa utilizou-se do material passante na peneira de malha 2,36 mm e retido na peneira de malha 1,18 mm, pois era a faixa que possuía maior deficiência de material retido na areia utilizada. Buscou-se atingir uma distribuição granulométrica que se enquadrasse na zona ótima, estabelecida na Tabela 2 da NBR ABNT 7211:2005.

Foi verificado o índice de consistência conforme prescreve a ABNT NBR 13276:2016, que recomenda consistência de 260 ± 5 mm, e assim obtido a relação água/aglomerante.

A retenção de água foi avaliada segundo a ABNT NBR 13277:2005, que consiste na medida da massa de água retida pela argamassa após a sucção, realizada por meio de uma bomba de vácuo a baixa pressão em um funil de filtragem.

Para a determinação da densidade de massa, utilizou-se as orientações da ABNT NBR 13278:2005. O procedimento foi realizado para todas as misturas.

Denominaram-se as argamassas de acordo com o percentual de adição, por exemplo, o traço com 3% de adição é chamado de T3 (traço com adição de 3% de lodo em relação a areia) e assim, respectivamente para os demais, conforme apresenta a Tabela 01.

Amostra	Traço (Cimento: Cal: Areia: Lodo)	% de adição
T0	1:0,5:5:0	0
T3	1:0,5:5:0,03	3
T5	1:0,5:5:0,05	5
T10	1:0,5:5:0,10	10

Tabela 01 - Caracterização das argamassas produzidas.
Fonte: Autores, 2018.

Os ensaios de resistência à compressão e à tração na flexão foram realizados conforme estabelece a ABNT NBR 13279:2005. Moldaram-se três corpos-de-prova prismáticos com seção transversal de 4 cm x 4 cm e 16 cm de comprimento para cada tipo de mistura, e respeitou-se o tempo de cura de 28 dias. Para a realização do ensaio de compressão, foram utilizadas as metades dos corpos de prova resultantes do ensaio de tração na flexão, conforme descreve a ABNT NBR 13279:2005.

O equipamento utilizado no ensaio de compressão para romper os corpos de prova foi a prensa EMIC, modelo PC200CS, aplicando uma velocidade de carregamento de $(0,25 \pm 0,05)$ MPa/s, e para o ensaio de tração na flexão foi a prensa EMIC, modelo DL10000, com uma velocidade de $(0,05 \pm 0,02)$ MPa/s.

O módulo estático de elasticidade à compressão foi realizado conforme prescreve a ABNT NBR 8522:2008, porém o ensaio realizado foi adaptado para as argamassas.

Adaptações estas relativas aos ciclos de carga e descarga. Foram confeccionados 3 corpos de prova cilíndricos com 5 cm de diâmetro e 10 cm de comprimento, para cada tipo de argamassa produzida, e após os 28 dias de cura executado o ensaio. O equipamento utilizado para este ensaio foi uma prensa hidráulica da marca EMIC PC200CS, juntamente com um extensômetro elétrico.

O ensaio para determinação da absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade seguiram os procedimentos descritos na ABNT NBR 15259:2005. Foram utilizados três corpos de prova para cada dosagem definida. Após a determinação da massa inicial (m_0) em gramas, para cada corpo de prova, os mesmos prova foram posicionados com sua face quadrada no local do ensaio. O nível de água permaneceu constante a (5 ± 1) mm acima da face em contato com a água, determinando-se a massa, em gramas, de cada corpo de prova aos 10 minutos (m_{10}) e aos 90 minutos (m_{90}). A absorção de água por capilaridade, calculada para cada tempo, foi expressa em gramas por centímetro quadrado (g/cm^2), consistindo na razão entre a variação de massa pela área da seção transversal do corpo de prova em contato com a água.

Neste artigo, para a análise de variância nos ensaios de resistência a compressão axial, a tração na flexão e módulo de elasticidade foi utilizada a ANOVA, que consiste numa técnica estatística em que três ou mais amostras distintas são comparadas, analisando assim se há uma diferença significativa entre as médias e se os fatores influenciam alguma variável dependente. Por fim, o teste de Tukey avaliou em quais traços havia diferenças estatisticamente significativas quando ao teor de lodo de ETA adicionado. Estes testes têm nível de confiança de 95%. E para se constatar que há diferença significativa entre as variáveis, o valor P deve ser inferior a 0,05. Os testes foram executados no software Microsoft Excel.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. Caracterização do Resíduo

Com a caracterização físico-química do lodo de ETA, foi possível definir os parâmetros para a sua incorporação na argamassa. Realizados os ensaios de massa unitária solta e massa específica, obtiveram-se os valores de $0,82 g/cm^3$ e $2,59 g/cm^3$, respectivamente. As características químicas do lodo da ETA são descritas na Tabela 2.

Elementos	Teor (%)	Elementos	Teor (%)
SiO ₂	31,76	K ₂ O	1,35
Al ₂ O ₃	24,97	CaO	0,64

Fe2O3	9,65	Na2O	0,46
TiO2	0,39	SO3	1,49
MnO	0,22	P2O5	0,29
MgO	0,28	PF	28,50

Tabela 02 - Análise química do lodo da ETA.
Fonte: Autores, 2018.

Do ponto de vista químico, o resíduo é constituído em sua maior parte por SiO₂ (dióxido de silício), Al₂O₃ (óxido de alumínio) e Fe₂O₃ (óxido de ferro) que correspondem à cerca de 66,38%. É possível perceber uma elevada porcentagem de Perda ao Fogo (PF), segundo Paschoal (2004 apud MÁŠ, 2002) a elevada perda ao fogo se caracteriza pela elevada quantidade de matéria orgânica presente no material.

As características dos resíduos das ETA's variam de uma estação para outra, pois dependem das características do manancial, dos produtos químicos utilizados e do tipo de processo de tratamento empregado, mas de forma geral os lodos são compostos por substâncias sólidas, orgânicas e inorgânicas, provenientes da água bruta e de coagulantes e floculantes utilizados no tratamento, sendo os coagulantes mais utilizados no Brasil os sais de alumínio e ferro (BITTENCOURT et al., 2012).

Na Figura 03, encontra-se o resultado do ensaio de impurezas orgânicas. A análise desse ensaio se faz por meio da comparação entre a coloração da solução após contato com o material utilizado e a solução padrão de acordo com a ABNT NBR NM 49:2001. A cor mais escura que a solução padrão indica a possibilidade do agregado ser portador de compostos orgânicos nocivos.



Figura 03 - Determinação de impurezas orgânicas, (a) Solução após contato com o lodo de ETA (b) Solução padrão.
Fonte: Autores, 2018.

3.2. Propriedades no estado fresco da argamassa

O traço que necessitou de menor quantidade de água para atender a consistência especificada pela ABNT NBR 13276:2016 de 260 ± 5 mm, sem aditivo, foi o T0, a partir dele foi fixada a relação água/aglomerante em 0,62.

A Tabela 03 demonstra que o índice de consistência das argamassas produzidas com percentuais 0% e 3% de adição do lodo de ETA mantiveram-se constante, com os percentuais de 5% e 10% foi encontrado dificuldade de atingir a consistência especificada pela norma sem adicionar mais água ao traço, porém com o intuito de manter a relação água/aglomerante para todas as argamassas iguais, optou-se pelo uso de um aditivo plastificante, e assim atender a consistência sem adicionar mais água.

Amostra	Relação água/aglomerante	Aditivo (g)	Consistência (mm)
T0	0,62	0	263,00
T3	0,62	0	261,00
T5	0,62	0,15	255,00
T10	0,62	0,84	263,00

Tabela 03 - Relação água/aglomerante e índice de consistência.
Fonte: Autores, 2018.

A análise microscópica do grão do lodo de ETA indicou que o mesmo se trata de um material poroso, e segundo Neville e Brooks (2013) o material fino não deve estar presente em grande quantidade, pois devido a sua finura e consequentemente grande área superficial, aumentam a demanda de água necessária para a molhagem de todas as partículas da mistura.

A Tabela 04 apresenta os valores de retenção de água e densidade de massa no estado fresco das argamassas produzidas.

Amostra	Retenção de Água (%)	Densidade (g/cm ³)
T0	84	2.13
T3	98	2.11
T5	93	2.03
T10	95	1.86

Tabela 04 - Valores de Retenção de Água e Densidade.
Fonte: Autores, 2018.

A retenção de água é uma propriedade que está associada à capacidade da argamassa fresca manter a sua trabalhabilidade quando sujeita a solicitações que provocam perda de água de amassamento, seja por evaporação, seja pela absorção de água da base (CARASEK, 2007). A retenção permite que as reações de endurecimento da argamassa se tornem mais gradativa, promovendo a adequada hidratação do cimento e consequente ganho de resistência.

Nota-se que com a incorporação do lodo na argamassa, os valores de retenção de água aumentaram, em relação à argamassa de referência (T0), utilizando 3% de

adição do lodo de ETA (T3) a retenção de água aumentou 15%, a T5 resultou em um acréscimo de 10% e a T10 um aumento de 12%.

Esse é um aspecto positivo da adição do lodo de ETA na argamassa de revestimento, sendo esse aumento possivelmente ocasionado pela porosidade dos grãos do lodo de ETA. No momento da mistura, esses vazios são preenchidos com água, saturando-os e fazendo com que a argamassa diminua sua retenção visto que possui água enclausurada nela.

Em relação à densidade de massa, cabe ressaltar que a partir dos valores obtidos, existe uma tendência de quanto maior a incorporação do lodo de ETA, menor os valores de densidade de massa. Quanto mais leve for a argamassa, mais trabalhável será em longo prazo, o que reduz o esforço do operário na sua aplicação, resultando em um aumento de produtividade ao final da jornada de trabalho.

3.3. Propriedades no estado endurecido da argamassa

3.3.1 Resistência à tração na flexão e à compressão

Os valores médios de resistência à tração por flexão e à compressão axial estão situados na Tabela 05.

As médias deste ensaio para cada percentual de adição do lodo de ETA demonstram que a argamassa sofreu reduções de suas propriedades mecânicas conforme o aumento do teor adicionado, sofrendo uma queda acentuada em sua resistência à tração por flexão e à compressão axial.

Resistência (28 dias)	Tração por flexão	Compressão Axial
Amostras	Média ± DP* (MPa)	Média ± DP* (MPa)
T0	3.45a** ± 0,15	12.72a ± 0,58
T3	2.51b ± 0,25	9.51b ± 0,51
T5	2.41b ± 0,07	9.12b ± 0,07
T10	1.99c ± 0,12	6.89c ± 0,37

*Desvio Padrão
** médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não apresentam diferenças significantes, ao nível de significância de 5%, pelo Teste de Tukey.

Tabela 05 - Valores de resistência de tração na flexão e à compressão axial.
Fonte: Autores, 2018.

Ao analisar os resultados obtidos na tração por flexão, entre as amostras com 0% de adição do lodo de ETA (T0) e com 3% (T3), houve um decréscimo de 27,25%, entre a T0 e T5 uma queda de 30,14% e entre T0 e T10 a diminuição foi de 42,31%, sendo a mais significativa entre elas.

Com a análise estatística de variância (ANOVA) para os valores de resistência a tração por flexão, foi possível comprovar que há uma diferença significativa entre as amostras, obteve-se valor de $P= 2,7196 E-5 < 0,05$.

O teste de Tukey apontou que as médias de T3 e T5 não diferem significativamente entre si, isso demonstra que ao adicionar 3% ou 5% de lodo de ETA na argamassa, ela não altera a sua resistência tração na flexão, entre os outros grupos há disparidades significativas.

Com base nos valores obtidos pelo ensaio de compressão axial, quando comparada à média das amostras observa-se uma disparidade expressiva entre as amostras. Em relação à argamassa de referência (T0), a T3 diminuiu 25,21%, a T5 sofre uma queda de 28,31% e a T10 um decréscimo de 45,86%.

Por meio da análise de variância (ANOVA), com os valores de resistência à compressão axial foi comprovada que existe uma diferença existente entre os dados das amostras, ao obter-se um valor de $P= 1,4478 E-6 < 0,05$, porém somente com o Teste de Tukey que é possível afirmar quais as amostras diferem ou não entre si, e por meio dele constatou-se que as amostras T3 e T5 não possuem diferença significativa entre si para resistência à compressão axial, nos demais grupos há diferença.

Através dos resultados obtidos, pode-se observar que a adição do lodo de ETA nas argamassas influencia de forma similar nas resistências à tração na flexão e compressão axial, ocasionando uma redução nas mesmas.

A diminuição das propriedades mecânicas da argamassa pode estar diretamente ligada com a grande quantidade de matéria orgânica presente no lodo de ETA. Segundo Neville e Brooks (2013) os agregados naturais podem ser suficientemente fortes e resistentes ao desgaste e mesmo assim, não serem adequados para a produção do material cimentício caso contenham impurezas orgânicas que interfiram no processo de hidratação do mesmo.

3.3.2 Módulo de elasticidade

Os resultados obtidos no ensaio de Módulo de Elasticidade das argamassas produzidas encontram-se na Tabela 06.

Amostra	Módulo de Elasticidade ± DP* (GPa)
T0	18,95a** ± 3,28
T3	12,29b ± 1,62
T5	13,32b ± 1,15
T10	12,40b ± 2,24

*Desvio Padrão
** médias seguidas pela mesma letra, em uma mesma coluna, não apresentam diferenças significantes, ao nível de significância de 5%, pelo Teste de Tukey.

Tabela 06 - Valores de Módulo de Elasticidade.
Fonte: Autores, 2018.

De acordo com Silva (2014), a propriedade mecânica que quantifica a capacidade de uma argamassa em se deformar sem que ocorra ruptura, é o módulo de elasticidade. Trata-se de uma propriedade mecânica fundamental no estudo da fissuração de revestimentos argamassados, sendo desejável um módulo de elasticidade menor em relação a outros materiais cimentícios tradicionais, de forma a minimizar a possibilidade de ocorrência de fissuração. Por outro lado, se a argamassa apresentar um módulo de elasticidade muito inferior ao do suporte, poderá afetar a durabilidade do revestimento.

Ao analisar a Tabela 06, é possível perceber que com a adição do lodo de ETA na argamassa, o módulo de elasticidade diminui, quando comparado a argamassa sem adição do lodo de ETA.

Em relação à argamassa de referência (T0), a amostra T3 teve uma queda de 35,14%, a amostra T5 reduziu 29,71% enquanto a T10 obteve um decréscimo de 34,56%.

Por meio da análise estatística de variância (ANOVA), foi comprovado que existe diferença significativa entre as médias com diferentes percentuais de adição, resultando num valor de $P=0,018 < 0,05$. O Teste de Tukey demonstrou que as médias de T3, T5 e T10 não possuem diferença significativa entre si, somente o T0 em relação aos outros grupos.

Pode-se observar que as argamassas com menor resistência mecânica apresentam menores módulos de elasticidade, e conseqüentemente maior capacidade de absorver deformações, sendo um aspecto proveitoso para as argamassas com adição do lodo de ETA.

3.3.3 Absorção de água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade

A absorção de água capilar é medida pelo coeficiente de capilaridade, que é descrito como a capacidade que a argamassa endurecida tem de absorver água. A determinação deste coeficiente define a velocidade com que a água é absorvida pelo material (PASCOA, 2012).

Quanto menor a taxa de absorção de água, mais resistente será o material frente à entrada de agentes deletérios do meio ambiente, que podem levar o material (concreto ou argamassa) a sofrer com problemas de durabilidade (KIRCHHEIM et al., 2004).

O ensaio demonstrou que a amostra T10 apresentou o resultado mais satisfatório, com uma redução no teor de absorção de 52,94% aos 10 minutos e 56,41% aos 90 minutos em relação ao traço de referência T0, seguido do traço T5 que obteve uma redução de 35,29% aos 10 minutos e 38,46% aos 90 minutos e a amostra T3 que não sofreu alteração da absorção aos 10 minutos e aos 90 minutos teve uma queda de 7,69%.

De acordo com Dias e Carasek (2003), a maior incidência de manifestações patológicas nos revestimentos argamassados é a umidade, destacando a importância da análise de absorção de água e da permeabilidade para os mesmos.

Os resultados encontrados demonstraram que com a incorporação do lodo na argamassa, a absorção de água por capilaridade e o coeficiente de capilaridade decrescem, reforçando o que foi constatado no ensaio de retenção de água, isso pode ocorrer devido a porosidade dos grãos do lodo de ETA, esses poros já preenchidos com água, diminuem a absorção quando comparados com a argamassa convencional.

4. CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos com o estudo da incorporação do lodo de ETA na argamassa de revestimento, foi possível analisar a aplicabilidade desse tipo de argamassa.

A adição do lodo de ETA nas argamassas contribuiu com o aumento da sua retenção de água, e com a redução da absorção de água por capilaridade, comparada com a argamassa convencional. Esses resultados demonstram que o lodo de ETA traz benefícios para a argamassa de revestimento, tornando-a mais estanque e resistente contra agentes deletérios que possam causar a sua deterioração.

Para os ensaios de tração na flexão, compressão axial e módulo de elasticidade, a adição do lodo da ETA nas argamassas resultou em uma diminuição nas propriedades das mesmas. Porém não foi descartado a sua aplicabilidade devido à ênfase da pesquisa não ter sido a melhoria das mesmas. Para os mesmos, o teste de ANOVA e teste de Tukey comprovou esta disparidade entre amostras com diferentes teores de adição do lodo de ETA.

Ao considerar todas as propriedades estudadas pode se verificar que uma porcentagem de adição de 3% e 5% do lodo de ETA contribui satisfatoriamente para a argamassa de revestimento, além de trazer sustentabilidade, destinando o resíduo que seria descartado no meio ambiente.

REFERÊNCIAS

- ACHON, Cali Laguna; BARROSO, Marcelo Melo; CORDEIRO, João Sérgio. Resíduos de estações de tratamento de água e a ISO 24512: desafio do saneamento brasileiro. Eng. Sanit. Ambient., São Paulo, v. 18, n. 2, p.115-122, jun. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v18n2/a03v18n2>. Acesso em: 24 jun. 2018.
- ALMEIDA, Ana Paula Verona de; CARVALHO, Karina Querne de; PASSIG, Fernando Hermes. Caracterização Quantitativa do Lodo Gerado na Estação de Tratamento de Água de Campo Mourão PR. Revista Técnico-científica do IFSC, Florianópolis, v. 1, n. 1,

p.36-41, 5 jul. 2010. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/index.php/rtc/article/viewFile/206/149>. Acesso em: 11 set. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13281: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13276: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13277: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da retenção de água. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13278: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13279: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 52: Agregado miúdo – Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11578: Cimento Portland composto – Especificação. Rio de Janeiro, 1991.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7175: Cal hidratada para argamassas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 248: Agregados – Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15900-1: Água para amassamento do concreto – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7200: Execução de revestimento de paredes e tetos de argamassas inorgânicas – Procedimento. Rio de Janeiro, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8522: Concreto – Determinação do módulo estático de elasticidade à compressão. Rio de Janeiro, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15259: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da absorção de

água por capilaridade e do coeficiente de capilaridade. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: Agregados para concreto – Especificação. Rio de Janeiro, 2005.

BITTENCOURT, S; SERRAT, B.M; AISSE, M.M, et al; Aplicação de lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto em solo degradado. Engenharia Sanitária e Ambiental. vol.17 no.3 Rio de Janeiro. Julho/Setembro. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/esa/v17n3/v17n3a08>. Acesso em: 24/06/2018.

BRASIL. Congresso. Câmara dos Deputados. Lei nº 11445, de 5 de janeiro de 2007. Brasília, Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/2007/lei-11445-5-janeiro-2007-549031-norma-actualizada-pl.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2018.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, Geraldo Cechella. Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia dos Materiais. São Paulo: Arte Interativa, 2007. Cap. 26, p. 863-904.

COMUSA - Serviços de Água e Esgoto de Novo Hamburgo (Rio Grande do Sul). Tratamento de Água. 2017. Disponível em: <http://www.comusa.rs.gov.br/index.php/saneamento/tratamentoagua>. Acesso em: 15 maio 2018.

DIAS, Letícia Almeida; CARASEK, Helena. Avaliação da permeabilidade e da absorção de água de revestimentos de argamassa pelo método do cachimbo. V simpósio brasileiro de tecnologia. P. 543-555. 2003.

TEIXEIRA, S.R.; de SOUZA, S.A.; de SOUZA, N.R.; ALÉSSIO, P.; SANTOS, G.T.A. Efeito da Adição de Lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA) nas Propriedades de Material Cerâmico Estrutural. Cerâmica. on-line., v.52, n.323, pp. 215-220. 2006. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0366-69132006000300016>. Acesso em: 03 abr. 2012.

HOPPEN, Cinthya et al. Uso de Lodo de Estação de Tratamento de Água Centrifugado em Matriz de Concreto de Cimento Portland para reduzir o Impacto Ambiental. Química Nova, São Paulo, v. 29, n. 1, p.79-84, 08 set. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v29n1/27861.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.

SANTOS, Heraldo Barbosa dos. Ensaio de Aderência das Argamassas de Revestimento. 2008. 50 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialização em Construção Civil, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008. Disponível em: <http://pos.demc.ufmg.br/novocecc/trabalhos/pg1/Monografia>

Heraldo Barbosa.pdf. Acesso em: 11 set. 2017.

MEGDA, Cláudia Regina; SOARES, Leonardo Vieira; ACHON, Cali Laguna. Propostas de Aproveitamento de Lodos Gerados em ETA's. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 23, 2005, Campo Grande. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes23/l-019.pdf>. Acesso em: 11 set. 2017.

KIRCHHEIM, Ana Paula et al. Estudo da Absorção Capilar em Argamassas de Cimento Portland Branco Estrutural com Diferentes Teores de Adições Pozolânicas. In: Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2004, Porto Alegre. Anais. São Paulo: Antac - Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, 2004. p. 1 - 11. Disponível em: ftp://ip20017719.eng.uff.br/Public/AnaisEventosCientificos/ENTAC_2004/trabalhos/PAP0940d.pdf. Acesso em: 13 jun. 2018.

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J.. Tecnologia do Concreto. 2. ed. Porto Alegre: Bookman Editora, 2013. 466 p.

PASCHOAL, J.A.A. Estudos de parâmetros de qualidade para a cerâmica estrutural vermelha. 2004. 188 p. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Construção Civil da Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.

RIBEIRO, Rodolfo Faquini. Estudo de dosagem de lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA) em argamassa. 2012. 61 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1890/1/CM_COEAM_2012_1_16.pdf. Acesso em: 29 maio 2018.

SILVA, Tiago Rodrigues da. Comportamento Mecânico de Argamassas de Reboco com Regranulado Negro de Cortiça. 2014. 147 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Técnico Lisboa, Lisboa, 2014. Disponível em: <https://fenix.tecnico.ulisboa.pt/downloadFile/563345090412722/Dissertacao.pdf>. Acesso em: 13 jun. 2018.

TAFAREL, Nathann Francisco et al. Avaliação das propriedades do concreto devido à incorporação de lodo de estação de tratamento de água. Revista Matéria, Rio de Janeiro, v. 21, n. 4, p.974-986, dez. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/rmat/v21n4/1517-7076-rmat-21-04-00974.pdf>. Acesso em: 29 maio 2018.

AUTORES

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-4074-5985>

SIBELE SILVEIRA LAURINDO | Universidade do Extremo Sul Catarinense | Curso de Engenharia Civil | Criciúma, Santa Catarina, Brasil | Correspondência para: Av. Universitária, 1105 - Bairro Universitário CEP: 88806-000 - Criciúma-SC | Email: sibeleslaurindo@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9698-1100>

ELAINE GUGLIELMI PAVEI ANTUNES, Dra. | Universidade do Extremo Sul Catarinense | Curso de Engenharia Civil | Criciúma, Santa Catarina, Brasil | Correspondência para: Av. Universitária, 1105 - Bairro Universitário CEP: 88806-000 - Criciúma-SC | Email: elainegpa@unesc.net

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-6114-8725>

ALINE EYNG SAVI, Dra. | Universidade do Extremo Sul Catarinense | Curso de Arquitetura e Urbanismo | Criciúma, Santa Catarina, Brasil | Correspondência para: Av. Universitária, 1105 - Bairro Universitário CEP: 88806-000 - Criciúma-SC | Email: arquiteta.alinesavi@gmail.com

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5785-5913>

JAISON ARAUJO SPECK, M.Sc. | Universidade do Extremo Sul Catarinense | Curso de Engenharia Civil | Criciúma, Santa Catarina, Brasil | Correspondência para: Av. Universitária, 1105 - Bairro Universitário CEP: 88806-000 - Criciúma-SC | Email: jspeck@casan.com.br

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1753-4944>

JORGE HENRIQUE PIVA, M.Sc. | Universidade do Extremo Sul Catarinense | Curso de Engenharia Civil | Criciúma, Santa Catarina, Brasil | Correspondência para: Av. Universitária, 1105 - Bairro Universitário CEP: 88806-000 - Criciúma-SC | Email: jhpiva@unesc.net

COMO CITAR ESTE ARTIGO

LAURINDO, Sibeles Silveira; ANTUNES, Elaine Guglielmi Pavei; SAVI, Aline Eyng; SPECK, Jaison Araujo; PIVA, Jorge Henrique. Estudo da Adição do Lodo de ETA - Estação de Tratamento de Água em Argamassas de Revestimento. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 19-28, ago. 2020.** 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.MIX2020.v6.n4.19-28>.

DATA DE ENVIO: 14/11/2019

DATA DE ACEITE: 02/06/2020

A INFLUÊNCIA DA VERTICALIZAÇÃO NA SENSÇÃO TÉRMICA URBANA: ESTUDO DE CASO EM VILA VELHA/ES

THE INFLUENCE OF VERTICALIZATION ON URBAN THERMAL SENSATION: CASE STUDY IN VILA VELHA/ES

JULIANA SILVA ALMEIDA SANTOS | UFES

ALINE SILVA SAUER, M.Sc. | UCL

RESUMO

O crescimento acelerado dos centros urbanos vem provocando sérias transformações no uso do solo e no meio natural, gerando alterações no microclima destas áreas e impactando diretamente no conforto ambiental da população. Assim, o objetivo da pesquisa foi avaliar a possível influência da verticalização no microclima urbano e na sensação térmica dos transeuntes, a partir de um estudo comparativo entre quatro bairros próximos à orla de Praia de Itaparica em Vila Velha/ES. A metodologia partiu de revisão bibliográfica e consistiu na elaboração de um estudo de caso para monitoramento climático simultâneo à aplicação de um instrumento de avaliação da sensação térmica. Os resultados indicaram que a verticalização exerce influência sobre as variáveis climáticas e por consequência interfere na sensação térmica dos transeuntes.

PALAVRAS CHAVE: Verticalização; Microclima Urbano; Sensação Térmica; Conforto Ambiental

ABSTRACT

The accelerated growth of urban centers has been causing serious changes in the soil and natural environment, generating changes in the microclimate of these areas and directly affecting the environmental comfort of the population. Thus, this research aimed to evaluate the influence of verticalization in the urban microclimate and on the thermal sensation of the passerby, based on a comparative study between four neighborhoods near the Praia de Itaparica coast in Vila Velha/ES. The methodology started from a literature review and consisted in the elaboration of a case study for climate monitoring and application of an instrument to evaluate the thermal sensation. The results indicated that the verticalization exerts influence on the climatic variables and consequently interferes in the thermal sensation of the passerby.

KEY WORDS: Verticalization; Urban Microclimate; Thermal Sensation; Environmental Comfort



1. INTRODUÇÃO

O crescimento acelerado dos centros urbanos e o processo de adensamento das cidades vêm provocando sérias transformações no uso do solo e no meio natural. Essa intensa urbanização evidenciada pelo aumento da concentração da população nas cidades, requer dos gestores públicos um maior planejamento no âmbito urbano para absorver a crescente demanda por estruturas e serviços.

Segundo Mascaró (2009), o clima urbano é considerado um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização. Nesse sentido, fatores como as atividades humanas, o crescimento da frota de veículos motorizados, o aumento de superfícies pavimentadas e a diminuição de áreas verdes contribuem para as transformações verificadas no clima das cidades (ALMEIDA; BARBIRATO, 2004).

Em virtude disto, estudos da área de climatologia buscam avaliar a influência do desenho urbano na qualidade ambiental dos espaços, a fim de investigar a relação das massas edificadas com os elementos climáticos. Porém, segundo Landsberg (2006), é difícil mensurar o quanto uma aglomeração urbana impacta o clima de um determinado território, visto que grande parte dos sítios possuem um conjunto de condicionantes climáticas muito específicas e seus efeitos podem progredir gradativamente.

Conforme discorrem Monteiro e Mendonça (2003), os estudos de monitoramento do clima podem tornar o processo de planejamento urbano mais eficiente, uma vez que permitem avaliar os aspectos ambientais e territoriais da cidade. Tais trabalhos são importantes não só pelo acompanhamento climático, mas, principalmente, pela possibilidade de supervisão dos impactos oriundos do processo de urbanização. Desse modo, os estudos podem auxiliar gestores urbanos na tomada de decisões quanto ao planejamento das cidades.

O município de Vila Velha pertencente ao Estado do Espírito Santo (ES), localiza-se no litoral da Região Sudeste do Brasil e possui clima tropical úmido (ESPÍRITO SANTO, s.d.). Em 2020 e nos anos anteriores, vem sendo alvo de novos investimentos imobiliários e encontra-se em um processo de expansão territorial no qual destaca-se a ocupação das áreas próximas à orla marítima. Neste sentido, o objetivo deste trabalho consiste em avaliar a possível influência da verticalização, presente em edificações da orla de Vila Velha, no microclima local e na sensação térmica dos transeuntes dos bairros próximos a este adensamento.

2. METODOLOGIA

A área de análise situa-se em Vila Velha/ES, a 20°19'48" de latitude sul e 40°17'31" de longitude oeste (VILA VELHA, 2013a). Com um território de 209.965 km² de extensão, o

município possui uma população de 414.586 habitantes. Conforme identificado na Figura 1, Vila Velha é um dos sete municípios que compõem a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). Estima-se que seja o segundo município mais populoso da RMGV, atrás apenas do município de Serra (IBGE, 2010).

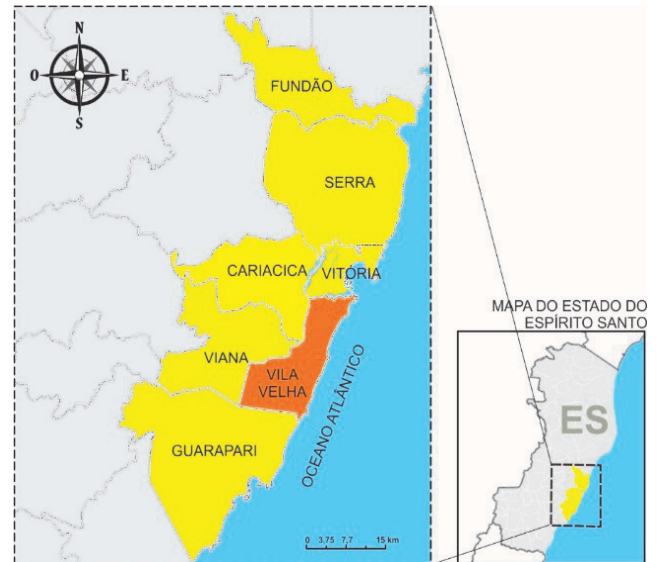


Figura 01 - Região Metropolitana da Grande Vitória
Fonte: elaborado pelas autoras.

O município de Vila Velha é composto por noventa e dois bairros, distribuídos em cinco regiões administrativas instituídas pela Lei municipal 4.707 de 10 de dezembro de 2008 (VILA VELHA, 2013b). É pertinente ressaltar que o processo de ocupação do território, desde meados da década de 1970, já esboçava uma valorização dos loteamentos existentes próximos à orla (CHALHUB, 2010). Cerca de cinquenta anos depois, este município encontra-se com uma faixa litorânea predominantemente verticalizada, e cujo mercado imobiliário aponta a tendência de intensificação desta característica.

Partindo disso, o trabalho foi desenvolvido em três etapas principais, cada uma contendo um conjunto de procedimentos específicos. Na primeira etapa, foi realizada uma revisão bibliográfica no tema da pesquisa, cuja base teórica norteou a seleção do estudo de caso. Os bairros selecionados para estudo tiveram como principal critério de escolha a sua característica morfológica, visto que a presente pesquisa teve como objetivo investigar a influência da verticalização presente em edificações da orla de Vila Velha no microclima urbano. Prezou-se também pela escolha de áreas situadas em ambientes de características físico-ambientais semelhantes e sujeitas à interferência dos mesmos fenômenos climáticos.

No intuito de garantir uma análise eficiente da presença da verticalização como fator de interferência no microclima urbano, buscou-se englobar no recorte de estudo tanto bairros já verticalizados quanto bairros onde ainda não se observa o processo de verticalização. Para definição da poligonal de estudo foram considerados os limites territoriais estabelecidos pela Prefeitura Municipal de Vila Velha. Ressalta-se que houve a preocupação em incorporar áreas situadas na orla marítima e áreas de bairros posteriores à faixa litorânea. Tal ação foi realizada com o objetivo de avaliar o possível efeito da verticalização como “barreira física” para penetração dos ventos marítimos no território e, consequentemente, sua influência na ambiência urbana.

Assim, foram selecionados os seguintes bairros do município de Vila Velha para incorporação do recorte de estudo: Praia de Itaparica, Praia de Gaivotas, Jockey de Itaparica e Coqueiral de Itaparica. Desse modo, obteve-se a poligonal apresentada na Figura 2.



Figura 02 - Poligonal do estudo de caso
Fonte: elaborado pelas autoras.

Embora os quatro bairros selecionados possuam forte carácter residencial, há disparidades no que diz respeito à sua morfologia. Vale ressaltar que a pesquisa não tem por objetivo qualificar cada variação morfológica ou classificá-las, mas sim, verificar a relação destas quanto à distribuição dos ventos locais e, consequentemente, sua influência no conforto térmico dos transeuntes.

O bairro Praia de Itaparica está situado na orla marítima e se destaca pelo número de empreendimentos em construção. Ao longo de sua extensão é possível identificar uma tendência de aumento do número de pavimentos conforme a aproximação com o litoral. Principalmente nas primeiras quadras posteriores à faixa litorânea há predominância de edificações com quinze ou mais pavimentos.

O bairro Praia das Gaivotas está localizado em uma área posterior ao bairro Praia de Itaparica. O primeiro bairro apresenta forte carácter horizontal, no qual se observa, em sua maioria, edificações de um a três pavimentos e poucos edifícios com gabarito superior a cinco pavimentos.

Na figura 3, evidencia-se a disparidade da escala construtiva existente entre os bairros Praia de Itaparica e Praia das Gaivotas.



Figura 03 - Disparidade da escala construtiva entre os bairros Praia das Gaivotas e Praia de Itaparica
Fonte: Adaptado do Google Earth (2017).

No bairro Jockey de Itaparica destaca-se a grande quantidade de lotes sem construções, principalmente nas áreas próximas à orla. Já as quadras mais afastadas da faixa litorânea, possuem o mesmo carácter de horizontalidade observado no bairro Praia das Gaivotas. A área da poligonal referente ao bairro Coqueiral de Itaparica consiste em um único condomínio residencial, cujas edificações possuem quatro pavimentos. Esta área foi incorporada ao recorte de estudo devido à possível interferência de suas construções na distribuição dos ventos locais.

Na segunda etapa da pesquisa, foram definidos os métodos de coleta dos dados e os critérios para escolha dos pontos de aferição das variáveis climáticas. A metodologia empregada utilizou a aferição simultânea dos pontos de monitoramento, cujo método foi adotado por possibilitar uma avaliação comparativa dos dados obtidos no levantamento. Conforme observado na Figura 4, os pontos de verificação foram organizados por eixos de análise, elaborados a partir de um alinhamento perpendicular à praia, no qual denominou-se: Trecho A (Praia de Itaparica - Praia de Gaivotas) e Trecho B (Jockey de Itaparica).



Figura 04 - Delimitação dos pontos de monitoramento
Fonte: elaborado pelas autoras.

A quantidade de pontos de monitoramento foi estabelecida em função do número de equipamentos disponíveis para execução da medição. Desse modo, foram delimitados 4 pontos no total e, para facilitar a organização da coleta de dados, optou-se por numerar como 1 os pontos situados no calçadão da orla e 2 os pontos localizados no interior dos bairros. Para a locação dos pontos foram considerados os seguintes critérios: (i) segurança; (ii) fluxo de circulação de pessoas (em virtude da aplicação dos questionários); e (iii) viabilidade (em relação ao deslocamento da equipe).

O monitoramento foi realizado na primavera, no dia 22 de outubro de 2017 e seguiu os procedimentos descritos a seguir. Em cada ponto de monitoramento foi montada uma miniestação meteorológica composta por 01 tripé, 01 abrigo meteorológico, 01 termo-higro-anemômetro e 01 HOBO *data logger*. Para evitar efeitos de distorção dos dados, procurou-se posicionar o conjunto sobre superfície plana, fora de áreas sombreadas e a uma distância mínima de 2,00 m de obstruções como, por exemplo, construções ou vegetação.

Além disso, foi estabelecido um padrão de coleta de dados a fim de evitar o comprometimento da pesquisa devido a interferências no processo de medição. Desse modo, os aparelhos *data logger* foram posicionados a uma altura de 1,10 m do solo, enquanto os anemômetros foram locados com a

ventoinha à 1,50 m do solo. Destaca-se ainda que as miniestações foram posicionadas em função da direção predominante do vento no dia do monitoramento, sendo tal dado obtido a partir do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Tendo em vista que não é recomendável a exposição do aparelho *data logger* à radiação solar direta durante a execução da medição, utilizou-se um abrigo meteorológico constituído de pratos de isopor para proteção do equipamento. Pela impossibilidade de adquirir quatro aparelhos termo-higro-anemômetro iguais, optou-se por utilizar os equipamentos de mesma marca nos pontos de monitoramento de características físico-climáticas semelhantes. Assim, os termo-higro-anemômetros do modelo AVM-05 da marca *Prova Instruments* foram posicionados nos pontos localizados na orla de Praia de Itaparica (A1 e B1), enquanto os termo-higro-anemômetros do modelo ITAN 700 da marca *Instrutemp* foram distribuídos nos pontos localizados no interior dos bairros de Jockey de Itaparica e Praia das Gaivotas (A2 e B2).

Foram consideradas as seguintes variáveis para análise: temperatura do ar (°C); umidade relativa do ar (%); e velocidade dos ventos (m/s). Seguindo a recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM) apresentada no *Guide to Climatological Practices* (WMO, 2011), foram definidos dois horários para registro, iniciados em todos os pontos de monitoramento simultaneamente, nos horários

de 9h00 e 15h00. A montagem das miniestações foi realizada 30 minutos antes dos horários preestabelecidos para registro e a amostragem climática teve uma duração total de 60 minutos em cada período (manhã e tarde).

Ainda referente ao procedimento de coleta, optou-se por realizar o monitoramento da velocidade dos ventos a partir de leituras contínuas com um tempo de amostragem de 15 minutos. Já em relação à temperatura e umidade do ar, foram configurados os equipamentos de modo a realizar o registro num intervalo de tempo de 1 minuto.

Em paralelo às medições das variáveis climáticas, nos pontos de monitoramento foram aplicados instrumentos de avaliação de percepção de conforto térmico dos transeuntes. O levantamento foi estruturado em forma de questionário composto por perguntas fechadas e o modelo adotado foi adaptado de Silva (2014), cuja estrutura divide-se em três partes: (i) registro da aplicação; (ii) dados individuais; e (iii) votos de sensação e preferência térmica. É importante destacar que foram considerados no questionário as condições em que a entrevista foi realizada, assim como o tipo de vestimenta e as atividades realizadas pelo transeunte antes da entrevista.

Para determinação da amostra, adotou-se como parâmetro o cálculo de amostragem aleatória disponibilizado por Santos (2017). Para efeito de cálculo, o universo da pesquisa foi composto pela soma das populações dos bairros analisados, tendo como referência os dados do Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010). Assim, considerando uma população única de 34.019 habitantes obteve-se como amostra mínima um total de trinta questionários.

Definidos os métodos de coleta de dados a serem adotados pela pesquisa, por fim, na terceira etapa foi realizado o monitoramento das variáveis climáticas, bem como a análise dos dados coletados. Estes conteúdos serão apresentados a seguir.

3. APLICAÇÕES E RESULTADOS

Na Região Sudeste, a estação da primavera possui como características o aumento da temperatura e das chuvas (INMET, 2017a). Segundo os dados indicados pelo Clima Tempo (2017), no dia das medições foram previstos ventos fracos e moderados, com predominância nas direções norte/norte-nordeste (N/NNE). Quanto a condição do céu, no período matutino o mesmo apresentava-se claro e sem nuvem. Por sua vez, no período vespertino, o céu apresentava-se claro e parcialmente coberto por nuvens.

Num primeiro momento, foi observada uma pequena diferença nos valores obtidos no monitoramento das variáveis climáticas realizados pelo estudo de caso, quando

comparado aos dados verificados pela estação meteorológica do INMET. Entende-se que este fenômeno pode ter ocorrido em virtude das diferenças morfológicas dos meios onde estão inseridos os pontos de monitoramento.

Nesse sentido, destaca-se que o posto meteorológico do INMET está localizado em área de baixa ocupação, enquanto o estudo de caso está inserido em uma área mais urbanizada. Desse modo, as características de superfície do solo, densidade construtiva, arborização, entre outros fatores contribuem para a configuração de dois microclimas diferenciados. Além disso, vale ressaltar que a estação meteorológica do INMET está posicionada a 25 metros de altitude, enquanto a área do estudo de caso está localizada ao nível do mar.

Conforme pode ser observado na Figura 5, a estação meteorológica do INMET está localizada em uma área bastante arborizada e com ausência significativa de superfície pavimentada. Em contrapartida, as áreas monitoradas pelo estudo de caso são, em sua maioria, pavimentadas e apresentam uma quantidade inferior de vegetação. Logo, entende-se que a variação climática verificada reitera a influência exercida pelas características morfológicas e construtivas sobre o microclima local.



Figura 05 - Localização da estação meteorológica do INMET e do estudo de caso
Fonte: adaptado de INMET (2017b).

Considerando os resultados coletados, percebe-se que os dados monitorados pelo posto meteorológico apresentaram menor variação de valores durante o período de medição, do que os dados aferidos nos pontos de análise do estudo de caso. Mediante este resultado, pode-se concluir que a dinâmica climática tende a ser mais instável em áreas sob maior influência urbana. É importante ressaltar que tais contrastes são desfavoráveis para o conforto térmico dos habitantes e, em situações mais graves, podem inclusive ocasionar impactos na sustentabilidade do ecossistema local.

Conforme apresentado no Gráfico 01, considerando os valores instantâneos de temperatura do ar registrados na estação meteorológica, comparados à média dos valores de temperatura do ar obtidas nos quatro pontos de monitoramento no mesmo momento, observa-se que no primeiro caso registrou-se uma amplitude térmica de 2,6°C, enquanto no segundo, obteve-se uma variação de 2,5°C.

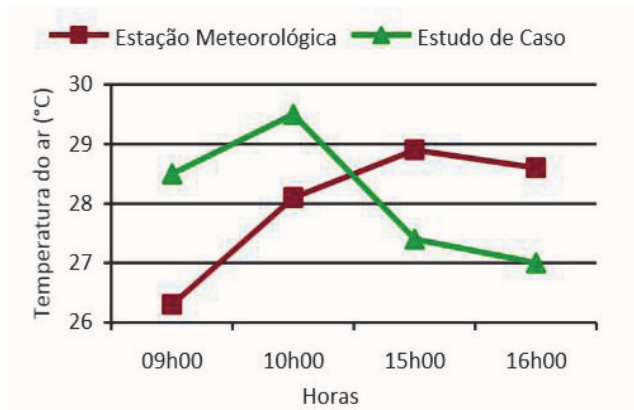


Gráfico 01 - Comparação dos valores de temperatura do ar entre a estação meteorológica e os pontos do estudo de caso
Fonte: elaborado pelas autoras.

Conforme demonstrado no Gráfico 02, na estação meteorológica do INMET os dados relativos à umidade do ar foram mais estáveis do que os verificados no estudo de caso. Considerando o mesmo método de comparação adotado para análise da temperatura do ar, foram registradas variações de até 5% na estação meteorológica do INMET, que contrapõem os 14,5% registrados no estudo de caso.

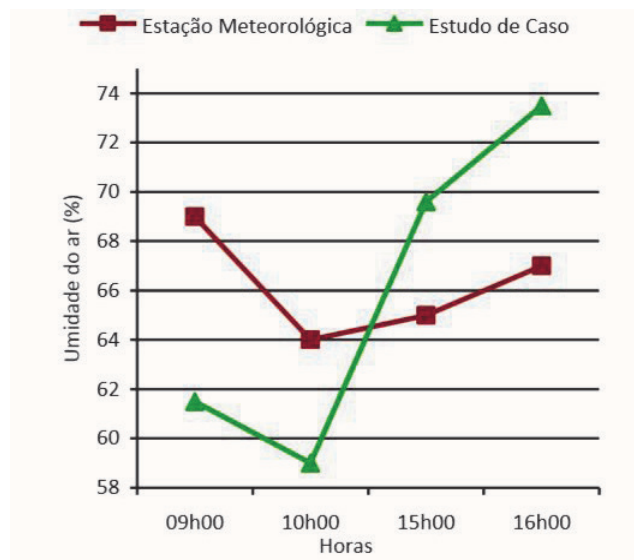


Gráfico 02 - Comparação dos valores de umidade do ar entre a estação meteorológica e os pontos do estudo de caso
Fonte: elaborado pelas autoras.

Devido a limitações dos equipamentos adotados pela pesquisa, apenas foi possível aferir a média da velocidade dos ventos nos pontos A2 e B2. Assim, optou-se por adotar como parâmetro de comparação a velocidade máxima dos ventos. Os resultados podem ser observados no Gráfico 03.

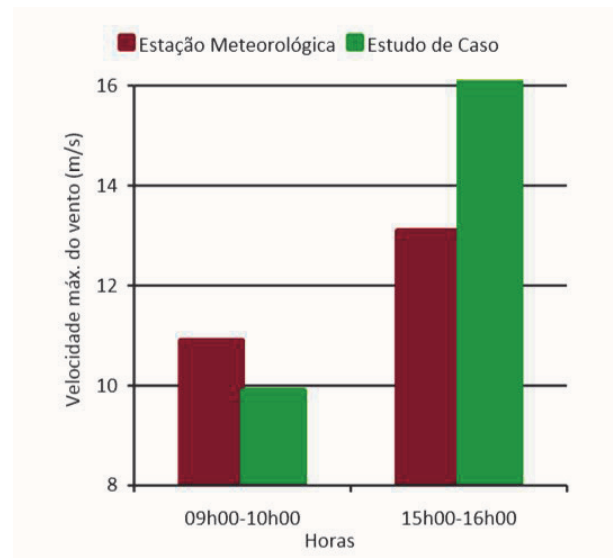


Gráfico 03 - Comparação dos valores de velocidade máxima do vento entre a estação meteorológica e os pontos do estudo de caso
Fonte: elaborado pelas autoras.

Embora se esperasse que no posto meteorológico a velocidade do vento fosse superior aos valores registrados no estudo de caso em função da altitude local, no período vespertino registrou-se o efeito contrário. Acredita-se que este fenômeno possa ter ocorrido em virtude do aumento de vento na direção norte-nordeste ou da brisa marítima (correntes de ar características de regiões litorâneas), após às 15h00.

3.1. Análise da influência da verticalização presente na orla marítima nas variáveis climáticas

A partir dos resultados obtidos nos quatro pontos de medições, buscou-se a elaboração de análises globais e específicas por trechos de estudos (A e B). Em relação à velocidade dos ventos, foram utilizados como parâmetro de comparação os valores da máxima, mínima e a média registrada, já para a temperatura e umidade do ar, foram utilizados os valores instantâneos verificados na leitura.

O monitoramento referente à velocidade dos ventos evidenciou que em 75% das leituras realizadas no período da manhã, os pontos de medição inseridos na orla apresentaram velocidade superior aos pontos localizados no interior dos bairros. Como apresentado no Gráfico 04, no

trecho A, onde a massa construtiva é maior, registrou-se o decaimento de até 3.8 m/s da velocidade máxima do vento em relação aos pontos A1 (orla) e A2 (interior do bairro), no horário de 09h30 até 09h45.

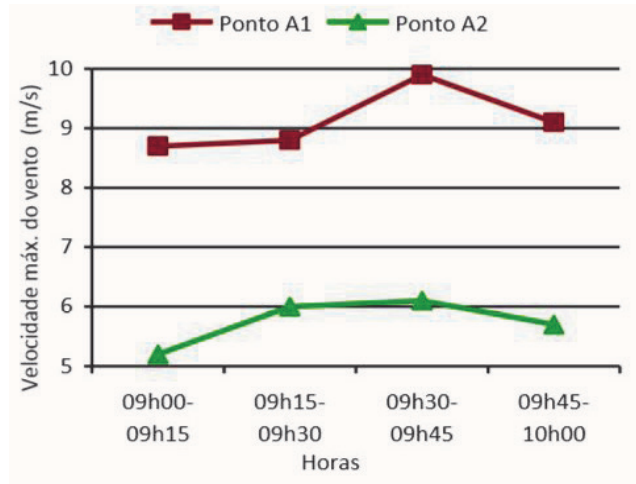


Gráfico 04 - Velocidade máxima do vento no trecho A no período matutino
 Fonte: elaborado pelas autoras.

Como observado no Gráfico 05, no trecho B, onde não há muitas construções na orla, registrou-se o decaimento de até 0.7 m/s da velocidade máxima do vento em relação aos pontos B1 (orla) e B2 (interior do bairro), no horário de 09h00 até 09h30. Após este horário, houve um aumento significativo da velocidade do vento no ponto B2, fenômeno que não foi observado no ponto B1. Uma possível explicação para o ocorrido se dá em virtude da canalização do vento ao longo das vias da malha urbana ou em decorrência da presença de ventos locais nas direções norte-nordeste.

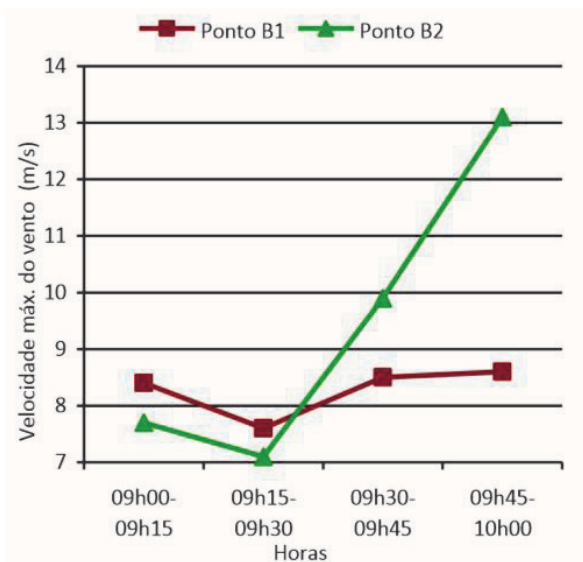


Gráfico 05 - Velocidade máxima do vento no trecho B no período matutino
 Fonte: elaborado pelas autoras.

Ao analisar os dados registrados no interior dos bairros no período matutino, destaca-se que os valores da velocidade máxima do vento em Jockey de Itaparica (B2) foram superiores aos do bairro de Praia das Gaivotas (A2). Ressalta-se também que, no primeiro bairro, 75% das leituras de velocidade máxima do vento apresentaram médias de velocidade iguais ou superiores às registradas em Praia das Gaivotas.

No período vespertino, foi percebido o aumento significativo da velocidade dos ventos na área de estudo. Este fenômeno possibilitou a análise comportamental desta variável em diferentes condições climáticas. Foram registrados ventos com velocidade de até 16.1 m/s (Gráfico 06), cujo valor, segundo a tabela de Beaufort corresponde à uma ventania moderada (ROMERO, 2000). Sob essas condições de rajadas fortes, no trecho A registrou-se o ganho da velocidade dos ventos de até 1.1 m/s do ponto A1 para o ponto A2.

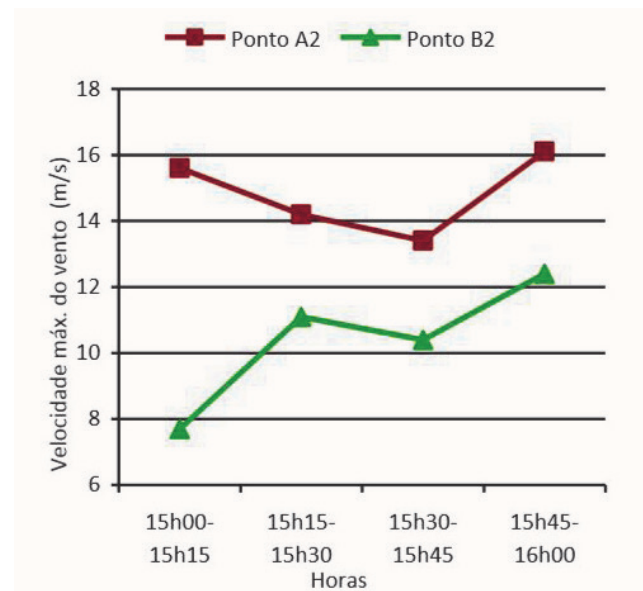


Gráfico 06 - Comparação da velocidade máxima do vento entre os pontos A2 e B2 no período vespertino
 Fonte: elaborado pelas autoras.

Segundo Romero (2000), o vento sob o efeito aerodinâmico de canalização pode aumentar a sua velocidade, entretanto, é preciso destacar que este efeito não ocorre de forma homogênea no território. Estes desvios ocasionados pelas barreiras de edificações tendem a direcionar a corrente de ar para as vias mais largas da malha urbana.

A partir disto, são formados canais de ventilação, cujo deslocamento é direcionado em função do posicionamento das construções ao longo da caixa viária. Apesar de este efeito provocar o aumento da velocidade dos ventos nas vias principais, por outro lado, outras áreas podem ficar mal ventiladas, podendo até mesmo criar uma região de sombra de vento.

Como pode se observar no Gráfico 06, todas as velocidades máximas registradas no período da tarde no ponto A2 (bairro Praia das Gaivotas) foram superiores aos valores registrados no ponto B2 (bairro Jockey de Itaparica). Considerando que no bairro de Jockey de Itaparica há poucas construções nas quadras próximas ao mar, este resultado reitera a interferência da verticalização sobre a ventilação urbana (efeito de canalização).

Conforme se apresenta no Gráfico 07, em 75% das leituras a média de velocidade dos ventos foi superior no ponto B2. Apesar da velocidade máxima dos ventos registrar valores superiores no bairro de Praia das Gaivotas (A2), a partir dos resultados apresentados no Gráfico 06, percebe-se que este efeito não necessariamente agrega qualidade à ventilação do bairro visto que a comparação da média da velocidade dos ventos no período vespertino foi superior no ponto B2 em três dos quatro horários de registro. Nesse sentido, destaca-se que o cálculo da média possibilita uma caracterização mais próxima da condição real de ventilação de cada local.

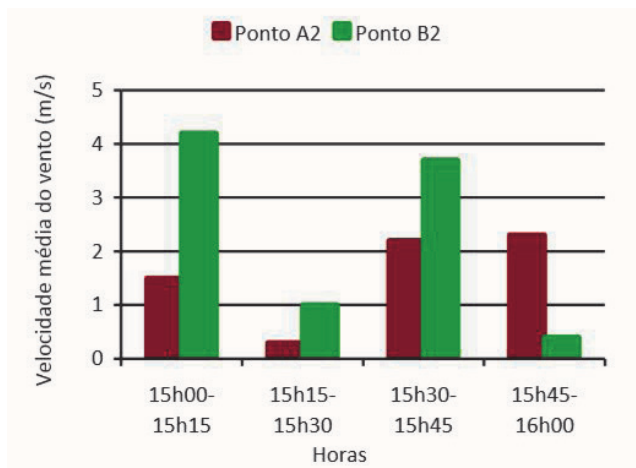


Gráfico 07 - Comparação dos valores de velocidade média do vento entre os pontos A2 e B2 no período vespertino
Fonte: elaborado pelas autoras.

Em relação à temperatura do ar, o Gráfico 08 apresenta a média aritmética dos valores instantâneos obtidos em cada ponto de análise. Conforme pode ser observado, no período da tarde houve uma maior variação da temperatura. Nos horários 15h00 e 16h00, nos pontos A1 e B1 (localizados na orla de Praia de Itaparica e Jockey de Itaparica, respectivamente) os valores registrados foram inferiores aos obtidos nos pontos A2 e B2 (localizados no interior dos bairros de Praia de Itaparica e Jockey de Itaparica, respectivamente). Destaca-se que este resultado coincidiu com o período (vespertino) no qual foi

registrado o aumento substancial da velocidade dos ventos, demonstrando uma possível correlação entre as variáveis de velocidade do vento e temperatura do ar.

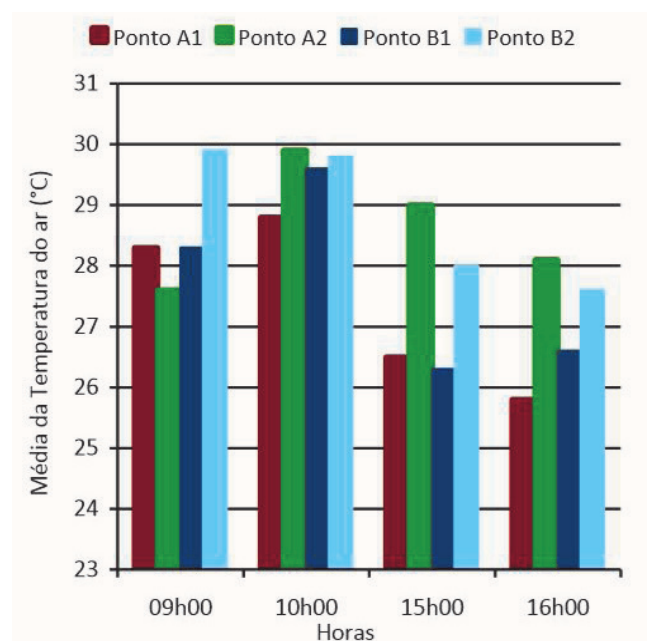


Gráfico 08 - Média da temperatura do ar registrada nos pontos de análise
Fonte: elaborado pelas autoras.

Em relação à umidade do ar, o Gráfico 09 apresenta a média aritmética dos valores absolutos obtidos em cada ponto de análise. Conforme observado, os menores valores de umidade absoluta foram registrados no período da manhã, mesmo horário no qual foram registrados os maiores valores de temperatura do ar. Com exceção do ponto A2 (localizado no interior do bairro de Praia de Gaivotas), onde não foram registradas variações abruptas da média de temperatura do ar ao longo do monitoramento, nos demais pontos ficou evidente a relação inversamente proporcional entre as variáveis de temperatura do ar e umidade absoluta.

Durante o monitoramento, a maior diferença de umidade absoluta registrada foi de 11,8% entre os pontos B1 (localizado na orla de Jockey de Itaparica) e A2 (localizado no interior do bairro de Praia de Gaivotas), no horário de 15h00. O ponto B1 (localizado na orla de Jockey de Itaparica) apresentou a maior variação de umidade absoluta, um valor de 15,9%, quando comparados os valores verificados às 9h00 e 15h00. Ainda em relação ao mesmo ponto, foi registrada a maior variação de temperatura do ar, um valor de 3°C, quando comparados os valores verificados às 9h00 e 15h00. Tais resultados reiteram a correlação entre as variáveis de umidade do ar e temperatura do ar citadas anteriormente.

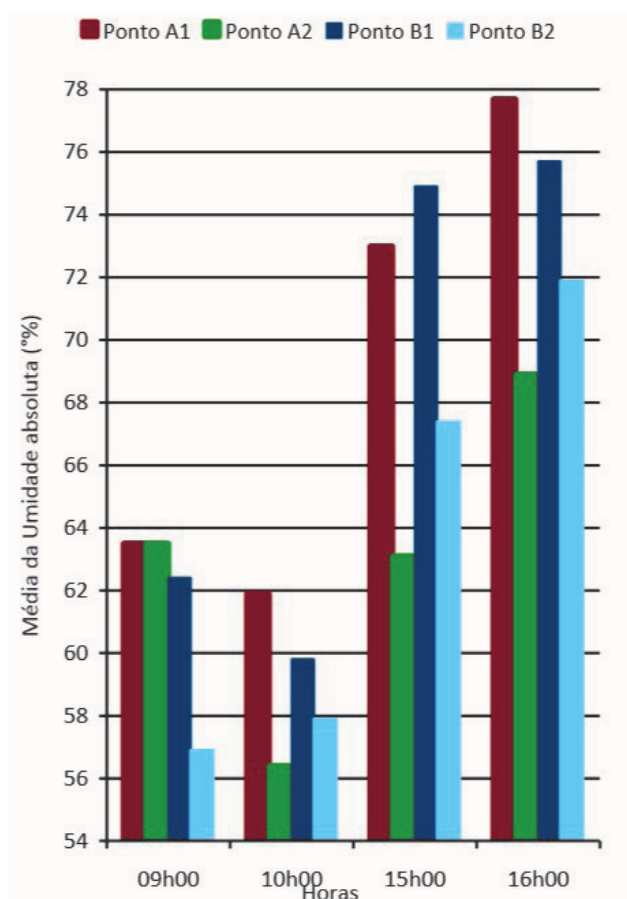


Gráfico 09 - Média da umidade absoluta registrada nos pontos de análise
Fonte: elaborado pelas autoras.

3.2. Avaliação de percepção da sensação térmica dos transeuntes

Conforme se apresenta na Tabela 01, para a avaliação de percepção da sensação térmica foram aplicados 66 questionários no estudo de caso, cujo valor é superior à amostra mínima estabelecida na metodologia do trabalho.

Ponto A1	Ponto B1	Ponto A2	Ponto B2
21	12	17	16

Tabela 01 - Número de entrevistados por ponto de monitoramento
Fonte: elaborado pelas autoras.

A princípio, buscou-se estipular uma quantidade mínima de aplicações de questionários para cada um dos pontos de análise, no intuito de garantir um valor considerável de respostas para a comparação dos resultados. Houve a preocupação em caracterizar o tipo de atividade que o entrevistado estava realizando anteriormente à aplicação do questionário (Tabela 02), bem como discriminar as condições ambientes nas quais ocorreram as entrevistas, visto que ambos os fatores interferem na percepção de conforto térmico do indivíduo.

Análise dos entrevistados por atividade						
Gênero	Sentado	Caminhando Devagar	Em pé parado	Caminhando em vel. média	Correndo	Caminhando Rápido
F	05	19	07	---	---	01
M	---	20	07	05	---	02

Legenda: F: sexo feminino; M: sexo masculino

Tabela 02 - Caracterização dos entrevistados por atividade previa ao questionário
Fonte: elaborado pelas autoras.

Segundo Barbirato, Souza e Torres (2016), a avaliação do conforto térmico humano varia não só em decorrência dos aspectos relacionados aos espaços urbanos, mas também, em função de condições inerentes aos indivíduos, por exemplo: metabolismo, aspectos cognitivos, taxas de sudorese, efeitos culturais, entre outros. Alguns estudiosos do conforto térmico urbano, como por exemplo, Fanger (1970), Givoni e Noguchi (2000), estabeleceram índices de conforto para áreas externas a partir de pesquisas realizadas. Entretanto, pela insuficiência de equipamentos para monitoramento das variáveis climáticas necessárias nos cálculos dos índices, a pesquisa adotou como parâmetro de conforto as condições relatadas nas respostas individuais dos entrevistados.

Em relação à percepção da sensação térmica no período da manhã, nos quatro pontos de monitoramento, a maioria dos entrevistados relataram se sentir bem. No que diz respeito aos pontos A1 e B1 (localizados na orla de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 50% dos respondentes afirmaram estar bem, 19% relataram estar com um pouco de calor, 25% afirmaram sentir calor e 6% alegaram estar com muito calor (Gráfico 10).

No que diz respeito aos pontos A2 e B2 (localizados no interior dos bairros de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 75% dos respondentes afirmaram estar bem, 13% relataram estar com calor e 12% afirmaram sentir muito calor (Gráfico 10).

No período da tarde, nos pontos A1 e B1 (localizados na orla de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 64% dos entrevistados afirmaram estar bem em relação a sensação térmica, 12% relataram estar com um pouco de frio, 12% afirmaram estar com frio, 6% relataram sentir um pouco de calor e 6% afirmaram estar com calor. Estes resultados podem ser vistos no Gráfico 11.

Em relação aos pontos A2 e B2 (localizados no interior dos bairros de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 29% dos entrevistados afirmaram estar bem em relação a sensação térmica, 47% relataram estar com muito calor e 24% afirmaram estar com calor (Gráfico 11).

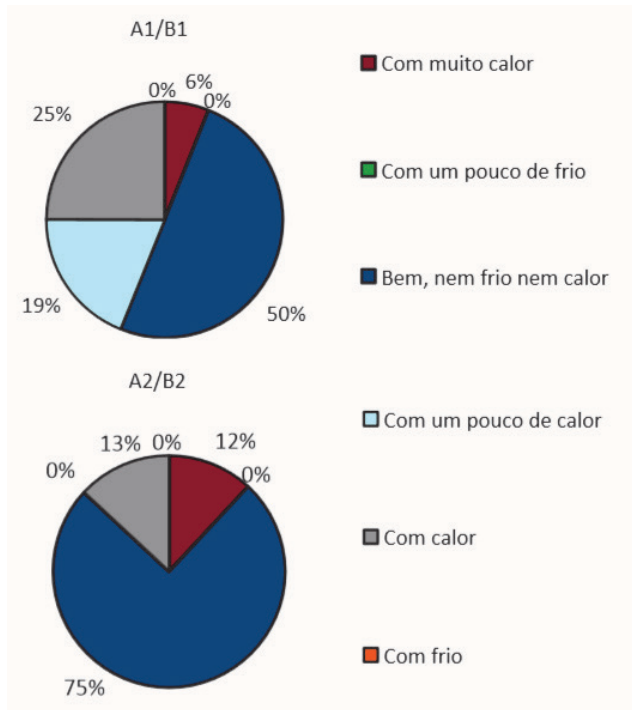


Gráfico 10 - Percepção da sensação térmica dos transeuntes no período da manhã
 Fonte: elaborado pelas autoras.

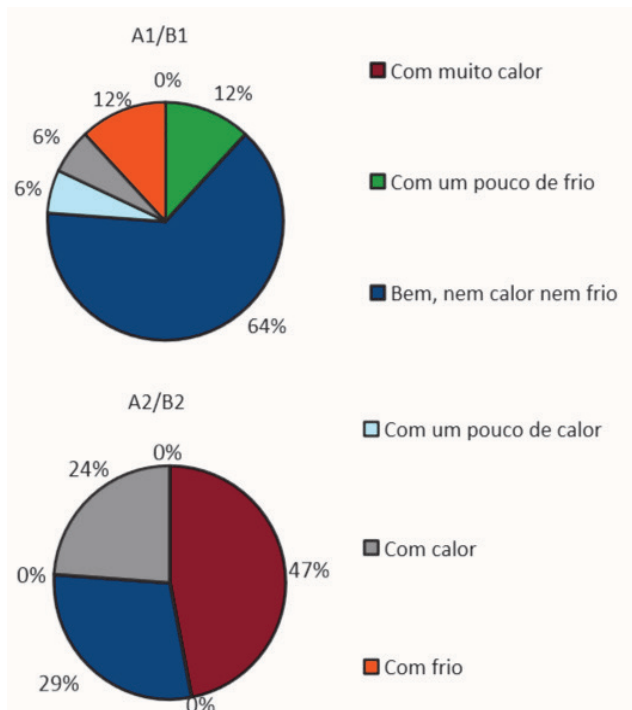


Gráfico 11 - Percepção da sensação térmica dos transeuntes no período da tarde
 Fonte: elaborado pelas autoras.

Com relação ao modo como os entrevistados gostariam de estar se sentindo no momento da entrevista, no período da manhã nos pontos A1 e B1 (localizados na orla de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 69% dos respondentes acharam que não era necessário haver

alteração na condição climática e 31% afirmaram preferir que estivesse um pouco mais frio. Estes resultados podem ser vistos no Gráfico 12.

Ainda no período matutino, nos pontos A2 e B2 (localizados no interior dos bairros de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 69% dos respondentes acharam que não era necessário haver alteração na condição climática, 25% relataram preferir que estivesse um pouco mais frio e 6% afirmaram preferir que estivesse mais frio (Gráfico 12).

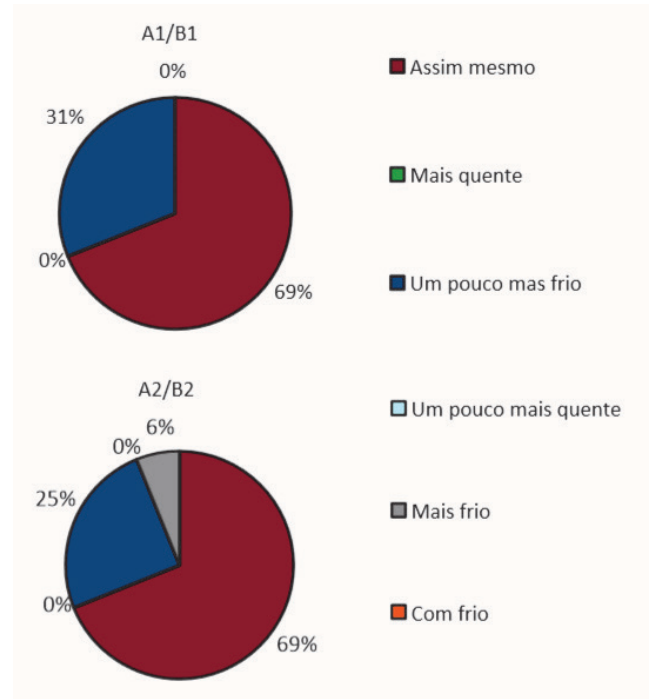


Gráfico 12 - Preferência da sensação térmica dos transeuntes no período da manhã
 Fonte: elaborado pelas autoras.

No que diz respeito à preferência da sensação térmica, no período da tarde nos pontos A1 e B1 (localizados na orla de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 75% dos respondentes acharam que não era necessário haver alteração na condição climática, 6% afirmaram preferir que estivesse mais quente, 13% relataram preferir que estivesse um pouco mais frio e 6% afirmaram preferir que estivesse um pouco mais quente. Estes resultados podem ser vistos no Gráfico 13.

Em relação aos pontos A2 e B2 (localizados no interior dos bairros de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 35% dos respondentes acharam que não era necessário haver alteração na condição climática, 30% relataram preferir que estivesse um pouco mais frio e 35% afirmaram preferir que estivesse mais frio (Gráfico 13).

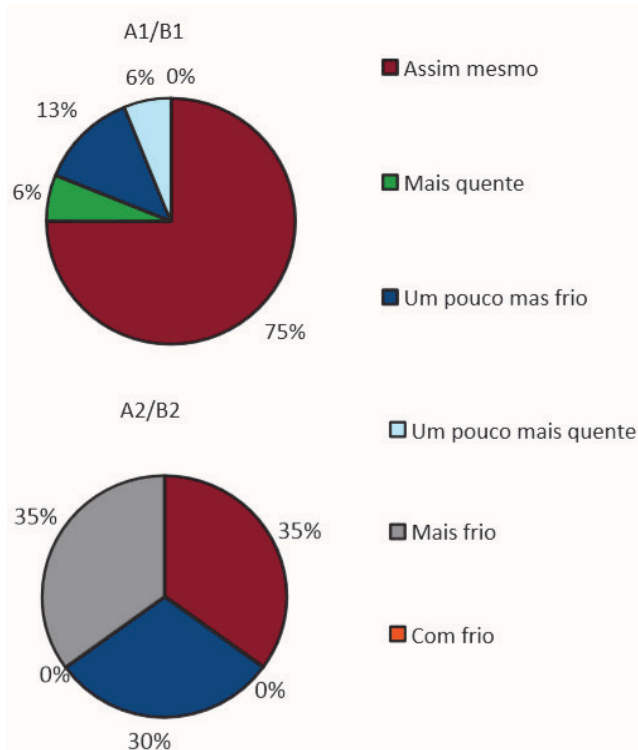


Gráfico 13 - Preferência da sensação térmica dos transeuntes no período da tarde
Fonte: elaborado pelas autoras.

Com relação à ventilação, no período da manhã nos pontos A1 e B1 (localizados na orla de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 75% dos entrevistados classificaram o ambiente como ventilado, 12% classificaram o ambiente como estável e 13% afirmaram que o ambiente estava com muito vento. Estes resultados apresentam-se no Gráfico 14.

Neste mesmo período, nos pontos A2 e B2 (localizados no interior dos bairros de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 25% dos entrevistados classificaram o ambiente como ventilado, 50% classificaram o ambiente como estável e 25% afirmaram que o ambiente estava com muito vento (Gráfico 14).

Com relação à ventilação, no período da tarde nos pontos A1 e B1 (localizados na orla de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 18% dos entrevistados classificaram o ambiente como ventilado, 6% classificaram o ambiente como estável e 76% afirmaram que o ambiente estava com muito vento. Estes resultados apresentam-se no Gráfico 15.

Ainda no período da tarde, nos pontos A2 e B2 (localizados no interior dos bairros de Praia das Gaivotas e Jockey de Itaparica), 18% dos entrevistados classificaram o ambiente como ventilado, 35% classificaram o ambiente como estável e 47% afirmaram que o ambiente estava com muito vento (Gráfico 15).

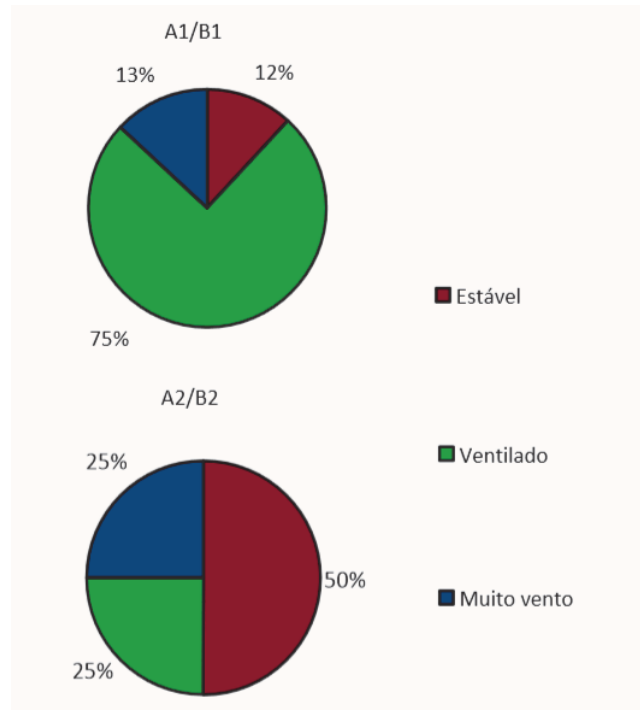


Gráfico 14 - Percepção da ventilação no período da manhã
Fonte: elaborado pelas autoras.

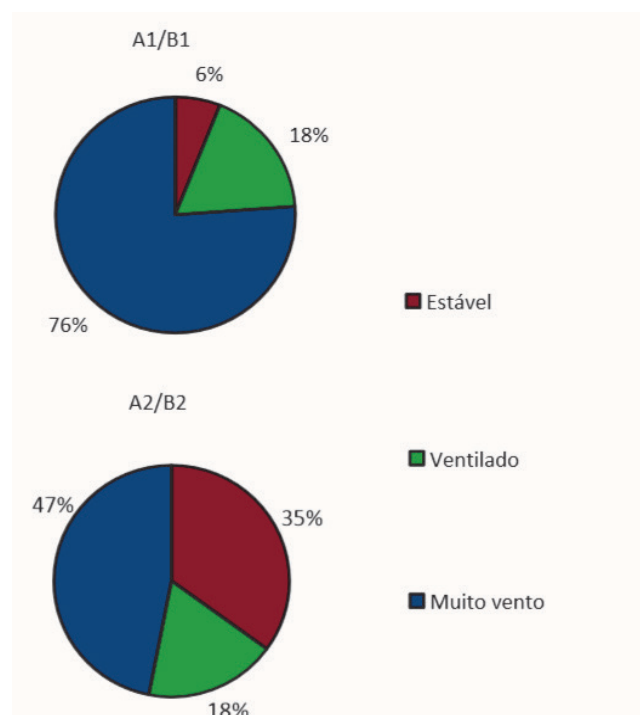


Gráfico 15 - Percepção da ventilação no período da tarde
Fonte: elaborado pelas autoras.

Em ambos os períodos de monitoramento, foi verificado que a maioria dos entrevistados estavam confortáveis em relação a sensação térmica, apenas no período da tarde a maioria dos entrevistados nos pontos A2 e B2 (localizados no interior dos bairros de Praia de Itaparica

e Jockey de Itaparica) relataram sentir calor. Estes resultados influenciaram diretamente os votos de preferência térmica dos transeuntes. Destaca-se que apenas no período da tarde nos pontos A2 e B2, foi percebido um maior equilíbrio entre as diferentes opções de respostas.

Torna-se oportuno salientar que ao analisar o trecho A, no período da manhã, foi verificado que no ponto A1 (localizado na orla de Praia das Gaivotas) todos os entrevistados afirmaram estar confortáveis em relação à sensação térmica, enquanto no ponto A2 (localizado no interior do bairro Praia das Gaivotas) quatro pessoas relataram estar desconfortáveis. A partir da associação destes resultados aos dados aferidos nas medições, foi observado que neste período a velocidade dos ventos no interior do bairro era inferior aos valores registrados na orla, além disso, os valores de temperatura do ar obtidos nesse mesmo ponto (A2) foram mais elevados. A partir destes resultados, pode-se concluir que a condição microclimática de cada ponto influenciou na sensação térmica dos transeuntes.

Em relação à ventilação, somente no período da tarde a maioria dos entrevistados afirmaram que o ambiente estava com muito vento. Conforme apresentado anteriormente, neste horário foi verificado o aumento da velocidade máxima do vento nos quatro pontos de monitoramento. Sabe-se que, em função do aumento da velocidade dos ventos, o processo de troca de calor pode se intensificar e, conseqüentemente, provocar o desconforto térmico do indivíduo pelo excesso de perda de calor. Neste contexto, as construções, além de modificarem os percursos naturais do vento, podem contribuir para alteração da sua velocidade.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve por objetivo avaliar a possível influência da verticalização no microclima urbano e na sensação térmica. Os resultados obtidos contribuíram para elucidação da correlação entre o espaço construído, as variáveis climáticas e a percepção da sensação térmica do transeunte. Conforme observado, os aspectos inerentes ao desenho urbano contribuíram para a formação de diferentes microclimas nos recortes urbanos estudados. A partir da análise do comportamento das variáveis climáticas em diferentes horários, foi observado que estas apresentaram variações em função da localização dos pontos de monitoramento.

O monitoramento climático em ambientes de diferentes características morfológicas permitiu a comparação dos valores registrados e a análise dos efeitos provocados pela massa construtiva, bem como sua influência no conforto térmico dos transeuntes.

A verticalização das edificações presentes nas quadras da orla apresentou-se como principal efeito a barragem da ventilação, percebida a partir da redução da velocidade dos ventos no ponto posterior a orla. Foi verificado também o efeito de canalização do vento, evidenciado em função do aumento da velocidade dos ventos após a penetração da corrente de ar nas áreas verticalizadas.

Como discutido anteriormente, estes efeitos influenciam o microclima e, por vezes, podem resultar na perda de qualidade da ambiência local. Diferente do que ocorre quando este efeito é provocado intencionalmente no desenho urbano, no caso da área estudada, ele ocorreu como consequência das estruturas urbanas já consolidadas no recinto urbano.

Torna-se oportuno mencionar que a modificação da velocidade dos ventos em virtude da verticalização influenciou nos valores obtidos das demais variáveis climáticas monitoradas. Deste modo, pôde ser evidenciada a correlação destes elementos na formação do microclima local, assim como no conforto térmico dos transeuntes.

Tendo em vista o atual crescimento do município de Vila Velha e, principalmente, a forte tendência de verticalização das áreas litorâneas, este trabalho buscou contribuir com os novos estudos, no intuito de fornecer subsídios ao Plano Diretor Municipal – PDM para elaboração de diretrizes urbanas que visem garantir a qualidade ambiental para toda a população, residente na orla marítima ou não.

É importante salientar que a verticalização, quando controlada, não é prejudicial ao conforto ambiental em áreas urbanas. Conforme discorrem Acioly e Davidson (2011), quando planejada ela pode atuar como eficiente instrumento para controle de densidades urbanas, expansão da malha urbana, entre outros aspectos. O que foi avaliado na pesquisa são os efeitos ocasionados pelos diferentes gabaritos e tipos de organização espacial presentes na área de estudo. Este trabalho visa reforçar a importância de uma análise preliminar dos impactos provenientes da verticalização nas condições climáticas locais.

Apesar do aumento dos estudos relacionados à ambiência urbana, ainda há muito que se aprimorar nas pesquisas relacionadas à temática da climatologia urbana. Conforme evidenciado no decorrer da pesquisa, muitas vezes, os equipamentos e dados disponíveis são insuficientes para a realização de uma investigação mais detalhada.

A partir dos resultados obtidos na pesquisa, são apresentadas algumas sugestões para futuros trabalhos como, por exemplo: a análise de outras variáveis climáticas, a realização do monitoramento em diferentes estações do ano, a classificação das percepções de conforto térmico

dos transeuntes segundo índices de conforto para ambientes externos e a realização de simulações computacionais com o objetivo de caracterizar a dinâmica climática em áreas urbanas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem o Laboratório de Conforto Ambiental da Faculdade Multivix-Vitória e o Laboratório de Planejamento e Projetos da Universidade Federal do Espírito Santo, por fornecerem os equipamentos necessários para a realização do monitoramento climático. Fica aqui expressa nossa gratidão a todos os colaboradores voluntários que acreditaram nessa pesquisa e se disponibilizaram para ajudar na execução das medições.

REFERÊNCIAS

ACIOLY, Cláudio; DAVIDSON, Forbes. **Densidade urbana**: um instrumento de planejamento e gestão urbana. 2. ed. Rio de Janeiro: Mauad, 2011.

ALMEIDA, E. M. de A.; BARBIRATO, G. M. A morfologia urbana como determinante de variações climáticas locais: estudo comparativo das orlas marítima e lagunar de Maceió – AL, 2004. **Anais eletrônicos...** I Conferência Latino-americana de Construção Sustentável X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, SP, Brasil. Acesso em: 09 abr. 2018.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C.; TORRES S. **Clima e cidade**: abordagem climática como subsídio para estudos urbanos. Maceió: EDUFAL, 2016. 201 p.

CHALHUB, Antônio. **O imaginário da cidade no pacto socioambiental de um plano diretor municipal**: o planejamento urbano e a lei em Vila Velha/ES. Vitória, 2010. 402 p.

CLIMA TEMPO. **Previsão do tempo**. Disponível em: <<https://www.climatempo.com.br/brasil>>. Acesso em: 22 out. 2017.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Estado de Turismo. **Geografia do Espírito Santo**. (s.d.). Disponível em: <<http://descubraoespiritosanto.es.gov.br/pt/o-espírito-santo#geografia>>. Acesso em: 11 fev. 2019.

FANGER, P. O. **Thermal Comfort**. New York: McGraw-Hill, 1973.

GIVONI, B., NOGUCHI, M. Issues in outdoor comfort research. In: International Conference on Passive and Low Energy Architecture, 17, 2000, Cambridge. **Proceedings...** Cambridge: James & James, 2000, p. 562 – 565.

GOOGLE. **Software Google Earth Pro**. Estados

Unidos, 2017. Disponível em: <<https://www.google.com.br/intl/pt-BR/earth/>>. Acesso em: 10 nov. 2017.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico, 2010**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/v4/brasil/es/vila-velha/panorama>>. Acesso em: 08 jun. 2017.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Prognóstico climático de primavera**. (2017a). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=noticia/visualizarNoticia&id=112>>. Acesso em: 03 out. 2017.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas**. (2017b). Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 08 nov. 2017.

LANDSBERG, H. E. O clima das cidades. **Revista do Departamento de Geografia**, São Paulo [SP], v. 18, pp. 95-111, 2006. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/47269/51005>>. Acesso em: 19 jun. 2017.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Ambiência urbana – Urban Environment**. 3. ed. Porto Alegre [RS]: Masquatro Editora, 2009. 200 p.

MONTEIRO, C. A. de F.; MENDONÇA, F. **Clima Urbano**. São Paulo: Contexto, 2003. 192 p.

ROMERO, Marta A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. 2. ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2000. 128 p.

SANTOS, G. E. de O. **Cálculo amostral**: calculadora online. Disponível em: <<http://www.publicacoesdeturismo.com.br/calculoamostral/>>. Acesso em: 15 out. 2017.

SILVA, Fabiana Trindade da. **Conforto do transeunte**: a porosidade urbana como condicionante da ventilação. 121 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória [ES], 2014.

VILA VELHA. Prefeitura Municipal. **Perfil socioeconômico por bairros**. Vila Velha, 2013a.

VILA VELHA. Prefeitura Municipal. **Plano municipal de contingência**. Vila Velha, 2013b.

WMO, World Meteorological Organization. **Guide to climatological practices**. 2011 ed. Genova: WNO, 2011. 117 p.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5278-1572>

JULIANA SILVA ALMEIDA SANTOS | Universidade Federal do Espírito Santo | Arquitetura e Urbanismo | Vitória, Espírito Santo (ES) - Brasil | Correspondência para: Laboratório de Planejamento e Projetos, Av. Fernando Ferrari, 514, Sala 7 – Goiabeiras, Vitória – ES, CEP: 29075-910 | E-mail: juliana.arq1@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2221-1661>

ALINE SILVA SAUER, M.Sc. | Faculdade Centro-Leste | Arquitetura e Urbanismo | Serra, Espírito Santo (ES) - Brasil | Correspondência para: Rodovia ES 010, Manguinhos, Serra – ES, CEP: 29173-087 | E-mail: alinesisa@hotmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SANTOS, Juliana Silva Almeida; SAUER, Aline Silva. A Influência da Verticalização na Sensação Térmica Urbana: Estudo de Caso Em Vila Velha/ES. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 29-42, ago. 2020.** 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.MIX2020.v6.n4.29-42>.

DATA DE ENVIO: 20/01/2020

DATA DE ACEITE: 15/06/2020

ESTIMATIVA TEÓRICA DE APROVEITAMENTO ENERGÉTICO A PARTIR DE BIODIGESTOR NO MUNICÍPIO DE SOUZA-PB

THEORETICAL ESTIMATE OF ENERGY USE BIODIGESTOR PARTNER IN THE MUNICIPALITY OF SOUZA-PB

VANESSA ROSALES BEZERRA, M.Sc. | UEPB

LUIS REYES ROSALES MONTERO, Dr. | UFCG

VALDERI DUARTE LEITE, Dr. | UEPB

ADRIANO OLIVEIRA DA SILVA | UEPB

YOHANNA JAMILA VILAR DE BRITO, M.Sc. | UEPB

CARLOS ANTÔNIO PEREIRA DE LIMA, Dr. | UEPB

RESUMO

A falta de tratamento e deposição incorreta de resíduos orgânicos, advindos da produção agropecuária apresenta impactos negativos ao meio ambiente, devido ao seu alto grau poluidor, causam degradação dos recursos hídricos e do solo. Grande parte do beneficiamento e fabricação de produtos na atividade agropecuária depende intrinsecamente da energia elétrica para produção, sendo de fundamental importância para tal atividade. O objetivo-se estimar o potencial de geração de energia elétrica, a partir do aproveitamento energético do gás metano, advindo de resíduos de agropecuária, de um biodigestor localizando na zona rural, como também, a avaliação da viabilidade econômica do sistema. A estimativa de produção de biogás encontrada foi favorável ao uso de biodigestor para geração de energia, salienta-se a importância do dimensionamento e manutenção de maneira correta. Posto isso, o aproveitamento de resíduos agropecuários traz benefícios ambientais como tratamento de resíduos orgânicos e redução dos gases de efeito estufa. Conclui-se que a geração de eletricidade nas propriedades rurais agrega valor financeiro e propicia insumos energéticos renováveis para a produção agropecuária.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás, biodigestores, eletricidade

ABSTRACT

The lack of treatment and incorrect deposition of organic waste, resulting from agricultural production has negative impacts on the environment, due to its high degree of pollution, causing degradation of water and soil resources. Much of the processing and manufacturing of products in the agricultural activity depends intrinsically on electric energy for production, being of fundamental importance for such activity. The objective is to estimate the potential of electric power generation, based on the energetic use of methane gas, resulting from agricultural residues, from a biodigester located in the rural area, as well as the evaluation of the economic viability of the system. The biogas production estimate found was favorable to the use of a biodigester for power generation, emphasizing the importance of correctly sizing and maintaining it. That said, the use of agricultural waste brings environmental benefits such as treatment of organic waste and reduction of greenhouse gases. It is concluded that the generation of electricity in rural properties adds financial value and provides renewable energy inputs for agricultural production.

KEY WORDS: Biogas, biodigestors, electricity



1. INTRODUÇÃO

O agronegócio é uma atividade econômica em crescimento no Brasil e no mundo atualmente, esse setor abastece com matéria prima grande parte das indústrias no mercado mundial, e trabalha com bens de consumo essenciais para o ser humano. Dentre várias práticas na agroindústria pode-se citar a criação de animais em confinamento, este seguimento da economia rural vem ganhando espaço e adaptando-se as novas tendências do avanço da tecnologia na agropecuária.

O Brasil tem potencial considerável de geração de eletricidade a partir do biogás obtido pela digestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos, que poderia suprir a demanda de energia em locais com altas taxas de produção do mesmo (SALOMON; LORA, 2005).

Segundo Secretaria de Planejamento do estado da Paraíba (2016), dentre as prioridades do Estado da Paraíba inerente a produção de energia, está o mapeamento e diagnóstico das potencialidades energéticas, principalmente energia solar, biomassa e energia eólica, haja vista a necessidade de colaboração na Paraíba referente ao desenvolvimento energético sustentável.

No Brasil, se intensificou o interesse pelo biogás entre as décadas de 70 e 80, principalmente por parte dos suinocultores. Algumas empresas e programas governamentais induziram e subsidiaram a implantação de muitos biodigestores nas propriedades rurais, com o foco principal na geração de energia (KUNZ, 2010).

Segundo Brasil (2015), o Biogás corresponde a apenas 0,06% da potência instalada, menos que outras tecnologias renováveis que possuem maiores limitações quanto à instalação e à operação.

No passado, o setor econômico que utilizava o biogás restringia-se apenas para zona rural, em pequenos produtores, mas, atualmente é utilizado um sistema de produção industrial desenvolvido e complexo.

A tecnologia de produção do biogás ainda é incipiente no Brasil. Durante um longo período de 40 anos (1970 a 2010) não teve a importância adequada, sendo considerado um subproduto, sem valor econômico. (BLEY, 2015)

Confinamento é o sistema de criação em que lotes de animais são encerrados em piquetes ou currais com área restrita, e onde os alimentos e água necessários são fornecidos em cochos. É mais propriamente utilizado para a terminação de bovinos, que é a fase da produção que imediatamente antecede o abate do animal, ou seja, envolve o acabamento da carcaça que será comercializada (TOAZZA, DAL MAGRO e SILVA, 2016).

Segundo Plataforma Itaipu de Energias Renováveis (2008), uma unidade de produção de leitões típica, com 5 mil matrizes suínas produz cerca de 250 m³ de dejetos

por dia. Esse efluente contém 25.000 mg/L de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), ou seja, a carga orgânica de atividades agropecuária, como por exemplo suinocultura é bastante poluidora, superior a de efluente doméstico, sendo este em média, 600 mg/L.

De acordo com Santos et al. (2017), a produção de biogás na zona rural é a adaptação de modelos de biodigestores que podem ser utilizados de acordo com a necessidade da propriedade e produtor. Do ponto de vista sanitário, o uso de biodigestores para tratamento de resíduos animais, favorece a redução de doenças associadas a falta de saneamento, tais resíduos possuem inúmeros microrganismos patogênicos.

Um dos principais problemas na parte de confinamento de animais é o destino dos dejetos produzidos por estes, além de poluir o meio ambiente com a liberação de poluentes atmosféricos como o gás metano(CH₄), os dejetos dos animais também propiciam problemas relacionados a saneamento, contaminações de microrganismos que podem ser prejudiciais tanto para os seres humanos como para os próprios animais.

Uma solução alternativa para a realidade da atividade pecuária na zona rural é a implantação de biodigestores nas regiões que possuem criação animal em confinamento. Além de dar um adequado destino para os dejetos, os biodigestores também podem produzir biogás, que alimentados a motores elétricos ciclo otto produzem eletricidade.

No final do século XIX, o biogás passou a ser coletado em estações de tratamento de efluentes na Inglaterra e, na década de 40, começou a ser aproveitado a partir de esterco de animais em plantas de geração de energia na Índia. Desde então, o processo anaeróbio tem evoluído e se expandido para o tratamento de resíduos agrícolas e industriais (PAIXÃO,2018).

O objetivo deste trabalho é estimar o potencial de geração de energia elétrica, a partir do aproveitamento energético do gás metano, advindo de resíduos de agropecuária, de um biodigestor localizando na zona rural, como também, a avaliação da viabilidade econômica do sistema.

2.METODOLOGIA

Sousa é um município brasileiro localizado no interior do estado da Paraíba, distante 438 quilômetros a oeste de João Pessoa, capital estadual. Pertence à Região Geográfica Intermediária de Sousa-Cajazeiras e à Região Geográfica Imediata de Sousa. Ocupa uma área de 738,547 km², dos quais 3,0220 km² estão em perímetro urbano. Sua população, estimada é 69.554 habitantes, sendo o sexto mais populoso do estado, o primeiro de sua microrregião (IBGE, 2017).

A temperatura média é uniforme durante o ano, aproximadamente 28.4 °C, favorecendo o investimento de tecnologia de biodigestão anaeróbia, pois apresenta temperaturas altas durante a maior parte do ano, sem necessidade de aquecimento do biodigestor.

O exemplo de gerador de eletricidade a gás, conforme a Figura 1, possui as seguintes especificações: Motor 18,0 cv; Potência máxima 9,5 KVA; Potência nominal 8,0 KVA; Rotação 3600 rpm; tensão de saída 110 V / 220 V (bi-volt); Sistema de partida elétrica, apresenta o sistema de filtro integrado que permite a conexão do motor diretamente na lona do biodigestor, concluíram que o consumo 4,0 m³ de biogás por hora de trabalho; 3,8 Litros de álcool por hora de trabalho. (ALVARENGA, 2016).



Figura 1 - Gerador de eletricidade a gás
 Fonte: Alvarenga, (2015)

Normalmente, o biogás é composto por 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas e oxigênio, mas dependendo das condições da matéria orgânica, pressão e temperatura durante a fermentação, o biogás pode conter de 40% a 80% de metano (SCHWINGEL, 2016) Na Figura 2 apresenta as diversas formas de utilização do biogás.

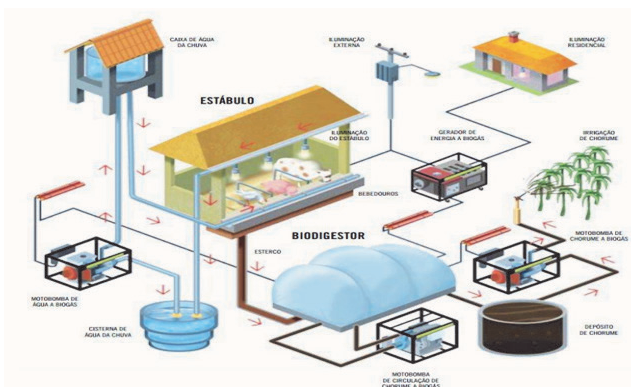


Figura 2 - Utilização do biogás
 Fonte: ALVARENGA, (2016)

Segundo Stegelin (2010), os benefícios de energia gerada pelo biogás originada de resíduos orgânicos, consistem em economia no custo da energia elétrica comprada, economia com combustível quando o biogás é usado para esse fim.

O dimensionamento do biorreator está projetado para coleta de dejetos de 10 animais suínos e 23 bovinos, localizado em propriedade rural no município de Souza/PB. A implantação do projeto, construção e operação para um biodigestor sertanejo, tem a finalidade principal de avaliar a viabilidade técnica econômica do sistema e o intuito de aproveitamento energético a partir do biogás.

3.RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi realizada uma pesquisa sobre projeto de construção de um biodigestor sertanejo. O dimensionamento apresenta os parâmetros operacionais para operação do sistema de forma eficiente, como também a estimativa econômica para projeção de tal reator anaeróbio, considerando características ambientais como temperatura, e a entrada do substrato no biodigestor, os quais são variáveis importantes para o projeto. As tabelas seguintes são apresentados os dados básicos de projeto.

Nome do Projeto:	Biodigestor Sertanejo
Local:	Souza-PB
Data:	22/05/2019

Tabela 1 - Pretensão do projeto
 Fonte: Autores

Temperatura mínima:	22	°C
Temperatura média:	30	°C
Temperatura máxima:	35	°C

Tabela 2 - Dados ambientais
 Fonte: Autores

Nº	Biomassa (animais: 10 Suínos, 23 Bovinos)	kg/d	m ³ /d
1	Excremento	506	0,506
Total		506,0	0,506

Tabela 3 - Resumo de substrato para alimentação do biodigestor
 Fonte: Autores

Unidades requeridas		
Tipo:	Sertanejo	
Material:	Alvenaria, PVC, madeira, ferro e Fibras de vidro	
Volume total requerido:	15.18	m ³
número de unidades:	1	Global
Volume de cada unidade:	15.4	m ³

Profundidade:	3.05	m
Diâmetro:	2.6	m
Volume do Gasômetro:	5.00	m

Tabela 4 - Biodigestor
 Fonte: Autores

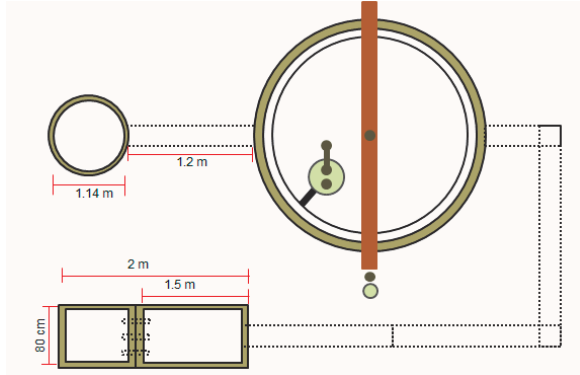


Figura 3 - Modelo de dimensionamento do biodigestor
 Fonte: Autores

Forma:	Cilíndrica	
Volume:	0.51	m ³
Altura:	0.5	m
Diâmetro:	1.14	m

Tabela 5 - Unidade de alimentação
 Fonte: Autores

Forma:	Retangular	
Volume:	0,80	m ³
Largura:	0,80	m
Comprimento:	2	m
Profundidade:	0,50	m

Tabela 6 - Unidade de Saída
 Fonte: Autores

Produção de biogás, energia e equivalências energéticas

Descrição	m ³ (dia)	m ³ (ano)
Produção de biogás:	10.5	130.83
Produção de metano:	7.00	82.591

Tabela 7 - Produção de biogás e energia
 Fonte: Autores

Descrição	(dia)	(ano)
Biogás (Nm ³)	10.005	3651.825
kWh	14.507	5295.146
GLP(kg)	4.50225	1643.321
Nº de Botijões	0.3463269	126.409

Tabela 8 - Equivalências energéticas de biogás
 Fonte: Autores

Descrição	(Kg/dia)	(t/ano)
Massa total de Fertilizante orgânico:	240.53377	87.79

Tabela 9 - Produção de Fertilizante orgânico
 Fonte: Autores

Orçamento

Descrição	Quant.	Diam.(m)	Altura(m)	Comp.(m)	Larg.(m)	Vol, Unit, (m ³)	Vol, Total (m ³)
Tanques de alimentação	1	1.14	0.5	-	-	0.51	0.506
Biodigestores	1	2.6	2.9	-	-	15.40	15.3969456
Tanque de descarga	1	-	0.50	2	0.80	0.80	0.8
Custo estimado de construção						(R\$)	1.869,06

Tabela 10 - Resumo estrutural
 Fonte: Autores

Análise de Custo-Benefício

	Unid, (R\$/mês)	(R\$/ano)
Filtro de remoção de H2S (Lã de aço 60g)	2,98	35,76
Soma dos custos de manutenção	(R\$)	35,76

Tabela 11 - Despesas anuais
 Fonte: Autores

Energia Calorífera	Botijão/ano	R\$/Botijão	R\$/ano
Economia com botijão de gás	12	70,00	5236.46
Fertilizante	t/ano	R\$/t	R\$/ano
Economia do Fertilizante	7,61	20	1755.90
Soma do total de economias anuais	(R\$)		1.055,05

Tabela 12 - Economias anuais
 Fonte: Autores

Resumo de Gastos anuais	R\$/ano
Custo de operação e manutenção	35,76
Soma do custos (R\$)	35,76

Resumo de Lucros anuais	R\$/ano
Redução de custos com Energia	5236.46
Fertilizante	1755.90
Soma do total de rendimento (R\$)	6992.36
	1.055,05

Rendimento anual: Lucros - Custos (R\$)	6.956,60
Taxa interna de retorno (TIR)	3.72

Tabela 13 - Resumo de gastos e lucros anuais, rendimento anual e taxa interna de retorno
 Fonte: Autores

Ressalta-se que a utilização de biogás para produção de eletricidade na zona rural é pouco difundida, em virtude da falta de informações sobre tecnologias disponíveis e a falta de conhecimento sobre tal assunto.

Zago (2013) avaliou o potencial de produção de eletricidade a partir do biogás, para uma criação de animais suínos, na zona rural da cidade de Santa Catarina e observou que a produção de biogás foi cerca de 50 (Nm³.dia-1), e possuiu a capacidade para geração de 2.160 (kWh.mes-1). Constatou também, que as propriedades rurais podem converter-se em auto-suficientes quanto à geração de energia elétrica, com o uso de um sistema com capacidade de 20 KW de potência elétrica, tal pesquisa destacou que o empreendimento é viável economicamente.

A digestão anaeróbia é importante alternativa para o tratamento de resíduos com elevadas concentrações de materiais orgânicos putrescíveis, haja vista incorporar baixos custos operacionais e produzir fonte limpa de energia.

É necessário realizar uma análise de custo/benefício para a utilização dos resíduos sólidos orgânicos da agropecuária para aproveitamento energético, avaliar os custos relacionados a transporte, coleta de resíduos, e o nível de tecnologia para desempenho desta atividade.

Os dejetos suínos sempre foram causadores de grandes fontes de poluição, porém, é necessário destacar que esta poluição pode ser transformada em fontes de riqueza. Uma granja de suínos, além de produzir a carne e outros derivados, pode constituir em excelente produtora de energia, tanto para si, como para terceiros. É importante enfatizar que esse tipo de energia é renovável e a busca pelas tais fontes está crescendo rapidamente em todo o mundo (SILVA; FRANCISCO, 2010).

Grande parte do beneficiamento e fabricação de produtos na atividade agropecuária depende intrinsecamente da energia elétrica para produção, sendo de fundamental importância para tal atividade. Nesta perspectiva, a geração de eletricidade nas propriedades rurais agrega valor financeiro e propicia insumos energéticos renováveis para a produção agropecuária.

Coldebella et al. (2006) analisou a produção de energia elétrica via biogás da bovinocultura em estudo experimental, constatou que o custo de produção de energia elétrica está diretamente associado ao tempo de amortização do investimento e de operação do sistema.

Salienta-se, que as características quanto à tecnologia disponível e viabilidade econômica do aproveitamento do biogás, para produção de energia elétrica no setor agropecuário, deve ser avaliado cada situação de forma diferenciada.

Conforme Santos et al. (2018), entre os principais obstáculos para o aumento do potencial energético derivado do biogás no Brasil é a dificuldade de alcançar a viabilidade econômica, posto que o custo de geração de energia a partir do biogás, de maneira geral é superior à tarifa de venda de energia atualmente no mercado brasileiro.

Portanto, a utilização de biodigestores é viável, porque além de realizar o tratamento de resíduos agropecuários, evitando problemas de contaminação, traz vantagens econômicas ao utilizar corretamente o biogás e os biofertilizantes, que são os subprodutos do processo.

4. CONCLUSÃO

O uso de biodigestores em fazendas de criação de animais em confinamento apresenta viabilidade técnica-econômica, além de solucionar o problema do destino dos dejetos dos animais, demonstra que é possível o setor rural ser autossustentável no que diz respeito à produção de energia.

Porém, a maior parte dos rebanhos, corresponde à criação extensiva, posto isso, estas estimativas devem ser analisadas de formas distintas, haja vista particularidades de cada criação. Neste contexto, quando a criação de animais ocorre em confinamento, a viabilidade técnica-econômica é mais expressiva.

Grande parte do beneficiamento e fabricação de produtos na atividade agropecuária depende intrinsecamente da energia elétrica para produção, sendo de fundamental importância para tal atividade. Nesta perspectiva, a geração de eletricidade nas propriedades rurais agrega valor financeiro e propicia insumos energéticos renováveis para a produção agropecuária.

Diversas barreiras dificultam a efetiva inserção do biogás na matriz energética brasileira, como a falta de interesse e conhecimento dos gestores públicos para utilização de tal tecnologia renovável.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, (2006) Frederico de Oliveira Junior. Manual de construção do biodigestor rural, http://www1.pucminas.br/imagedb/documento/DOC_DSC_NOME_ARQUI20140917140023.pdf.
- COLDEBELLA, Anderson et al. Viabilidade da cogeração de energia elétrica com biogás da bovinocultura de leite. Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural, 2006
- BLEY, Júnior C. Biogás: a energia invisível. 2ª edição revisada e ampliada. São Paulo: CIBiogás, 2015.
- KUNZ, A. Curso de Atualização em Energias do Biogás – EaD. MÓDULO II - Linhas de Base para a Produção

e Conversão de Energia do Biogás, 2010. Parque Tecnológico de Itaipu (PTI).

MANZO, (2016) Kennia de Jesus. Confinamento de bovinos: Estudo do gerenciamento dos resíduos. Universidade Católica de Goiás.

MME, Caracterização Energética da Biomassa Vegetal. BARRETO, Eduardo José Fagundes (Coord.). Combustão e Gaseificação da Biomassa Sólida: Soluções Energéticas para a Amazônia. Brasília: Ministério de Minas e Energia, p.52-63, 2008.

SANTOS, Ivan Felipe Silva et al. Assessment of potential biogas production from multiple organic wastes in Brazil: Impact on energy generation, use, and emissions abatement. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 131, p. 54-63, 2018.

SANTOS, Diego Felipe; GUIMARÃES, Willian Franklin Ferreira; GONÇALVES, Claudio Ubiratan. Biodigestores como alternativa à sustentabilidade ambiental no campo brasileiro: um balanço bibliográfico acerca dos modelos Indiano, Chinês e Batelada. *Revista Ciência Agrícola*, v. 15, p. 35-39, 2017.

SALOMON, K. R. e LORA, E. E. S. Estimate of The Electric Energy Generating Potential for Different Sources of Biogas in Brazil. *Biomass and Bioenergy*, v. 33, p. 1101-11-7, 2009.

STEGELIN, Forrest et al. Oportunidades econômicas, de marketing, ambientais e financeiras sustentáveis para sistemas de recuperação de biogás. In: Pesquisa Agronegocial WERA-72 Enfatizando o Encontro de Competitividade e Rentabilidade, Santa Clara . 2010.

SILVA, Wellington R. et al. Digestão Anaeróbia de Resíduos Vegetais com Baixa Concentração. *Gaia Scientia*, 2013.

SCHWINGEL, Alice Watte et al. Desempenho da co-digestão anaeróbia de dejetos suínos com inclusão de glicerina bruta. *Revista Ciência Agronômica*, v. 47, n. 4, p. 778-783, 2016.

OLIVEIRA, P. A. V. de. Produção e aproveitamento do biogás. In: OLIVEIRA, P. A. V. de. Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2015. Cap. 4, p.43-55.

PARAÍBA, Secretaria planejamento da Paraíba, 2016. energias renováveis. Disponível em: paraiba.pb.gov.br/planejamento-e-gestao/ Acesso em: 12 jan. 2018.

PAIXÃO, Mateus Vinicius Faria et al. Biogás como fonte energética. *Revista Pesquisa e Ação*, v. 4, n. 1, p. 129-145, 2018.

MATTOS, Luis Cláudio. Manual do biodigestor

sertanejo. Recife, 2011.

TOAZZA, Rudinei; DAL MAGRO, Cristian Baú; DA SILVA, Alini. Análise de investimento para ampliação de atividade de confinamento bovino em uma propriedade rural. *Revista Brasileira de Contabilidade*, n. 221, p. 40-51, 2016.

ZAGO, S. Potencialidade de produção de energia através do biogás integrada à melhoria ambiental em propriedades rurais com criação intensiva de animais, na região do meio oeste catarinense. 103p. Dissertação de Mestrado, Mestrado em Engenharia Ambiental, Universidade Regional de Blumenau (URB), Blumenau-SC, Brasil (2013).

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7920-4107>

VANESSA ROSALES BEZERRA, M.Sc. | Universidade Estadual da Paraíba | PPGCTA – Doutorado Engenharia Ambiental | Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Juvêncio Arruda, S/N - CEP: 58429-600 - Campus Universitário, Bodocongó - Campina Grande - PB | E-mail: rosalesuepb@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1462-5963>

LUIS REYES ROSALES MONTERO, Dr. | Universidade Federal de Campina Grande | DEE – Departamento de Engenharia Elétrica | Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Aprígio Veloso, 882 - Bairro Universitário - Campina Grande – PB - CEP 58429-900 | E-mail: professor-luisreyes@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5861-7407>

VALDERI DUARTE LEITE, Dr. | Universidade Estadual da Paraíba | PPGCTA – Programa de Pós Graduação em Ciências e Tecnologia Ambiental | Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Juvêncio Arruda, S/N - CEP: 58429-600 – Campus Universitário, Bodocongó - Campina Grande - PB | E-mail: mangabeiraleite@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9583-8671>

ADRIANO OLIVEIRA DA SILVA | Universidade Estadual Da Paraíba | PPGCTA – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental | Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Juvêncio Arruda, S/N - CEP: 58429-600 – Campus Universitário, Bodocongó – Campina Grande - PB | E-mail: adrianoable222@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8921-3576>

YOHANA JAMILA VILAR DE BRITO, M.Sc. | Universidade Estadual Da Paraíba | PPGCTA – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental | Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Juvêncio Arruda, S/N - CEP: 58429-600 – Campus Universitário, Bodocongó – Campina Grande - PB | E-mail:

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1301-6066>

CARLOS ANTÔNIO PEREIRA DE LIMA, Dr. | Universidade Estadual Da Paraíba | PPGCTA – Programa de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental | Campina Grande, PB. Brasil | Correspondência para: Rua Juvêncio Arruda, S/N - CEP: 58429-600 – Campus Universitário, Bodocongó – Campina Grande - PB | E-mail: caplima@uepb.edu.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

BEZERRA, Vanessa Rosales; MONTERO, Luis Reyes Rolases; LEITE, Valderi Duarte; SILVA, Adriano Oliveira da; BRITO, Yohhana Jamila Vilar de; LIMA, Carlos Antonio Pereira de. Estimativa Teórica de Aproveitamento Energético a partir de Biodigestor no Município de Souza-PB. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 43-50, ago. 2020.** 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.MIX2020.v6.n4.43-50>.

DATA DE ENVIO: 13/04/2020

DATA DE ACEITE: 22/06/2020

PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E NÃO SUSTENTÁVEIS NA PRODUÇÃO DE SANDÁLIAS DE COURO CAPRINO EM CABACEIRAS-PB

SUSTAINABLE AND UNSUSTAINABLE PRACTICES IN THE PRODUCTION OF CAPRINE LEATHER SANDALS IN CABACEIRAS-PB

ANA AMÉLIA ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA CASTANHA | UFCG

GEISLAYNE MENDONÇA SILVA | UFCG

JULIA TELES DA SILVA, Dra. | UFCG

ITAMAR FERREIRA DA SILVA, Dr. | UFCG

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de apresentar as práticas sustentáveis e não sustentáveis da produção de sandálias ras-teiras de couro caprino na Cooperativa Arteza em Cabaceiras/PB a partir da análise sistêmica do produto. Para compreender as etapas de fabricação foram realizadas visitas técnicas no ambiente produtivo e entrevistas sem roteiro com os produtores. Com a análise das etapas produtivas, foram identificadas práticas sustentáveis, e outras que necessitam de estudos e intervenção, resultando em um diagnóstico que propõem melhorias produtivas.

PALAVRAS-CHAVE: Sandálias; Sustentabilidade; Couro; Design Sistêmico; Cabaceiras-PB.

ABSTRACT

This article aims to present the sustainable and unsustainable aspects of the goat skin flat sandals production at Cooperativa Arteza in Cabaceiras/PB, identified by a systemic analysis of the product. To understand the manufacturing stages, technical visits in the production site were made, as well as interviews without script with producers. From the analysis of the production stages, sustainable practices were identified, as well as practices that need studies and intervention – resulting in a diagnosis that proposes productive improvements.

KEY WORDS: Sandals; Sustainability; Leather; Systemic Design; Cabaceiras-PB.



1. INTRODUÇÃO

A busca por práticas sustentáveis dentro do processo produtivo das empresas vem ganhando força em decorrência da mudança de comportamento dos consumidores, que aos poucos estão se tornando mais exigentes com as questões ambientais.

A sociedade que sustentava formas de produção danosas começa a demonstrar interesse por soluções mais ecológicas, iniciando um processo de aprendizagem, onde se busca efetivar as escolhas por meio do apoio e reconhecimento a produtos/serviços que busquem redução no nível de produção e consumo material (MANZINI, 2008, p.26).

Com o progresso da revolução verde as empresas líderes começaram a voltar à atenção para estratégias proativas, percebendo que poderiam, com isso, melhorar sua competitividade diante do mercado e criar valor social, superando deste modo empresas ultrapassadas cuja tecnologia empregada consistia em modelos prejudiciais (HART, 2006 apud CLEMENTINO, 2017).

Segundo Schenini et al. (2014, p.16) o desenvolvimento de produtos e processos ambientalmente sustentáveis melhoram a imagem corporativa e da marca, economizando capital e abrindo novos mercados para produtos que tenham o intuito de satisfazer as necessidades de alta qualidade de vida.

Todavia, de acordo com Kazazian (2009, p. 55) fundamentalmente não existem produtos ecológicos, pois de algum modo eles afetarão o meio ambiente, o que existe é uma busca continuada por melhorias.

Se contrapondo a essa situação, o design vem progressivamente deixando de ser apenas a criação de um bom produto, ampliando cada vez mais o seu escopo, passando a levar em consideração os processos, relações e fluxos de matéria e energia.

Esse artigo tem como objetivo trazer um olhar sistêmico para um produto artesanal, colocando em evidência os diferentes processos de fabricação envolvidos, visando identificar as práticas sustentáveis e não sustentáveis durante todo o ciclo produtivo,

Nessa pesquisa, o objeto de estudo foi a sandálias rasas em couro caprino (Figura 01) na Cooperativa Arteza em Cabaceiras-PB, sendo escolhida em decorrência de seu destaque produtivo e de vendas.

Através de visitas técnicas ao local de produção, foram obtidas informações sobre as etapas de confecção da sandália a partir de entrevistas com o produtores e realizado o registro fotográfico dos setores produtivos.

Identificar as etapas produtivas e compreender suas técnicas e procedimentos possibilita diagnosticar o quão

sustentáveis são estas práticas, permitindo avaliar os problemas e apresentar as possíveis soluções ambientais de uma maneira bastante pontual.



Figura 01 - Sandália em couro caprino
Fonte: Arteza Cooperativa (2019)

2. PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS E ANÁLISE SISTÊMICA DO PRODUTO

No campo do Design, a sustentabilidade tem ganhado importância nos últimos anos, tanto que o designer começa a se questionar, durante a concepção de produtos, sobre aspectos relacionados ao uso de recursos naturais, a emissão de poluentes e a geração de resíduos.

Santos (2012, p.27) afirma que as preocupações com o meio ambiente vêm mudando a maneira como os designers concebem os produtos, aprofundando métodos e estratégias focadas na sustentabilidade, objetivando suprir cenários complexos.

Com isso, surgiram diferentes metodologias para lidar com a questão ambiental, a partir do redesenho de produtos e processos, com o ecodesign, a análise de ciclo de vida e o design sistêmico.

É importante levar em conta que sustentabilidade não está relacionada apenas aos aspectos materiais, mas também aspectos culturais, sociais e econômicos.

O conceito de desenvolvimento sustentável é baseado em três aspectos: econômico, social e ambiental. Estes constituem o Triple Bottom Line, ou seja, os três pilares da sustentabilidade (PAZ, LAUS e FARIAS, 2017; MENEZES et al., 2016).

Dentro de cada um desses três aspectos encontram-se diversos setores onde as atividades desenvolvidas impactam o meio ambiente, umas de forma mais agressiva e outras causando menos danos, tanto na extração quanto no descarte de materiais. (PAZ; LAUS; FARIAS, 2017).

Alves e Nascimento (2016) apresentam três principais razões que embasam a necessidade de introduzir práticas sustentáveis nas atividades desenvolvidas por empresas:

- O aumento da conscientização ambiental da sociedade e o temor da organização em relação a problemas com sua imagem e com sua reputação;
- O efeito de otimização operacional decorrente de práticas de eficiência ambiental; e
- As questões éticas com que os proprietários, gestores e acionistas das organizações se deparam.

A CATALISA (2019) define práticas sustentáveis como o conjunto de ações que tem por objetivo levar o ser humano, nos seus diferentes papéis, a reassumir a condição de componente do ecossistema natural, catalisar a difusão e aplicação do conhecimento.

Corroborando com esta afirmação, Alves e Nascimento (2016) asseguram que práticas sustentáveis são ações praticadas de forma voluntária por empresas que objetivam melhorar o desempenho ambiental e o desempenho social, além de cumprir às exigências legais. Apesar de que Santos et al. (2016) ressaltam que no Brasil, houve demora das empresas nacionais em internalizar o conceito de desenvolvimento sustentável.

Dessa maneira, Spillere et al. (2016) afirmam que as indústrias que mais precisam inserir práticas sustentáveis em seus processos são aquelas que utilizam energia elétrica demasiadamente, ou as indústrias exploradoras de recursos naturais e seus derivados.

Na área do design sustentável, a proposta é de se ter um olhar sistêmico sobre o ciclo de vida do produto. Ou seja, é preciso prestar atenção aos processos e materiais envolvidos desde a extração da matéria-prima até o descarte do produto. Isso inclui os resíduos gerados e a energia consumida para produzi-lo.

Tradicionalmente, o design é focado no produto e trabalha com um pensamento linear da cadeia produtiva - em que entram matéria-prima e energia de um lado e saem produtos e resíduos do outro. Isso muda quando o aspecto ecológico é levado em conta.

Conforme Lamb e Nass (2014), na filosofia do pensamento do ciclo de vida, o produto é analisado de maneira holística, considerando-se todas as suas fases de produção e seus deslocamentos (Figura 02).

Luigi Bistagnino, com o Design Sistêmico, propõe que os designers tenham um olhar ainda mais amplo do que o ciclo de vida do produto, passando a levar em conta todo o processo produtivo. O autor propõe:

“Ver o mundo produtivo de maneira sistêmica, distanciado do foco exclusivo do produto ou do seu ciclo de vida, estendendo a atenção à cadeia produtiva inteira, considerando a problemática inerente dos descartes de trabalho e a própria escassez de matéria-prima. Os designers terão essa nova responsabilidade. Hoje as condições de contexto requerem, e sempre mais requererão, que os produtos venham concebidos sob a ótica do sistema.” (BISTAGNINO, 2009, p. 17)

O autor propõe que se faça uma análise de todo o processo produtivo, observando todos os inputs e outputs envolvidos e buscando criar um sistema em que, idealmente, os outputs de um processo sejam inputs de outro, como acontece na natureza.

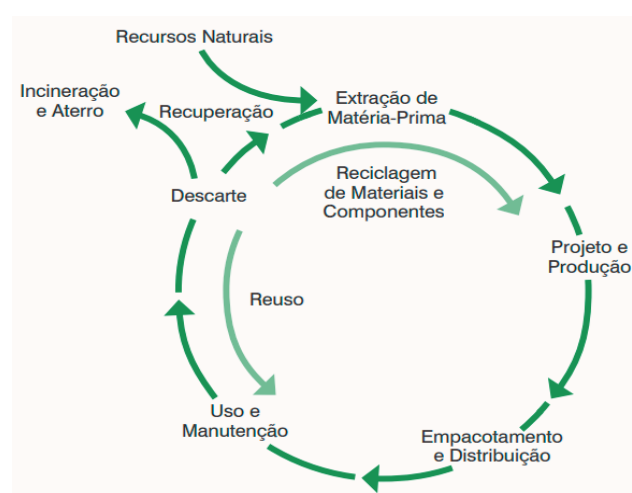


Figura 02 - Ciclo de Vida do Produto
Fonte: Lamb e Nass (2014)

Na natureza não existem descartes ou desperdícios, pois todos os elementos são reabsorvidos pelo sistema. Bistagnino propõe que o design deve buscar criar sistemas amplos, que geram ciclos fechados de matéria e energia - sistemas que levem em conta não apenas o produto, mas toda a sociedade, envolvendo valores econômicos e culturais.

O design sistêmico tem a proposta de agir localmente, olhando para um território, buscando soluções locais, que fortaleçam a identidade e a produção do território. Propõe também criar sistemas locais que se sustentem e se reproduzam autonomamente (PÊGO, 2014).

3. O CORTUME E O ARTESANATO, A ARTEZA E OS ARTIGOS DE COURO

Atualmente, segundo o Centro de Indústrias de Curtumes do Brasil (CICB) o Brasil tem o maior rebanho comercial do mundo, sendo 310 plantas curtidoras, 2.800 indústrias de

componentes para couro e calçados e 120 fábricas de máquinas e equipamentos, 40.000 empregos diretos e movimentação de US\$ 3 bilhões a cada ano. (BRASIL, 2019).

O Nordeste foi pioneiro na criação de bovinos no país, tendo havido investimentos de valorização na forma de plantar e fortificar a terra para o desenvolvimento da agropecuária. Tornou-se uma economia rentável, em virtude do fornecimento do leite, da carne e do couro, material necessário para a confecção de diversos artefatos úteis para a vida dos camponeses, sendo expandida para os caprinos e ovinos em virtude da maior resistência às adversidades climáticas. (CASTANHA, 2017).

Na região Nordeste, o bode e o carneiro se adaptaram mais ao clima quente do que o gado e explica a diferença entre a pele ovina e caprina, ressaltando distinções como o fato de a pele ovina possuir leveza, delicadeza e elegância. As fibras que a formam tornam certos tipos de produtos diferenciados, não somente as fibras como o tamanho e a espessura da peça (COBRASIL, 2019).

No século XIX a Paraíba se destacava com um grande número de fábricas de couro conhecidas como curtume (CASTANHA, 2017). Todavia, atualmente existem apenas quatro curtumes ativos na Paraíba (em Monteiro, Itabaiana, Cabaceiras e Campina Grande), que mantém um bom nível de produção de peças em couro que são comercializadas entre os próprios municípios, entre estados e até internacionalmente. Em Cabaceiras foi fundada em 31/07/1998 a cooperativa Arteza, a partir da iniciativa do curtumeiro José Carlos de Castro em parceria com alguns artesãos, prefeitura municipal, governo do estado, através da Secretaria de Indústria e Comércio, SEBRAE, SENAI, Universidades, por perceber a decadência dos curtumes e artesanatos em couros (artezacooperativa.com.br).

Iniciou com 28 sócios, e atualmente conta com 82 associados. Tinha uma produção de 500 peles de bode, 5 toneladas de couro de boi e vendia pouco mais de 100 peças de artesanato por mês. Hoje conta com uma produção de 12 mil peles de bode, 30 toneladas de couro de boi e venda de centena de milhares de peças por mês. Trazendo uma movimentação mensal de mais de 1 milhão e duzentos mil reais. (MONTE, 2018).

O regimento interno da cooperativa define que cada família fique responsável pela produção de um produto, evitando a competitividade entre os próprios associados e garantindo um mercado mais justo e dinâmico. Essa determinação trouxe vantagens em virtude da variedade de produtos produzidos, que vão desde a produção do famoso chapéu de vaqueiro, bolsas, carteiras, chaveiros e até objetos de decoração (artezacooperativa.com.br).

A ARTEZA é conhecida em todo o Brasil e em 40 países por lançar-se no mercado com uma proposta de curtimento vegetal, com baixíssimo tratamento químico, qualidade diferenciada aliada à inovação tecnológica trazida pela SICTCT (Secretaria da Indústria, Comércio, Turismo, Ciência e Tecnologia) através do programa COMPET/CNPq, em parceria com o SENAI/CTCC e apoiado pela Prefeitura Municipal de Cabaceiras e o SEBRAE. Também é conhecida pelo uso de couro caprino, que possui uma pele melhor para se trabalhar com o artesanato (artezacooperativa.com.br).

4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia seguiu as seguintes etapas:

- a) Pesquisas bibliográficas para aprofundamento das problemáticas envolvendo o couro no processo de confecção de produtos;
- b) Definição do objeto de estudo da presente pesquisa (sandálias rasteiras em couro caprino);
- c) Visita técnica “*in loco*”, para observação com registro fotográfico das etapas produtivas;
- d) Entrevista sem roteiro com os artesãos da cooperativa para levantamento de informações quanto ao processo de fabricação de sandálias e os prováveis impactos ao meio ambiente.
- e) Análise de cada etapa do processo produtivo, para definição das práticas sustentáveis e não sustentáveis.

Com a pesquisa bibliográfica foi possível fazer, de modo geral, um breve diagnóstico dos efeitos sobre o meio ambiente do processo de curtimento e trabalhabilidade dos produtos derivados do couro.

Com as visitas *in loco* e realização de entrevista com o responsável por gerenciar a cooperativa, o senhor Lucas Castro, identificou-se a sandália rasteira como item de maior produção e destaque de vendas. Onde há o engajamento do maior número de cooperados envolvidos. Logo, o produto que possivelmente, gera maior trabalhabilidade e resíduos para o meio ambiente. Também foram acompanhadas as etapas de produção da sandália, realizado registro fotográfico das operações e obtidos relatos dos artesãos sobre as ferramentas e procedimentos.

5. ANÁLISE SISTÊMICA DAS SANDÁLIAS DE COURO CAPRINO

A partir da observação do processo produtivo, foram identificadas as seguintes etapas do sistema de confecção de sandálias:

- 1) Pecuária
- 2) Abate do bode e obtenção do couro
- 3) Curtimento do couro

- 4) Pintura do couro
- 5) Corte das peças
- 6) Montagem/Fôrma
- 7) Acabamento/lixadeira
- 8) Venda varejo e fornecedores

As etapas de confecção das sandálias foram analisadas a partir de uma abordagem sistêmica, sendo identificados os elementos envolvidos na produção, quais fases são gerados descartes e como isso poderia ser evitado. Para essa análise, foram relacionadas cada etapa no processo das sandálias de couro com as etapas do ciclo de vida de um produto, que consistem em:

- 1 – Extração da Matéria-Prima;
- 2 – Fabricação;
- 3 – Distribuição para o mercado revendedor;
- 4 – Uso;
- 5 – Descarte

5.1 Etapa 01 – Extração da matéria-prima

Consiste na pecuária extensiva, cujos animais, mais especificamente os caprinos são criados soltos em áreas extensas, sem finalidade de produtividade.

Os caprinos são selecionados e abatidos para obtenção da pele. Esse material passa pelo processo de curtimento vegetal, onde é utilizada a casca da espécie arbórea Angico (Figura 03).



Figura 03 - Casca do angico
Fonte: Autores (2019)

Essas cascas são compradas nas cidades de Sumé, Congo, Camalaú, Custódia, Serra Talhada e Betânia. Embora o tanino vegetal se apresente como prática sustentável por não agredir o meio ambiente, algumas outras etapas no processo de curtimento são consideradas não sustentáveis, uma vez que há o uso desenfreado de água em uma região semiárida, não existindo tratamento de efluentes e de resíduos sólidos que são lançados diretamente nos rios.

Atualmente tem um projeto voltado para o tratamento desses resíduos e rejeitos líquidos, porém ainda não executado. Após o curtimento, o couro é enviado para a cooperativa como matéria-prima.

A partir da análise da etapa de extração da matéria-prima, chegou-se ao Quadro 1.

ATIVIDADE	PRÁTICAS NÃO SUSTENTÁVEIS	PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS	SUGESTÕES
Pecuária, abate do bode e obtenção do couro	Forma do abate	Os animais são criados fora de confinamento Os animais são adaptados ao meio ambiente local	Modo de abate menos agressivo ao animal
Curtimento do couro e obtenção da casca do angico	Não é realizado um planejamento à longo prazo da quantidade de árvores disponíveis para extração da casca.	Curtimento vegetal a partir do tanino.	Manejo sustentável da extração da casca do Angico a partir de um estudo da área envolvendo silvicultura.
Uso de água	Resíduos e rejeitos sólidos dispensados diretamente nos rios.	---	Tratamento de resíduos e rejeitos sólidos.

Quadro 1 - Etapa 01 – Extração da Matéria-prima
Fonte: Autores (2019)

5.2 Etapa 02 – Fabricação

Chegando à cooperativa, o couro passa por um processo de acabamento onde é pintado com tinta que possui componentes à base de petróleo (Figura 04)

Uma forma alternativa de substituição desse material seria o uso do suco de limão, contudo não proporciona agilidade no processo de pintura, por isso é pouco aplicado.

A implantação recente de painéis fotovoltaicos abastece de energia limpa o setor de corte de couro (Figura 05).

O solado é feito de borracha reciclada de pó de pneu fabricado no estado de Pernambuco, mas a cola que é

usada para unir o forro ao solado é à base de petróleo. Depois das peças fabricadas separadamente, a sandália vai para a fôrma para ser finalizada. Essas fôrmas são reutilizáveis (Figura 06).

A linha usada no acabamento pode ser de material biodegradável.

O pó da serragem gerado no acabamento final é livre de cromo, não contaminando o meio ambiente, todavia não há o seu reaproveitamento (Figura 07).

A partir da análise da etapa de extração da matéria-prima, chegou-se ao Quadro 2.



Figura 04 - Tingimento do couro
Fonte: Autores (2019)



Figura 06 - Forma reutilizável
Fonte: Autores (2019)



Figura 05 - Implantação de painéis solares
Fonte: Autores (2019)



Figura 07 - Processo de acabamento
Fonte: Autores (2019)

ATIVIDADE	PRÁTICAS NÃO SUSTENTÁVEIS	PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS	SUGESTÕES
Pintura do couro	Utilização de tinta à base de petróleo	Utilizar suco de limão	Melhorar o processo de uso do suco de limão
Corte do couro para obtenção das peças	Não é realizado um planejamento de melhor aproveitamento do couro durante o corte.	1 - Utilização dos resíduos na confecção de produtos ou partes menores dos mesmos 2 - Implantação de painéis fotovoltaicos	Plano de corte buscando minimizar a geração de resíduo
---	A cola utilizada possui componentes tóxicos	Solado feito a partir de borracha reciclada de pneu.	Utilizar cola a base de água
Fôrma	---	A fôrma é reutilizável	Continuar utilizando a fôrma
Linha de costura	Utilização de linhas comuns	---	Utilizar linhas biodegradáveis.
Pó da lixadeira	Recolhimento e armazenamento não adequados	O pó é livre de cromo	Desenvolver estudos uso do pó na fabricação de embalagens

Quadro 2 - Etapa 02 – Extração da Matéria-prima
Fonte: Autores (2019)

5.3 Etapa 03 – Distribuição para o mercado revendedor

Geralmente as sandálias são comercializadas em atacado para fornecedores que revendem essas peças, em sua maioria em comércios regionais e feiras de artesanato.

Algumas peças são destinadas para o varejo, devido à grande procura por turistas.

As sandálias rasteiras são distribuídas em sacolas plásticas transparentes com fecho plástico e no varejo ainda são colocadas dentro de sacolas do tipo “boca de

palhaço”. Não apresentando nenhuma alternativa de embalagem sustentável. As sandálias embaladas são organizadas em sacos de nylon e armazenadas em caminhões ou carros com carroceria para serem transportadas até o

destino final. Sem contar com nenhum meio de transporte alternativo e sustentável.

A partir da análise da etapa distribuição para o mercado revendedor, chegou-se ao Quadro 3.

ATIVIDADE	PRÁTICAS NÃO SUSTENTÁVEIS	PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS	SUGESTÕES
Comercialização em forma de atacado	Embalagem primária confeccionada em polímero	---	Utilização de embalagens sustentáveis projetadas para o produto
Comercialização em forma de varejo	Embalagem primária e secundária confeccionadas em polímero	---	Utilização de embalagens sustentáveis projetadas para o produto
Transporte	Uso de caminhões ou carros com carrocerias para longas distâncias para o transporte de pequenas cargas	Troca de mercadoria com fornecedores da redondeza	Planejamento da quantidade de produto para transporte

Quadro 3 - Etapa 03 – Distribuição para o mercado revendedor
Fonte: Autores (2019)

5.4 Etapa 04 – Uso

Após a etapa de distribuição, o uso não é monitorado pela empresa, uma vez que se torna um objeto de uso pessoal. Não há um sistema de reparos de danos, sendo este realizado por terceiros.

Tampouco há uma conscientização da melhor forma de descarte da sandália a fim de reaproveitá-la ou reciclá-la.

A partir da análise da etapa de uso do produto, obtve-se o Quadro 4.

ATIVIDADE	PRÁTICAS NÃO SUSTENTÁVEIS	PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS	SUGESTÕES
Utilização por parte do usuário	---	---	Proporcionar maior durabilidade ao produto
Reparos	Utilização de colas com elementos tóxicos e outros produtos	---	Local de reparo providenciado pela própria cooperativa

Quadro 4 - Etapa 04 – Uso
Fonte: Autores (2019)

5.5 Etapa 05 – Descarte

O produto é descartado inadequadamente indo para aterros sem a possibilidade de reuso. (Quadro 5)

ATIVIDADE	PRÁTICAS NÃO SUSTENTÁVEIS	PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS	SUGESTÕES
Descarte	Descarte direto em aterros sanitários	---	Postos de coleta e de beneficiamento para reaproveitamento do material

Quadro 5 - Etapa 05 – Descarte
Fonte: Autores (2019)

6. CONCLUSÃO

Nessa pesquisa, partimos do pressuposto de que é importante ter uma visão sistêmica de todo o processo que envolve um produto. Esse olhar holístico é fundamental para fechar ciclos, construindo na elaboração de uma cadeia produtiva sustentável.

Com relação à extração da matéria-prima verificam-se três situações problemáticas, a forma de abate do animal para a obtenção do couro (sem nenhum manejo humanizado), o curtimento e o tratamento dos resíduos sólidos. Destes, apenas vem sendo executada como manejo sustentável, o uso da casca do angico para realização do

tratamento da pele. Todavia, a presença de profissionais mais jovens na composição das empresas da cooperativa, abre a possibilidade de mudanças futuras mais efetivas, referente a inclusão de aspectos sustentáveis na produção de sandálias em couro caprino.

Na fabricação identificam-se inúmeras etapas que desconsideram a inserção de ações sustentáveis tais como: a substituição da tinta a base de petróleo por uso do suco de limão; o aproveitamento do couro a partir do plano de corte visando minimização dos resíduos; substituição de cola com componentes tóxicos por cola a base de água; incorporação de linhas biodegradáveis na confecção da sandália; e estudo para reutilização do pó de lixamento como carga em compósitos.

Na etapa de distribuição para o mercado revendedor, o grande problema está nas embalagens utilizadas para o armazenamento e transporte do produto, nessa situação, são todas de material polimérico de difícil decomposição no meio ambiente. Como sugestão haveria a possibilidade do uso de biopolímeros. Outro problema está no uso de veículos de transporte inadequado para cargas pequenas.

Já na etapa que corresponde ao uso do produto não se verificou a presença de prática sustentável, como teste no produto para aferir sua durabilidade nem a possibilidade da própria cooperativa realizar os reparos nos produtos que foram danificados ou apresentaram defeitos durante o uso.

Por último, e não menos importante, está a questão do descarte do produto. Não foi identificada a preocupação da cooperativa com este item, seja através da comunicação com usuário, na forma de folder ou ícones nas embalagens, ou a propositura de local adequado para a entrega.

Um ponto bastante importante que precisa ser levantado em consideração é a formação dos profissionais que desenvolvem e fabricam os produtos. Como não são designers de formação acadêmica, verifica-se a falta de conhecimento referente a melhoria do design dos produtos visando a inclusão dos aspectos sustentáveis em toda a cadeia produtiva. Por mais que os designers estejam atualmente atrelados às questões ambientais durante a concepção dos artefatos, no caso dos artesãos, existe maior dificuldade na incorporação dessas premissas, em decorrência do método produtivo tradicional replicado por décadas de atividades. Todavia, a presença de profissionais mais jovens na composição das empresas da cooperativa, abre a possibilidade futura de mudanças mais efetivas visando inclusão de aspectos sustentáveis na produção de sandálias em couro caprino. Haja vista que, o consumidor está cada vez mais exigente em relação a origem, composição e fabricação dos produtos a serem adquiridos.

A partir de uma análise sistêmica do processo produtivo da sandália rasteiras de couro caprino na Cooperativa Arteza, foi possível identificar as práticas sustentáveis e não sustentáveis da produção, além de tornar possível a indicação de sugestões de práticas sustentáveis passíveis de serem inseridas no processo. Mostrando, dessa forma, que o processo não é totalmente sustentável, mas que apresenta diversas práticas que podem ser melhoradas ou substituídas, buscando torná-lo menos agressivo ao meio ambiente.

Verificou-se que é possível fechar ciclos de matéria e energia nesse processo produtivo e muitas das intervenções não demandariam um investimento financeiro elevado.

E como propõe Luigi Bistagnino com o design sistêmico, é importante ter uma visão para além dos fluxos materiais, observando também aspectos sociais e culturais envolvidos.

Nesta ótica conclui-se que a produção de sandálias de couro caprino contribui para a geração de renda, fortalecimento da economia e da identidade local e a permanência dos habitantes na região.

REFERÊNCIAS

- ALVES, Ana Paula Ferreira; NASCIMENTO, Luis Felipe Machado do. PROATIVIDADE DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS: UMA ANÁLISE DAS PRÁTICAS DA EMPRESA MERCUR S/A. **REA UFSM : Revista de Administração da UFSM**, Santa Maria, RS, v. 9, n. 0, p.25-42, ago. 2016.
- BISTAGNINO, LUIGI. **Design Sistêmico**: uma abordagem interdisciplinar para a inovação. In: Moraes, Dijon; Krucken, Lia. Caderno de Estudos Avançados em Design: Sustentabilidade II. Barbacena, MG: EdUEMG, p. 13-30, 2009.
- BRASIL, Centro das Indústrias de Curtumes do. **O couro e o curtume brasileiro**. Disponível em: <<http://www.cicb.org.br/cicb/sobre-couro>>. Acesso em: 02 ago. 2019.
- CASTANHA, Ana Amélia Albuquerque Oliveira; AFONSO, ALCILIA A. A indústria do couro na Roliúde Nordeste. In: XIX JORNADAS INTERNACIONALES DE PATRIMONIO INDUSTRIAL - INCUNA 2017, 2017, Gijon, Espanha.
- CATALISA. **O Tripé da Sustentabilidade na Prática: Práticas Sustentáveis**. Disponível em: <<https://catalisa.org.br/catalisando/nossa-atuacao/>>. Acesso em: 17 set. 2019.
- CLEMENTINO, Thamyres Oliveira. **Avaliação da Percepção dos Consumidores sobre a Comunicação de Sustentabilidade em Embalagens Alimenícias**. 2017, 184 f. Dissertação (Mestrado em Design)

– Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2017.

COBRASIL. **A história do Couro**. Disponível em: <<https://www.cobrasil.com.br/pt/a-historia-do-couro>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

HART, Stuart. **Capitalismo na Encruzilhada**. Porto Alegre: Bookman, 2006, 232 p. ISBN 85-363-0672-6.

KAZAZIAN, Thierry. **Haverá a idade das coisas leves: design e desenvolvimento sustentável**. 2 ed. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2009. 193 p. ISBN 978-85-7359-803-2

LAMB, Celina Maria Schmitt Rosa; NASS, Nilce Teresinha Puga. **Desenvolvimento sustentável e avaliação do ciclo de vida**. Brasília: Ibcti, p.33, 2014.

MANZINI, Ezio. **Design para Inovação Social e Sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais**. Rio de Janeiro: E-papers, 2008. 104 p. ISBN 979-85-7650-170-1.

MENEZES, Uilian Marques; GOMES, Almiraiva Ferraz; DANTAS, Maria Zilda. Sustentabilidade e seus Benefícios: Práticas e Ações Sustentáveis Desenvolvidas em Empresas do Distrito Industrial dos Imborés. **XVIII Semana do Administrador do Sudeste da Bahia: 35 Anos de Administração no Sertão da Ressaca: histórias, contribuições e perspectivas**, Vitória da Conquista - Ba, v. 3, n. 1, p.1-15, out. 2016.

MONTE, Rammom. **O Poder do Couro: Cooperativa reafirma sentimento de pertencimento do Carizeiro e traz filhos de volta ao lar**. 2018. Edição e captação de imagem: Vinícius Miron. Disponível em: <<http://portalcorreio.com.br/especial/poder-do-couro/>>. Acesso em: 16 fev. 2018.

PAZ, Fábio Josende; LAUS, Giovandro Loreto; FARIAS, Jossimar Duarte. DIAGNÓSTICO DE PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS: UMA ANÁLISE DA MATURIDADE SUSTENTÁVEL DAS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE DOM PEDRITO. **Reunir Revista de Administração Contabilidade e Sustentabilidade**, [s.l.], v. 7, n. 3, p.1-17, 22 dez. 2017. Reunir Revista de Administracao, Contabilidade e Sustentabilidade. <http://dx.doi.org/10.18696/reunir.v7i3.541>.

PÊGO, Kátia; OLIVEIRA, Paulo. **Design Sistêmico: relações entre território, cultura e ambiente no âmbito da estrada real**. Strategic Design Research Journal, 7(3): 101-109 September-December 2014, Unisinos.

SANTOS, Lucas Almeida dos et al. ANÁLISE DAS PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NO RAMO VAREJISTA: UMA

PERCEPÇÃO DOS COLABORADORES COM ÊNFASE NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL. **Reunir: Revista de Administração**, Contabilidade e Sustentabilidade, [s.l.], v. 6, n. 1, p.37-55, 29 abr. 2016. Reunir Revista de Administracao, Contabilidade e Sustentabilidade. <http://dx.doi.org/10.18696/reunir.v6i1.349>.

SHENINI, Pedro Carlos; SCHIMITT, Valentina; SILVA, Fernando Amorin. Marketing Verde como abordagem estratégica frente ao novo perfil de consumo. **Cpmark: Caderno Profissional de Marketing**, Piracicaba, V.2, n.1, p.12-24, nov. 2014.

SPILLERE, Catarini et al. PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NAS ETAPAS DE PRODUÇÃO DE UMA INDÚSTRIA METAL MECÂNICA DO SUL DE SANTA CATARINA. **Tecnologia e Ambiente**, v. 22, p.34-51, dez. 2016. Fundação Educacional de Criciúma- FUCRI. <http://dx.doi.org/10.18616/ta.v21i0.2961>
www.artezacooperativa.com.br

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8488-2781>

ANA AMÉLIA ALBUQUERQUE DE OLIVEIRA CASTANHA | UFCG – PPGDesign | Correspondência para: Rua Gilvan Barbosa 50 – Itararé, Campina Grande, CEP: 58411-046Residencial Maria Lúcia, Apt 302 | e-mail: ana_2aoli@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7173-2415>

GEISLAYNE MENDONÇA SILVA | UFCG – PPGDesign | Correspondência para: Avenida Lírio do Amazonas, 668 – Lago Azul Manaus, Amazonas, CEP: 69019600 | email: geislayne94@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8532-1860>

JULIA TELES DA SILVA, Dr. | UFCG – PPGDesign | Correspondência para: Rua Aprígio Veloso, 882 – Bloco BO Campina Grande, Paraíba, CEP: 58429-900 | e-mail: julitateles@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0874-9345>

ITAMAR FERREIRA DA SILVA, Dr. | Coordenador do PPGDesign – UFCG | Professor na Unidade Acadêmica de Design – UFCG | Correspondência para: Universidade Federal de Campina Grande, Unidade acadêmica de Design, 58429900 – Campina Grande, PB - Brasil | e-mail: itamarfs0210@gmail.com | Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7437181641061519>

COMO CITAR ESTE ARTIGO

CASTANHA, Ana Amelia Alburquerque de Oliveira; SILVA, Geislayne Mendonça; SILVA, Julia Teles da; SILVA, Itamar Ferreira da. Práticas Sustentáveis e Não Sustentáveis na Produção de Sandálias de Couro Caprino em Cabaceiras-PB. **MIX Sustentável, [S.I.], v. 6, n. 4, p. 51-60, ago. 2020.** 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.MIX2020.v6.n4.51-60>.

DATA DE ENVIO: 27/01/2020

DATA DE ACEITE: 05/06/2020

ANÁLISE DA ESTÉTICA DO CONCRETO PRODUZIDO COM REJEITO PLÁSTICO PARA O USO NO DESIGN DE INTERIORES COM VIÉS SUSTENTÁVEL

ANALYSIS OF AESTHETICS OF CONCRETE PRODUCED WITH PLASTIC REJECT FOR USE IN SUSTAINABLE INTERIOR DESIGN

BIBIANA WITTMANN LANZARIN, M.Sc. | UNIRITTER
LUIS FERNANDO FOLLE, Dr. | UFRGS

RESUMO

O concreto é amplamente utilizado devido a sua relação entre custo e benefício: nenhum outro material de construção apresenta essas duas vantagens concomitantemente. Entretanto, o uso excessivo de concreto na construção civil é responsável por um aumento na produção e transporte de cimento. Além desta desvantagem, o aumento na geração de resíduos e na exploração de recursos naturais advindos da produção do material é um problema progressivo e, consequentemente, o equilíbrio ecológico é afetado negativamente. O objetivo deste trabalho é avaliar a estética do concreto produzido com rejeito plástico reciclado, para uso em objetos de decoração e móveis do Design de Interiores. A proposta une o reaproveitamento destes materiais plásticos que são problemáticas para a sociedade e a diminuição dos resíduos de cimento. Para isso, realizou-se uma breve análise da resignificação do uso do concreto como elemento não só estrutural, mas com valor estético, nos projetos de interiores onde são apresentados conceitos sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, bem como questões sobre descarte e reciclagem de plásticos. A metodologia utilizada incluiu a preparação do concreto com diferentes proporções de resíduo plástico, preparação dos corpos de prova e posteriormente testes realizados em laboratório para verificar a perda de massa e porosidade da peça produzida, com a finalidade de utilização. Os resultados indicam que o estudo contribui para a diminuição de resíduos plásticos, produzindo um material que seja equilibrado ecologicamente e de estética satisfatória quando comparado ao concreto sem adição de rejeitos plásticos.

PALAVRAS CHAVE: Concreto com resíduos. Sustentabilidade. Plástico. Design de Interiores. Descarte.

ABSTRACT

Concrete is widely used because of its cost-benefit ratio: no other building material concomitantly has these two advantages. However, excessive use of concrete in construction is responsible for an increase in cement production and transportation. In addition to this disadvantage, the increase in waste generation and the exploitation of natural resources from material production is a progressive problem and, consequently, the ecological balance is negatively affected. The aim of this work is to evaluate the aesthetics of concrete produced with recycled plastic waste, for use in interior design and furniture objects. The proposal unites the reuse of these plastic materials that are problematic for society and the reduction of cement waste. To this end, a brief analysis of the reframing of the use of concrete as not only structural, but with aesthetic value, was carried out in interior projects where concepts about sustainability and sustainable development are presented, as well as issues about plastic disposal and recycling. The methodology used included the preparation of concrete with different proportions of plastic waste, preparation of specimens and later tests performed in the laboratory to verify the loss of mass and porosity of the produced part, for the purpose of use. The results indicate that the study contributes to the reduction of plastic waste, producing a material that is ecologically balanced and of satisfactory aesthetics when compared to concrete without the addition of plastic waste.

KEY WORDS: Concrete with waste. Sustainability. Plastic. Interior Design. Discard.



1. INTRODUÇÃO

Para além de um material exclusivamente estrutural, o concreto passou a ser utilizado como revestimento em estruturas com concreto aparente, assim como na produção de móveis e objetos de decoração. O concreto aparente encontra-se em construções e revestimentos de estilo moderno e industrial, englobando conceitos de sustentabilidade, pois, assim, evita o uso de revestimentos cerâmicos, rejunte, massa corrida e tintas, por exemplo. Os móveis e objetos de decoração produzidos com concreto aparecem, muitas vezes, como advento das mídias digitais, nos formatos 'faça você mesmo' (do inglês DIY - do it yourself), porém, grandes redes de distribuição já adotaram esse fenômeno e passaram a comercializá-lo pronto.

Com uma preocupação não só estética, mas também ligada a questões de sustentabilidade, este estudo busca a reutilização de material plástico oriundo de descarte indevido e de rejeito produzido pela indústria para propor a produção de um material mais sustentável, mais leve e com aparência semelhante ao concreto produzido sem adição de rejeitos.

Os ecossistemas mundiais estão sob pressão, à sociedade consome recursos que não podem ser repostos, a poluição cresce ano após ano, assim como a degradação ambiental. A Terra corre risco de esgotamento de suas capacidades de absorção da poluição devido ao seu aumento latente. Está evidente a dificuldade em prover os recursos necessários para a vida no planeta paralela à ação humana de degradação constante. Diante deste cenário, é necessária uma mudança no paradigma atual e uma adoção de estratégias que não aumentem o desgaste e sejam uma alternativa viável para a manutenção dos confortos já adquiridos

A resignificação do uso do concreto como elemento não só estrutural, mas com valor estético, nos projetos de interiores é apresentada a partir de projetos, divulgação em revistas comerciais da área, blogs, e apresentação de designers que produzem móveis e objetos de decoração a partir do uso de concreto. Da mesma forma, expõem-se conceitos necessários sobre sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, bem como questões sobre descarte e reciclagem de plásticos e um estudo sobre a sustentabilidade na construção de edificações. Ao mesmo tempo em que a construção civil produz grande quantidade de resíduos, ela também apresenta possibilidades de reuso de diferentes tipos de rejeito. Apesar de ser utilizado neste estudo com outro viés, o concreto é um elemento essencialmente utilizado na construção civil e faz-se necessário contextualizá-lo no seu espaço de origem.

A metodologia utilizada inclui experimento envolvendo a preparação do concreto com diferentes proporções de resíduo de sacolas plásticas, preparação dos corpos de

prova e posteriormente testes realizados em laboratório para verificar as propriedades de perda de peso próprio e porosidade da peça produzida, com a finalidade de utilização em projetos de interiores.

Buscou-se, então, neste estudo contribuir com a produção de um material capaz de reaproveitar rejeitos plásticos que, muitas vezes, acabam por ser descartados de maneira indevida em aterros sanitários.

2. CONCRETO NO DESIGN DE INTERIORES

Para demonstrar o uso do concreto no design de interiores como fenômeno atual, buscou-se referências em produção e divulgação de conteúdo, em uma plataforma de compartilhamento de vídeos, o YouTube, e revistas comerciais da área. Verificou-se o uso predominante de argamassas, tintas de efeito concreto, e também de rejeitos, como proposto neste estudo.

Foram analisados 105 vídeos compartilhados no YouTube desde 2015, através do uso das tags 'concreto' e 'DIY' e então, foram assistidos os primeiros 105 vídeos. Conforme apêndice A, os dados analisados foram: data, produtor de conteúdo, produto produzido, material utilizado e tempo de cura. Os vídeos foram publicados entre os anos de 2015 até início de 2019, sendo três deles de 2015, 28 vídeos de 2016, 37 do ano de 2017, 31 de 2018 e 6 vídeos do ano de 2019.

O uso da argamassa aparece em oitenta e nove dos vídeos analisados. Em alguns casos, foram realizadas misturas de argamassa com cimento e isopor, propondo a reutilização deste material. Os objetos produzidos são diversos, como bancos (Figura 1), luminárias, vasos (Figura 2), relógios (Figura 3), mesas, entre outros. O tempo de cura é variado, porém predominam os tempos de 24h e 48h, representando 65% dos vídeos analisados, enquanto 14% não informa o tempo de cura respeitado.

A coleta de dados em revistas comerciais da área foi realizada nos websites das revistas Casa Vogue e Minha Casa, as quais são voltadas à decoração de interiores e arquitetura. A busca de dados ocorreu através das publicações realizadas nos sites oficiais e que evidenciam o uso do concreto aparente. No website da Casa Vogue através da opção pesquisar, foram encontrados cerca de 400 postagens citando concreto, concreto aparente e cimento queimado. Dentre as diversas publicações que apresentam o concreto como elemento decorativo e estrutural, associado ao estilo industrial, em apartamentos e casas de diferentes metragens, a publicação que mais chamou atenção foi a intitulada Cenoura, que apresenta um estudo realizado na Universidade de Lancaster com a utilização de partículas vegetais como aditivos na produção de concreto com o objetivo de aumentar a

resistência do concreto. A utilização dessas partículas reduziria o uso de cimento e, automaticamente, o consumo de energia e emissão de CO₂ (dióxido de carbono).



Figura 01 - Banco/mesa lateral com pés de madeira.
Fonte: Homemade Modern (2018)



Figura 02 - Vasos de concreto geométricos.
Fonte: Homemade Modern (2018)



Figura 03 - Relógio de concreto.
Fonte: Do Edu (2018)

Ainda sobre este estudo, a publicação cita que, considerando-se o fato da produção do cimento (principal ingrediente do concreto) gerar CO₂ como subproduto de sua reação química, até mesmo uma pequena redução na quantidade de cimento poderia gerar um grande impacto positivo. Para tal, propôs que a utilização de raízes vegetais funcionaria devido a suas nano plaquetas, as quais aumentariam a quantidade de hidrato de silicato de cálcio (substância primária responsável por dar força ao concreto). De acordo com o que apresenta a publicação, este aditivo teria tido um desempenho superior aos aditivos que são apresentados no mercado, gerando uma utilização de 40kg a menos de cimento Portland por metro cúbico pelos engenheiros (CHIMELLO, 2018). Estudos como esse, publicados em canais comerciais, evidenciam a preocupação com a produção de material sustentável nos dias de hoje, bem como a crescente utilização do concreto no interior dos espaços residenciais e comerciais, trazendo referências de projetos nacionais e internacionais.

No website da revista Minha Casa, também através do sistema de busca disponível no site, foi encontrada 144 publicações sobre concreto. Dentro do perfil da revista, o concreto aparente se apresenta no uso de blocos de concreto como apoio para móveis e também no uso de tinta efeito, utilizando-se sua estética e não o material em si. E, mesmo de maneira menos elaborada, o concreto aparece em vigas com material aparente, em bancos e em pisos. Vê-se, também, proposta de uso de vasos de concreto para plantas no estilo “faça você mesmo”.

3. SUSTENTABILIDADE

O conceito da sustentabilidade ganhou destaque na sociedade no fim do século XX, quando o termo voltou a circular a partir da incorporação de novos conceitos relacionados à ecologia e às teorias de sistemas e de complexidade. Ecologia consiste no estudo dos seres vivos e do meio ambiente, podendo ser definido como o estudo das interações entre os organismos e seus ambientes físicos e biológicos. (ROAF; FUENTES; THOMAS-REES, 2014). Esses organismos possuem a capacidade de se adaptar para utilizar os recursos disponíveis em diferentes ambientes, mantendo a vida nos ecossistemas do planeta. O ecossistema, por sua vez, pode ser definido como os fatores que formam o meio ambiente, o ecossistema é parte da ecologia (ROAF; FUENTES; THOMAS-REES, 2014). Isoldi (2007) sintetiza o conceito de ecossistema dispondo que “revela que os elementos da natureza não existem isolados uns dos outros, mas sim tendem a se combinar em sistemas complexos estabelecidos a partir de uma série de relacionamentos físicos e biológicos”.

Conforme Szabo (2005), as noções de sustentabilidade, no princípio, estavam ligadas a questões ambientais, pois foram os acidentes ambientais e a iminência de novos acontecimentos que colocaram o assunto em pauta. Para alcançar um desenvolvimento autossustentável é necessário planejar e reconhecer que os recursos naturais não são infinitos e estabelecer um limite de uso destes recursos naturais (ZYLBERSZTAJN; LINS, 2010).

Posteriormente, o conceito de sustentabilidade alcançou os campos social, cultural, econômico e político, chegando também na arquitetura, na engenharia e na construção civil. No caso da sustentabilidade para a arquitetura, por exemplo, muitos fatores devem ser levados em consideração em um projeto e execução de uma obra, como o impacto ambiental da obra e a possível redução desse impacto, a verificação do entorno, analisando a possibilidade de projetos futuros e do plano urbanístico do espaço, além de estudar questões sobre água, energia, transporte, descarte de lixo, respeito à vegetação existente, entre outros (SZABO, 2005).

A espécie humana está no foco do desenvolvimento sustentável e da sustentabilidade em si. Manter as condições do planeta é fundamental para vida humana, “sustentabilidade é a condição ou estado que permite a continuidade da espécie humana e proporciona uma vida segura, saudável em harmonia com a natureza e com valores locais, culturais e espirituais e, um objetivo a ser alcançado.” (ISOLDI, 2007). Para Edwards (2008), muito se fez para definir conceitos sobre o desenvolvimento sustentável, porém pouco se fez para agregar tais conceitos a sociedade.

A compreensão e conscientização sobre os problemas ambientais levaram a novos comportamentos sociais, ou seja, a busca por produtos e serviços de consumo limpo (MANZINI; VEZZOLI, 2005). Para Trigueiro (2003) “uma comunidade humana sustentável deve ser planejada de modo que os estilos de vida, negócios, atividades econômicas, estruturas físicas e tecnológicas não interfiram nessa capacidade da natureza de manter a vida”. É preciso sair da zona de conforto, procurar formas de colaborar e orientar novos projetos, envolver a sociedade em um diálogo sobre o contexto em que se vive. Segundo Thackara (2008), é necessário criar relações entre criadores e consumidores já que, para além dos avanços e soluções tecnológicas, a sustentabilidade se refere também a inovação social.

Um desafio para a sustentabilidade está relacionado ao consumo e aos consumidores, que por vezes não associam suas ações a degradação do meio ambiente. Um exemplo simples é o uso da madeira em construções e móveis, causando destruição em massa nas florestas, ou então

“quando compramos uma roupa, não pensamos nos agrotóxicos usados na plantação de algodão ou no trabalho escravo encontrado nas fazendas” (TRIGUEIRO, 2012).

No entanto, a noção de sustentabilidade é ampla e complexa e está passando por constantes mudanças, tanto com ampliação quanto com restrição de sentidos. Além disso, o conceito se reflete em distintas áreas, ou seja, é aplicado em diferentes objetos resultando em diferentes visões de sustentabilidade para cada um deles. Entretanto, se faz claro que o objetivo em buscar um crescimento urbano mais sustentável é encontrar uma maneira de continuar suprindo as necessidades da população de uma maneira que as gerações futuras também tenham essa possibilidade (BARROS, 2011).

3.1. Descarte e reciclagem

Pensar no descarte dos produtos não é só uma questão ambiental, visto que a poluição da água e o aumento do aquecimento global são fatores que prejudicam também a saúde da população, principalmente quem vive perto ou trabalha em áreas de descarte - devido a emissão de gases metano. (EDWARDS, 2008) A contaminação do solo prejudica a biodiversidade e a produção agrícola, pois a recuperação do solo é uma tarefa complicada e dificilmente será possível produzir alimentos, por exemplo, em um solo contaminado por lixo.

O principal objetivo da reutilização de materiais é diminuir o resíduo produzido por produtos já existentes, além de amenizar o uso de matérias-primas e, a partir da reciclagem, evitar o desperdício propondo o reuso dos materiais descartados. (CÂNDIDO, 2008). De acordo com Platchek (2003), a reciclagem, por sua vez, é tida como a recuperação dos materiais descartados, modificando suas características físicas, diferenciando-se do reuso de embalagens retornáveis, por exemplo, pois estas mantêm as formas para as quais foram projetadas.

Ressignificar o que conhecemos como lixo é um fator relevante da reciclagem. Existem diferentes formas de coleta e no Brasil podem-se citar os catadores e também a coleta seletiva. Em relação à coleta, Trigueiro (2012) apresenta dados sobre ela no Brasil e acredita que a coleta seletiva seja uma fonte de novas opções de trabalho para essa parcela da população.

Enquanto as cidades seguem em exponencial crescimento, os aterros sanitários, local onde grande parte dos lixos urbanos são destinados, necessitam ser reduzidos. Entretanto, esta não é uma realidade das cidades. Conforme Trigueiro (2012), estima-se que 40% de todos os resíduos sólidos domésticos que ocupam espaço nos aterros sejam recicláveis.

A fim de solucionar parcialmente a situação dos aterros tem-se a coleta seletiva, que se propõe a reduzir a quantidade diária de resíduos recicláveis descartados em aterros, para que esses aterros passem a receber, apenas matéria orgânica para quais foram, de fato, pensados. Um dos principais entraves à reciclagem reside no fato de os descartes plásticos se encontrarem contaminados com resíduos orgânicos. Outro problema é a separação dos diferentes tipos de resíduos, muitas vezes incompatíveis entre si (RETO, 2008).

No caso dos materiais de construção, há inúmeras formas de se reutilizar os resíduos descartados, como vigas metálicas, madeira e tijolos que poderiam ser reutilizados em outras construções, por exemplo. Porém a reciclagem ainda é dificultada pelo fato das edificações ainda não serem projetadas de acordo com suas possibilidades de reutilização, segundo Edwards (2008). A redução de resíduos, reuso e reciclagem de materiais é uma prática possível dentro da construção civil, as estruturas de aço são exemplo disso, podem ser utilizadas como elementos estruturais em projetos novos ou então recicladas, a partir da sua fundição (EDWARDS, 2008).

Dentre os materiais presentes na construção civil está o concreto, a argamassa de cal, o aço, a madeira, tijolos, cerâmica, entre outros. O concreto, por exemplo, se executado corretamente, possui longa vida útil e permite reaproveitamento, podendo ser reutilizado como estrutura existente ou pode ser reciclado para o uso como agregado na produção de novas composições de concreto. De acordo com Edwards (2008) o concreto não costuma precisar de acabamentos, reduzindo riscos à saúde, e, por ser estável do ponto de vista ambiental, oferece vantagens de conforto térmico em relação a outras formas de construção.

3.2. Descarte do plástico

A composição do plástico é essencial para compreender os processos utilizados no manejo e descarte. A matéria prima é o polímero que é base para produção de diferentes materiais poliméricos, bastando que seja alterado o processo de fabricação ou que sejam feitas diferentes misturas. (MICHAELI et al, 1995).

Embalagens, sejam elas plásticas ou não, continuarão a existir, sendo assim é necessário pensar no processo de reciclagem. Usando dados de 2007, se um terço dos materiais recicláveis fosse reciclado, iria se economizar o total de energia elétrica que é usado por todas as casas de São Paulo (TRIGUEIRO, 2012). Entende-se que há uma grande produção de resíduo, visto que boa parte desses plásticos vão para o lixo comum e, conseqüentemente, para aterros

sanitários, levando muito tempo até sua decomposição. Ainda poderíamos citar os que são descartados em rios, praias e locais que prejudicam ecossistemas como um todo. No que diz respeito às sacolas plásticas, grande preocupação dos ambientalistas, alguns países europeus já adotaram mudanças não só culturais quanto ao seu uso, mas também na sua legislação (TRIGUEIRO, 2012).

Para além de questões de uma possível mudança na legislação, a cultura do uso de sacolas plásticas no Brasil é enorme e está incorporada à rotina de compra. Elas são fornecidas em grande parte do comércio, supermercados, farmácias, seja qual for o tamanho do produto. A questão do uso dessas sacolas é abordada por Trigueiro (2012), trazendo, inclusive, a quantidade média mensal utilizada por cada brasileiro. Trata-se de um valor alarmante quando se pensa no destino que se dá a esse produto após o uso.

Dados atuais informam que 80% dos resíduos plásticos encontrados nos oceanos surge como lixo urbano, que é levado para o oceano por meio dos rios. (FAIRBANKS, 2019) e, atualmente, segundo o coordenador do Coplast, a reciclagem de plásticos pós-consumo no Brasil está entre 25% e 30% (FAIRBANKS, 2019).

As questões apresentadas são base para justificativa das escolhas realizadas nessa pesquisa. Dessa forma, o objetivo é propor, não só uma peça de concreto resistente, mas também uma maneira de incorporar rejeitos encontrados em grande quantidade nas cidades. Sendo assim, uma forma de diminuir os impactos causados pelo descarte indevido desses rejeitos. A seguir a apresentação da metodologia utilizada nesta pesquisa, a fim de contextualizar os métodos utilizados para coleta de dados e técnica de pesquisa.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

Para realizar este estudo, utilizou-se a argamassa Multimassa - Quartzolit (© 2017 Weber, produtos quartzolit - Saint-Gobain.), constituída por um grante pronto elaborado à base de cimento, agregados minerais e aditivos especiais que, quando misturados, resultam num produto de fácil aplicação, sendo necessária apenas a adição de água para a formação da pasta de concreto. Esta opção de material foi escolhida com base em pesquisa realizada para verificar as formas de uso do concreto no design de interiores, na qual percebeu-se uso quase exclusivo de argamassas e produtos prontos.

Verificou-se que a preparação do concreto, não só em obras de pequeno porte, mas também na produção de objetos de decoração, é realizada de maneira empírica. Questões como temperatura e quantidade de água,

normalmente, não são observadas na prática conforme a indicação da embalagem. Porém, para execução deste estudo, manteve-se a medida de 150ml/kg para obter um padrão do concreto produzido.

Para além dos rejeitos plásticos utilizados nos pré-testes, aparas plásticas fornecidas pela empresa Ecoresinas, situada na cidade de Camargo-RS, foram usadas. A empresa é uma recuperadora de plásticos, os materiais fornecidos pela empresa são provenientes de coletas seletivas e os produtos finais a que são destinados são: sacos de lixo, sacolas, mangueiras e lonas.

Estas aparas, quando chegam à empresa, passam por um processo de classificação, em que são retirados os materiais considerados lixo (papel, metais, madeiras, etc.), bem como materiais considerados contaminantes (PVC, PET, etc.). Após a classificação, os materiais passam por um processo mecânico onde são moídos, lavados, secados e triturados. Em seguida, o material passa pelo processo de granulação ou de aglutinamento, formato no qual o material foi recebido para essa pesquisa.

Para a produção do material granulado (Figura 4), ocorre o processo de granulação. Nessa etapa, após o material plástico ser lavado, secado e triturado, é direcionado para uma máquina chamada Extrusora Recicladora, na qual o material plástico sofre um processo de aquecimento e é feita a fusão (derretimento) do plástico. O material plástico derretido (pastoso) e comprimido e, na sequência, sofre um processo de corte, transformando o material em grão.



Figura 04 - PEBD Reciclado Granulado na cor preta.
Fonte: elaborado pelo autor

Já o processo de aglutinação, é feito em uma linha alternativa. O mesmo material, após ser lavado, secado e triturado é direcionado para um equipamento chamado aglutinador. Nessa máquina, através de alta rotação e atrito do material plástico com placas de metal, transforma-se o material plástico triturado em material plástico aglutinado,

deixando-o fisicamente parecido com um pó. Após este processo, este material aglutinado passa em outro modelo de máquina Extrusora Recicladora onde é transformado em grão (Figura 5) pelo mesmo processo de fusão.



Figura 05 - PEBD Reciclado Aglutinado.
Fonte: elaborado pelo autor.

A preparação dos corpos de prova utilizando o material granulado e aglutinado se deu a partir da separação das porções referente a porcentagem de volume do molde, conforme pré-testes, as porcentagens testadas foram: 5%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% e 60% para cada material. Da mesma forma, foram produzidos 5 corpos de prova para cada porcentagem, totalizando 70 amostras. Foram testadas também dosagens de água diferentes as indicadas pelo fabricante, são elas 150ml/kg, 200ml/kg e 225ml/kg, somando 15 corpos de prova. Porém, para análise visual e pesagem, foram utilizadas as 70 amostras produzidas com rejeito granulado e aglutinado, não sendo avaliadas amostras com granulado produzido em ambiente doméstico, e amostras para dosagem de água.

Para pesar os corpos de prova e avaliar a perda de massa das amostras devido a adição do rejeito plástico foi utilizada uma balança digital MARK M2202, da marca Solotest, com capacidade máxima de 2200g, capacidade mínima 0,5g e margem de erro de 0,1g.

4.1. Métodos aplicados no experimento

As amostras cilíndricas foram produzidas conforme a proporção informada na norma ABNT NBR 5738:2003/ABNT NBR 5738:2015, com dimensões de 5 cm por 10 cm. Elas foram pesadas para avaliar a perda de massa pela adição de rejeito plástico comparada a amostra 100% de concreto, sem adição de rejeito.

Realizou-se a avaliação visual para analisar a porosidade das peças produzidas. A análise torna-se necessária, pois se acredita que a adição dos rejeitos plásticos possa

alterar a aparência do concreto de acordo com a porcentagem adicionada quando comparadas às amostras com 100% de concreto. Após a realização dos testes e obtenção dos dados, sintetizaram-se os dados em forma de gráficos e quadros, bem como uma comparação com as imagens obtidas no teste visual, avaliando a porosidade e estética do material produzido.

Após a definição da dosagem de água, iniciou-se o processo de produção e cura dos corpos de prova com adição de rejeito plástico granulado e aglutinado. Realizou-se, então, a separação das dosagens de rejeito e a preparação da pasta de concreto. O tempo de cura foi de sete dias e, neste período, realizou-se o controle meteorológico. A umidade relativa média, neste período, foi de 77%, alternando entre 62% e 93%, bem como a temperatura que variou entre 18° e 25°.

Ao sétimo dia, os 70 corpos de prova foram pesados e selecionou-se 3 amostras de cada porcentagem para realização dos testes de avaliação visual. O processo de pesagem constitui-se em organizar as amostras na bancada (Figura 6) divididas por tipo de rejeito e porcentagem de plástico e pesá-las uma a uma, limpando sempre a bandeja da balança entre uma pesagem e outra e iniciando sempre com a contagem em zero. O processo foi repetido duas vezes por amostra a fim de confirmar os dados obtidos.



Figura 06 - Amostras antes da pesagem - Grupo de amostras: PEBD Granulado.
Fonte: elaborado pelo autor.

Os testes realizados para o experimento e análises foram:

- 1) Teste de verificação de massa: consiste na pesagem dos corpos de prova (Figura 7) para verificar a possível perda de massa do concreto ao ser produzido com diferentes porcentagens de plástico. Visa observar se a adição de rejeito plástico produz um objeto de concreto mais leve e o quão significativa foi essa diferença entre as amostras 100% concreto e as amostras com adição do rejeito plástico reciclado granulado e aglutinado.



Figura 07 - Pesagem do corpo de prova n. 3 com adição de 5% de PEBD aglutinado.
Fonte: elaborado pelo autor.

- 2) Avaliação visual: visa analisar diferenças entre a amostra 100% concreto e as amostras com adição de rejeito plástico. Neste procedimento, foram fotografadas as amostras após pesagem. As fotos foram tiradas de todas as amostras, utilizando a mesma configuração de câmera (Figura 8), em um mesmo local, com mesma incidência de luz. A finalidade é comparar as amostras com adição de rejeito plástico com a amostra de concreto puro, analisando também se a quantidade de rejeito adicionado interfere na superfície da amostra, através da porosidade e também se o rejeito tornou-se visível no corpo de prova.

A abertura utilizada para as fotos foi de $f/2,0$, a velocidade do obturador $1/30$ e ISO médio 62. Para a abertura, quanto menor o número, maior a abertura, logo, passa mais luz. A velocidade diz respeito ao tempo utilizado pelo sensor para capturar a imagem, nestes casos 0,03 segundo. O ISO determina a sensibilidade à luz do sensor que captura a imagem.

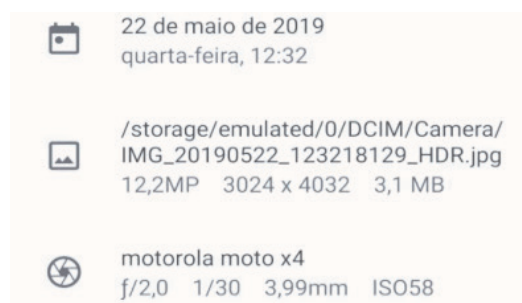


Figura 08 - Configuração câmera para imagens de avaliação visual
Fonte: elaborado pelo autor.

A abertura utilizada para as fotos foi de $f/2,0$, a velocidade do obturador $1/30$ e ISO médio 62. Para a abertura, quanto menor o número, maior a abertura, logo, passa mais luz. A velocidade diz respeito ao tempo utilizado pelo sensor para capturar a imagem, nestes casos 0,03 segundo. O ISO determina a sensibilidade à luz do sensor que captura a imagem.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1. Resultados e análise dos testes realizados no experimento

Nessa seção, são expostos os resultados dos testes realizados nas amostras cilíndricas.

1) Resultados do teste de verificação de massa: conforme descrito nas seções anteriores, foram pesadas todas as amostras produzidas com rejeito plástico reciclado granulado e aglutinado. Para comparar os dados, foram produzidas e pesadas 5 amostras (Tabela 1) compostas apenas pela mistura da argamassa com água (concreto). Essas amostras também passaram pela avaliação visual. Os dados obtidos da pesagem dessas amostras apresentam valor médio de 323,51 g e desvio padrão de 4,81 g (Tabela 1).

Identificação da amostra	Peso (g)				
	CP: 1	CP: 2	CP: 3	CP: 4	CP: 5
100% concreto	323,5	321,0	330,3	317,7	329,3

Tabela 01 - Peso (g) das amostras 100% concreto.
Fonte: elaborado pelo autor.

Nas amostras contendo porcentagem de plástico, os dados obtidos são apresentados nas Tabelas 2 e 3, a fim de tornar visível a diferença entre as dosagens de plástico e, então, comparar os dados obtidos entre as amostras com e sem adição de rejeito (100% concreto).

% de resíduo plástico	Peso (g)					Média ± DP
	Granulado					
	CP: 1	CP: 2	CP: 3	CP: 4	CP: 5	
5%	299,8	300,6	301,5	292,7	288,4	299,8 ± 5,15
10%	290,7	293,6	296,7	294,3	289,3	293,6 ± 2,64
20%	280,5	281,9	283,4	285,5	286,0	283,4 ± 2,10
30%	283,1	287,1	273,1	286,4	286,5	286,4 ± 5,26
40%	280,6	284,2	285,6	274,9	284,4	284,2 ± 3,65
50%	282,6	274,9	279,7	278,4	278,9	278,9 ± 2,50
60%	260,3	248,3	256,4	257,4	256,0	256,4 ± 4,00

Tabela 02 - Peso (g) das amostras de concreto com os percentuais de resíduos plásticos.
Fonte: elaborado pelo autor.

% de resíduo plástico	Peso (g)					Média ± DP
	Aglutinado					
	CP: 1	CP: 2	CP: 3	CP: 4	CP: 5	
5%	289,7	292,1	294,6	281,2	291,1	291,1 ± 4,57
10%	301,1	294,7	294,4	290,8	292,3	294,4 ± 3,51
20%	300,2	300,8	300,7	290,7	293,1	300,2 ± 4,32
30%	281,2	280,3	284,3	273,6	281,2	281,2 ± 3,54
40%	267,2	268,4	269,4	269,5	269,5	269,4 ± 0,92
50%	274,8	272,7	272,9	274,2	273,5	273,5 ± 0,79
60%	274,6	270,6	269,0	272,9	277,2	272,9 ± 2,91

Tabela 03 - Peso (g) das amostras de concreto com os percentuais de resíduos plásticos.
Fonte: elaborado pelo autor.

O grupo de amostras produzidas com rejeito PEBD granulado apresentou desvio padrão inferior a 5,20g e nas amostras de 10%, 20% e 50% esse desvio foi inferior a 3,0g, conforme Tabela 2. Considerando os valores médios, há uma diferença de 14,5% entre a amostra com 5% de rejeito e a amostra produzida com 60% de rejeito, enquanto a diferença entre as médias das amostras de 5 e 30% de plástico é de 4,5% do peso do corpo de prova.

Em relação às amostras produzidas com PEBD reciclado aglutinado, o desvio padrão não atingiu valor superior a 4,60g, apresentando valores abaixo de 1g em duas classificações: 40% e 50% de adição de PEBD reciclado aglutinado conforme a Tabela 3. Considerando ainda os valores obtidos por meio da média das pesagens de cada grupo de amostras, a diferença entre as amostras de 5% e 60% é de 6,3%, enquanto o grupo de amostras produzidas com rejeito granulado apresentou valor superior ao dobro do apresentado pelo grupo de amostras do rejeito aglutinado. Verifica-se, então, que a perda de massa produzindo uma peça de concreto mais leve se deu nas amostras do grupo granulado. Os demais dados relacionados a média e desvio padrão das amostras produzidas com rejeito aglutinado são apresentados abaixo (Tabela 3).

Através da Figura 9, é possível visualizar a comparação dos pesos com as amostras 100% concreto. Fica perceptível a diferença entre as amostras produzidas com plástico reciclado e as amostras 100% concreto. A diferença em relação às amostras 100% concreto e 60% resíduo plástico é de 15,8% para as amostras com rejeito granulado, e, 20% para as amostras com rejeito aglutinado. Porém, mesmo nas amostras 5%, já é possível verificar diferença na pesagem. Nas amostras com PEBD granulado a diferença para as amostras 100% de argamassa é de 10,2% e nas amostras aglutinado 7,5%.

Desta forma, confirma-se a hipótese de que o concreto produzido com rejeitos de sacolas plásticas teria diminuição de massa, característica relevante para o uso a que

se projeta o material proposto. Aliada a perda de massa estão as questões estéticas do material produzido. A seguir, discorre-se sobre a avaliação visual.

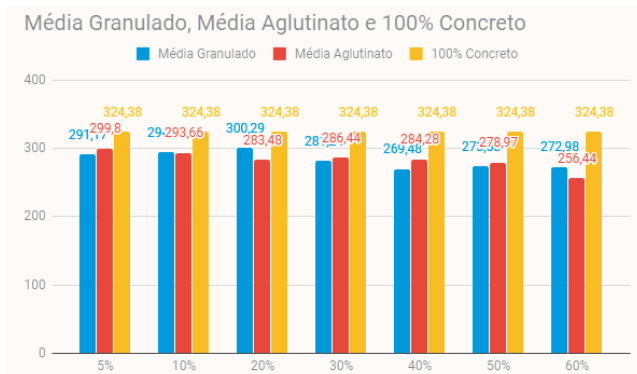


Figura 09 - Peso - Média das amostras produzidas com PEBD reciclado granulado, aglutinado e 100% concreto.
Fonte: elaborado pelo autor.

2) Resultados da avaliação visual: o objetivo de analisar possíveis alterações na superfície e estética do concreto se dá, pois, a estética do concreto está sendo valorizada no design de interiores, como antevisto neste estudo. Portanto, manter essa estética é um traço importante nessa pesquisa. Para a realização dessa análise, preocupou-se em manter a mesma configuração das fotos a seguir apresentadas, bem como apresentá-las lado a lado para comparação. Os três corpos de prova 100% concreto, que serviu de referência para essa análise apresentam pouca porosidade e estão bem compactadas.

As Figuras 10 e 11 mostram um quadro de texturas criado a partir de imagens aproximadas de uma amostra de cada grupo, para melhor acompanhar as mudanças acarretadas com o uso do PEBD reciclado granulado e aglutinado. Desta forma, os quadros foram divididos por especificação do rejeito plástico e não mais da dosagem de plástico utilizada nas Figuras anteriores, assim pode-se perceber como cada tipo de rejeito se comportou na composição dos corpos de prova. Para a montagem deste quadro, foi escolhida a primeira amostra de cada dosagem. Somado a esse quadro, está a primeira amostra do grupo composto por amostras 100% concreto.

Entende-se que bolhas de ar, a porosidade, é uma característica do concreto. Em caráter estético, as amostras 5% granulado e aglutinado encontram-se de acordo com o esperado, apesar do grande número de poros, que se dá pelo fato dos corpos de prova terem sido produzidos em ambiente doméstico e sem o uso de uma mesa de trepidação. Ainda sim, as amostras apresentaram boa

compactação, estética, aproximada à da amostra controle. Uma variável importante neste estudo é a ausência de rejeito na superfície, não alterando sua estética, o que ocorre no topo das amostras 3 e 4 do PEBD granulado e nas amostras 4 e 5 do PEBD aglutinado. Também se verificou que a porosidade apresentada pelas amostras utilizando PEBD aglutinado são inferiores ao outro grupo de amostra. Acredita-se que essa característica deve-se ao tamanho dos grãos do rejeito aglutinado, que, por vezes, é menor ao granulado.

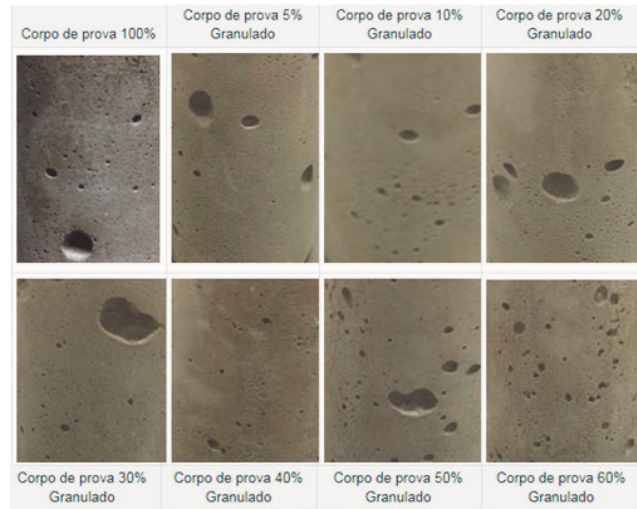


Figura 10 - Avaliação visual - quadro de texturas - PEBD granulado.
Fonte: elaborado pelo autor.

Ao analisar as amostras produzidas com 10% de PEBD, perceberam-se características semelhantes às do grupo de amostras 5%: maior porosidade nas peças produzidas com rejeito granulado e rejeito visível no topo das amostras, principalmente nas produzidas também com PEBD granulado.

Os grupos de amostra contendo 20% e 30% apresentaram estética similar para ambos os rejeitos: pequenos poros e pasta de concreto compacta, próxima ao grupo de controle 100% concreto, mostrando uma superfície adequada para o uso proposto, assim como os grupos de amostra 5% e 10%.

As amostras produzidas com 30% apresentam porosidade semelhante umas às outras, bem como a presença de alguns rejeitos aparentes no topo dos corpos de prova. Características, essas, correlatas aos outros grupos de amostra apresentados. Verificou-se que as seis amostras exibem rejeitos no topo do corpo de prova, porém a superfície segue em concordância com o grupo de controle desta análise.

Os três grupos de amostras a seguir apresentam a maior quantidade de PEBD na sua composição, são elas: 40%, 50% e 60%. Pressupunha-se que a partir dessa

dosagem de rejeito plástico a superfície da amostra seria alterada, porém, nos grupos de amostras 40% e 50%, a estética exterior se manteve, aspecto importante nesta avaliação. Seguidamente apresenta-se as Figuras referentes ao grupo de amostras 40%. A diferença notável neste grupo é o topo das amostras, onde o rejeito granulado aparece em maior quantidade.

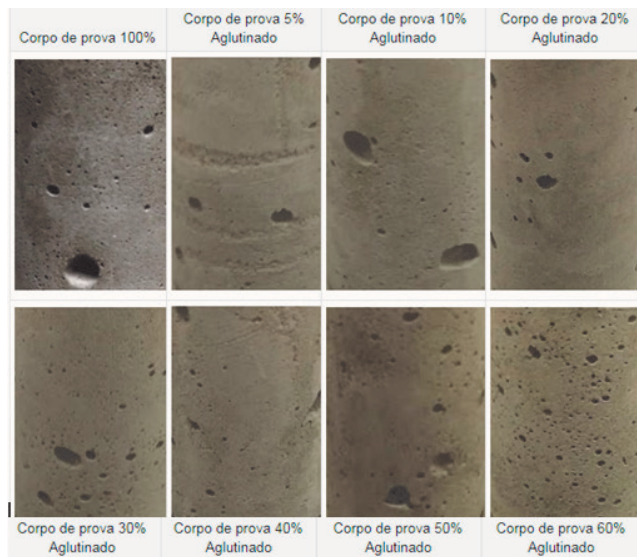


Figura 11 - Avaliação visual - quadro de texturas - PEBD aglutinado.
Fonte: elaborado pelo autor.

Os corpos de prova incluindo 50% do volume da amostra de rejeito plástico mantiveram visual semelhante às demais amostras, com poros de dimensão reduzida se comparado às amostras anteriores, como por exemplo, 5% e 10%.

O último grupo de amostras analisado é composto da pasta de argamassa com adição de 60% do volume do molde de rejeito reciclado. Devido à quantidade de rejeito presente na pasta de concreto, esses corpos de prova apresentaram maior dificuldade no momento de preparação. O volume de PEBD está aparente, principalmente quando comparado aos outros grupos de amostras.

A ausência do rejeito na maior área da amostra é um ponto positivo desta análise, pois havia a hipótese de que os rejeitos fossem aparentes, alterando a estética do concreto quando comparado ao grupo de amostra controle, sem adição de rejeito nenhum, podendo inviabilizar o uso de tal dosagem.

Analisando os dois quadros de imagens é possível verificar como a estética do concreto se manteve e como são semelhantes às amostras produzidas com os dois tipos de rejeitos - granulado e aglutinado - mesmo que com a adição de maior dosagem a porosidade cresça. Os corpos de prova com dosagem 60% rejeito são, nos dois grupos, os

que mais apresentam pequenos poros, por toda a amostra, por outro lado, as amostras com menor dosagem de plástico apresentam poros de tamanho maior.

Constatou-se que nas dosagens propostas e aqui apresentadas o rejeito plástico não interfere negativamente na estética do concreto, conforme isso inicialmente era esperado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste estudo, realizou-se uma pesquisa experimental de caráter quantitativo, que, através de testes de pesagem e avaliação visual, investigou as questões estéticas do concreto produzido com diferentes dosagens de rejeito de sacolas plásticas, PEBD reciclado aglutinado e granulado para o uso em objetos de decoração. Para tal, aplicou-se a metodologia quantitativa, a partir do método de pesquisa experimental.

Conclui-se que, segundo os métodos aplicados e testes realizados, o concreto produzido com rejeitos de sacolas plásticas, neste caso de produção industrial, possui massa menor em comparação ao concreto referência, tornando-se um concreto mais leve, característica de expressiva importância para o uso em objetos de decoração, possibilitando, por exemplo, sua manipulação com maior facilidade.

A adição de rejeito plástico reciclado granulado e aglutinado manteve a aparência do concreto sem aparição de rejeito na superfície até a dosagem 40%, bem como uma porosidade equivalente do concreto se manteve em todas as amostras. Acredita-se que para corpos de prova produzidos em laboratório os resultados possam apresentar diferença, porém, o proposto aqui é a produção em ambiente doméstico para representar um movimento verificado através de prévia pesquisa sobre vídeos de “faça você mesmo”.

A preocupação com a fonte e escolha de materiais para a pesquisa, bem como o seu descarte e reciclagem após os testes condiz com o problema do aumento exponencial na produção de plásticos e sua incorreta destinação após consumo, com evidente impacto ambiental, principalmente em ambientes e organismos marinhos. Todos os estudos bibliográficos levantados para esta pesquisa também tornaram evidente a necessidade de pensar as escolhas desde o momento do projeto até o descarte.

REFERÊNCIAS

AMOROZO, Guilherme. Arquitetura e design que melhoram o planeta pautam a Casa Vogue de março. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Interiores/noticia/2019/03/arquitetura-e-design-que-melhoram-o-planeta-pautam-casa-vogue-de-marco.html>. Acesso em: 12 out. 2018.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de estruturas de concreto - Procedimento: NBR 6118. Rio de Janeiro: ABNT, 2004.
- AZAMBUJA, J. A. Sustentabilidade na construção: Em busca de um novo paradigma. Porto Alegre: Editora UniRitter, 2014.
- CÂNDIDO, L. H. A. Contribuição ao estudo da reutilização, redução e da reciclagem dos materiais com aplicação do ecodesign. Porto Alegre, 2008.
- CHIMELLO, G. Cenoura pode deixar concreto mais forte. Disponível em: <https://casavogue.globo.com/Arquitetura/Edifícios/noticia/2018/08/cenoura-pode-deixar-concreto-mais-forte.html>. Acesso em: 12 out. 2018.
- Do.edu. Relógio de Concreto Como fazer - DIY - Passo a Passo. Disponível em: <https://doedu.co/relogio-concreto-como-fazer-diy/>. Acesso em: 28 set. 2018.
- EDWARDS, B. O guia básico para a sustentabilidade. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, SL, 2008.
- HOMEMADEMODERN. Disponível em: <http://www.homemade-modern.com/about-why-we-create/>. Acesso em 20 out. 2018.
- IBRACON. Disponível em: <http://site.ibracon.org.br/>. Acesso em: 15 out. 2018.
- ISOLDI, R. A. Tradição, inovação e sustentabilidade: desafios e perspectivas do projeto sustentável em arquitetura e construção. 2007. 334 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- MANZINI, E.; VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.
- MICHAELI W.; GREIF H.; KAUFMANN H. Tecnologia dos plásticos. São Paulo: Edgard Blucher, 1995.
- PLATCHECK, E. R. Metodologia de ecodesign para o desenvolvimento de produtos sustentáveis. Porto Alegre, 2003.
- PREFEITURA DE TRAMANDAÍ. Quantidade de lixo retirado de boca de lobo impressiona. Tramandaí, 28 maio 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/prefeituradetramandai/posts/2249790142004730>. Acesso em: 28 maio 2019.
- REVISTA MINHA CASA. Disponível em: <https://minha-casa.abril.com.br>. Acesso em: 26 out. 2017.
- ROAF, S.; FUENTES, M.; THOMAS-REES, S. Ecohouse: a casa ambientalmente sustentável. Porto Alegre: Bookman, 2014.
- SAMPIERI, R. H.; COLLADO, C. F.; LUCIO, M. D. P. B. Metodologia de Pesquisa. São Paulo: Penso Editora LTDA, 2013.
- THACKARA, J. Plano B: o design e as alternativas viáveis em um mundo complexo. São Paulo: Saraiva: Versar, 2008.
- TRIGUEIRO, A. Meio ambiente no século 21: 21 especialistas falam da questão ambiental nas suas áreas do conhecimento. Rio de Janeiro: Sextante, 2003.
- TRIGUEIRO, A. Mundo sustentável 2: novos rumos para um planeta em crise. São Paulo: Globo, 2012.
- VENZKE, C. S. A situação do Ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS: Análise da postura e das práticas ambientais. Porto Alegre, 2002. Dissertação (Mestrado) - Curso de Administração, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.
- WOLFFENBÜTTEL, R. F. Sustentabilidade e ação socioeconômica: a rede produtiva do plástico verde. Porto Alegre, 2015.
- ZYLBERSZTAJN, D.; LINS, C. Sustentabilidade e geração de valor: a transição para o século XXI. Rio de Janeiro: Elsevier, 2010.

AUTORES

ORCID: 0000-0001-9255-9263 e <https://orcid.org/0000-0001-9255-9263>

BIBIANA WITTMANN LANZARIN, M.Sc. | UniRitter |
Correspondência para: Rua São Francisco de Assis, 505 -
Oásis Sul, Tramandaí - RS, 95590-000 | e-mail: bibianaw.
design@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3829-496X e <https://orcid.org/0000-0002-3829-496X>

LUIS FERNANDO FOLLE, Dr. | UFRGS, PPGE3M, PORTO ALEGRE -
RS – BRASIL | Correspondência para: Rua Dr Barcelos, 930,
Ap 206 – Tristeza, Porto Alegre – RS, 91910-251 | E-mail:
folle.luis@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

LANZARIN, Bibiana Wittmann; FOLLE, Luis Fernando.
Análise da Estética do Concreto Produzido com
Rejeito Plástico para o Uso no Design de Interiores
com Viés Sustentável. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6,
n. 4, p. 61-72, ago. 2020.** 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.MIX2020.v6.n4.61-72>

DATA DE ENVIO: 03/12/2019

DATA DE ACEITE: 25/06/2020

AS INTERAÇÕES ENTRE DESIGN E GASTRONOMIA CONTEXTUALIZADAS ATRAVÉS DO MOVIMENTO *SLOW FOOD*: UMA ABORDAGEM INICIAL

THE INTERACTIONS BETWEEN DESIGN AND GASTRONOMY CONTEXTUALIZED THROUGH THE SLOW FOOD MOVEMENT: AN INITIAL APPROACH

ÉDIPO JUNIOR BERTUOL | FSG

LUIZ ARMANDO CAPRA FILHO, M.Sc. | FSG

RESUMO

Diante de um contexto que expõe rompimentos importantes na relação das pessoas com os alimentos, o design, de afinidade histórica com a gastronomia, vislumbra uma atuação mais ampla com essa ciência. Considerando esse cenário, o artigo tem como objetivo evidenciar as formas de contribuição do design para a alimentação e, especificamente, para o Slow Food, movimento mundialmente atuante em causas sustentáveis. A revisão bibliográfica realizada contextualizou as interações existentes entre as áreas e resultou na identificação de uma perspectiva de colaboração do design através da inovação social sistêmica, bem como a contribuição dos conceitos do Slow Food para o design, pelo viés da prática de uma abordagem lenta para uma economia sustentável.

PALAVRAS CHAVE: Design; Gastronomia; Movimento Slow Food; Sustentabilidade; Inovação Social.

ABSTRACT

Faced with a context that exposes important disruptions in the relationship between people and food, design, of historical affinity with gastronomy, envisions a broader action with this science. Considering this scenario, the article aims to highlight the ways in which design contributes to food and, specifically, to Slow Food, a worldwide movement active in sustainable causes. The bibliographical review contextualized the interactions between the areas and resulted in the identification of a perspective of design collaboration through systemic social innovation, as well as the contribution of Slow Food concepts to design, through the practice of a slow approach to a sustainable economy.

KEY WORDS: Design; Gastronomy; Slow Food Movement; Sustainability; Social innovation.



1. INTRODUÇÃO

Surgida como apenas um recurso para a sobrevivência humana, a alimentação passou a ser analisada, ao passar dos anos, por uma perspectiva multidisciplinar – a qual o design pertence – evidenciando sua importância em diversos contextos. O alimento, portanto, deixou de ser unicamente um insumo para a obtenção de energia e regulação do organismo, e constitui-se como um fator influenciador nas relações sociais, econômicas e culturais, dentre outras, das pessoas.

Considerando o contexto de um mundo globalizado, onde as pessoas, de uma forma geral, têm de se adaptar ao desenvolvimento acelerado, às rotinas cansativas e à grande disseminação da informação, os hábitos alimentares vem sofrendo mudanças significativas. Dentre tantos aspectos, fica evidente “o processo de distanciamento humano em relação aos alimentos”, como afirma Proença (2010, p.46). Neste cenário, ficam cada vez mais visíveis as novas relações de produção, transporte e consumo dos alimentos, bem como as suas consequências na sociedade.

Caminhando em oposição a esse cenário, surgem movimentos como o *Slow Food* que, em linhas gerais, buscam uma reconexão do ser humano com o alimento e, complementarmente, com o ato de consumi-lo. Atuante em defesa de um alimento bom, limpo e justo (PETRINI, 2015), a associação vem ganhando notoriedade e apoiadores em vários países, além de ser pauta nas discussões atuais sobre a gastronomia e a alimentação.

A oportunidade de estudar a gastronomia e, especificamente, o movimento *Slow Food*, sob os conceitos pertinentes do design – objeto principal do estudo – torna-se clara ao passo que ambas áreas do conhecimento se aproximam de forma natural e por, fundamentalmente, envolverem diversos aspectos das relações humanas. Para Montanari (2008, p. 183), “o sistema alimentar contém e transporta a cultura de quem a pratica, é depositário das tradições e da identidade de um grupo”, e é justamente desta prerrogativa que, segundo Parreira (2014), surge a atual relação entre o design e o alimento e o consequente interesse dos designers na cultura da alimentação.

Outro importante vínculo a ser explorado para o desenvolvimento desse estudo é do design com a sustentabilidade, pois ambos, essencialmente, são orientados para o futuro (FRANZATO, 2017). Essa projeção do amanhã, sob a ótica do movimento *Slow Food*, requer uma cadeia produtiva integralmente sustentável que, além de fortalecer um cenário de alimentação saudável, tende a ampliar a distribuição de alimentos limpos e de maneira justa. Nesse contexto, é possível vislumbrar a participação de

designers socialmente inseridos na construção de cenários verdadeiramente sustentáveis e com a alimentação como eixo central.

Evidenciar, de forma inicial, as formas de contribuição do design para a consolidação de movimentos gastronômicos como o *Slow Food* torna-se, portanto, o objetivo específico do presente artigo. Para tal, os estudos em gastronomia e design serão confrontados, visando a busca por similaridades nos métodos e a aplicação dos conceitos de uma área no contexto da outra. Com isso, pretende-se ampliar o diálogo e as interações entre as áreas, fomentando possíveis caminhos para a inovação e a sustentabilidade.

2. METODOLOGIA

Considerando o problema de pesquisa apresentado, optou-se por realizar uma pesquisa qualitativa, de natureza descritiva, e que tem por objetivo a “descrição de certo fenômeno, caracterizando sua ocorrência e relacionando-o com outros fatores” e com o contexto ao qual está inserido (CASARIN e CASARIN, 2012, p. 33). Além disso, a presente pesquisa classifica-se como exploratória, em virtude de ela ser “sobre um assunto já conhecido, visto sobre nova perspectiva” (CASARIN e CASARIN, 2012, p. 40), tendo como objetivo principal, segundo Gil (2002, p. 41), o “aprimoramento de ideias ou a descoberta de intuições”. Apesar de flexível, geralmente a pesquisa exploratória assume a forma de pesquisa bibliográfica que, por sua vez, “é desenvolvida com base em material já elaborado, constituído principalmente de livros e artigos científicos” (GIL, 2002, p. 44). A principal vantagem da pesquisa bibliográfica, ainda segundo Gil (2002), é a possibilidade de investigação de uma gama muito mais ampla de fenômenos do que a pesquisa direta.

Tendo em vista a metodologia proposta e refletindo sobre o problema de pesquisa evidenciado, busca-se, nos parágrafos que seguem, elucidar as questões envolvidas nos âmbitos do design e da gastronomia. Estruturalmente, há, em um primeiro momento, um recorte histórico sobre a alimentação atual e seus reflexos na sociedade. Posteriormente, existe uma aproximação direta entre o design e a gastronomia, explanando as intervenções e os conceitos mais relevantes. Por fim, a relação entre estas áreas do conhecimento são estreitadas a fim de relacionar o design diretamente com o movimento *Slow Food* e, por consequência, evidenciar os benefícios mútuos surgidos deste vínculo.

3. A ALIMENTAÇÃO NO MUNDO ATUAL

Refletindo sobre o cenário contemporâneo, é possível perceber as fortes mudanças nas relações entre o ser humano e a alimentação. O modo de vida urbano,

caracterizado pela falta de tempo, pelas relações estreitas com os recursos financeiros e pelo ritmo acelerado das mudanças, contribui diretamente para este fenômeno e geram novas demandas alimentares. Além disso, segundo Garcia (2003, p. 484) "as soluções são capitalizadas pela indústria e comércio", as quais acabam "apresentando alternativas adaptadas às condições urbanas e delineando novas modalidades no modo de comer".

Argumentando a favor deste contexto, a crescente alimentação fora de casa faz com que os restaurantes assumam novos papéis diante da sociedade e excedam seu significado primordial, retirado da etimologia, de um estabelecimento "restaurador de forças", conforme afirma Proença (2010). Neste cenário, portanto, a alimentação apresenta-se como coadjuvante de rotinas intensas.

Com a introdução da tecnologia na produção industrial e sistemas organizacionais, percebemos a inserção do método taylorista na cadeia de produção de alimentos. O método de preparo, a qualidade de ingredientes e a forma de produção tornam as refeições baratas e elas acabam por figurar como apenas intervalos entre as jornadas de trabalho (AKIYOSHI, 2012, p.33).

As refeições rápidas e com cardápios padronizados ganham amplitude e revelam-se como importantes influenciadores na economia e na saúde das pessoas de diferentes grupos sociais. De acordo com a Euromonitor (s.d., *apud* JACOBS e RICHTEL, 2017), de 2011 a 2016, o mercado do *fast food* registrou um crescimento mundial de 30% em todo o mundo. Além disso, conforme estudo da EAE Business School, em 2014 três países desenvolvidos e dois mercados emergentes formavam o grupo de nações que mais geraram receita provenientes do *fast food*. Em relação aos produtos industrializados, o crescimento nas vendas foi de 25% no mundo todo, no período de 2011 a 2016, segundo a Euromonitor (s.d., *apud* JACOBS e RICHTEL, 2017). Constata-se, a partir disso, que apesar dos contrastes econômicos e sociais, países ricos e em desenvolvimento apresentam comportamentos alimentares semelhantes, os quais contribuem diretamente para o aumento nas estatísticas de obesidade e diabetes, dentre outras doenças decorrentes da má alimentação.

A problematização em torno da alimentação atual é ampla e impacta outros aspectos para além da saúde pública. Em um estudo sobre a massificação dos alimentos industrializados nos países em desenvolvimento, Jacobs e Richtel (2017) revelam que o problema está diretamente ligado à economia, ao passo que, por exemplo, as multinacionais avançam nos países emergentes e alteram a

agricultura local, fazendo com que os agricultores comecem a produzir insumos mais rentáveis, justamente aqueles que são a base de muitos produtos industrializados. No âmbito político, segundo os mesmos autores, a influência das grandes corporações nos governos de determinados países impede que as autoridades em saúde pública consigam taxar e criar leis para reduzir o impacto das bebidas açucaradas e dos alimentos processados. Entretanto, mesmo com os comprovados malefícios, há uma corrente de defesa aos alimentos industrializados, com o argumento de que eles "são essenciais para alimentar um mundo cada vez maior e mais urbanizado de pessoas", muitas das quais possuem "renda crescente e que demandam praticidade." (JACOBS e RICHTEL, 2017).

De uma forma geral, é legítimo afirmar que o ato de buscar, produzir, transportar, comunicar e, principalmente, consumir o alimento vem passando por modificações que impactam diretamente na relação entre o homem e a alimentação. Reflexo disso, segundo Proença (2010, p.43), é a "ruptura espacial e temporal da produção e do acesso" aos alimentos, causada, dentre outras, pela produção em larga escala, pela conservação longa e pelas possibilidades globais de transporte e venda dos produtos. Para a autora, estes e outros aspectos compõem o cenário atual da alimentação e evidenciam, principalmente, o distanciamento das pessoas em relação aos alimentos.

Em contraposição a este cenário, surgem movimentos alimentares como o *Slow Food* que busca reconectar o ser humano com a mesa e as culturas alimentares, defendendo a biodiversidade, preservando e estimulando economias e produtos locais. O movimento propõe a valorização do alimento bom, limpo e justo para todos e se estabelece "difundindo a calma ao comer, o máximo proveito da refeição, considerando, além do conteúdo nutricional, os aspectos culturais e de prazer" (PROENÇA, 2010, p.46).

4. O MOVIMENTO SLOW FOOD

Ao afirmar que, diante desse panorama globalizado, o "alimento perdeu seus múltiplos e complexos valores, para se tornar uma *commodity* que tem sentido somente em função do seu preço", Carlo Petrini (2015, p.11), fundador do movimento Slow Food, revela uma situação preocupante, mas, ao mesmo tempo, justifica a existência de um movimento gastronômico com bases ideológicas tão bem estabelecidas. E são elas que, acima de tudo, questionam a conjuntura apresentada e fomentam a construção de uma estrutura em rede capaz de promover o alimento bom, limpo e justo.

Traduzido literalmente, o termo *Slow Food* ganha o simples significado de "comida lenta", porém, ao passo que manifesta seus objetivos e propósitos, o movimento se estabelece como uma referência nos termos da alimentação atual. Por definição, o *Slow Food* é uma associação internacional, sem fins lucrativos, mantida por seus mais de 100.000 filiados em 160 países. Essencialmente, o movimento se sustenta na proposta de um alimento "bom, limpo e justo" e atua na defesa "dos alimentos tradicionais e sustentáveis de qualidade, dos ingredientes primários; pela conservação de métodos de cultivo e processamento e pela preservação da biodiversidade" (IRVING E CERIANI, 2013, p. 6). Além disso, o movimento acredita que "o alimento de qualidade é um direito fundamental" das pessoas, sendo delas a responsabilidade de "preservar o patrimônio de biodiversidade, cultura e saberes" (SLOW FOOD, 2016).

4.1. O *Slow Food* como rede

As mudanças que ocorrem no mundo nas últimas décadas estabelecem uma nova era que, segundo Castells (2005, p. 119) é intitulada de "informacional, global e em rede". Neste cenário, segundo o mesmo autor, a capacidade de aplicar e processar as informações baseadas torna-se um diferencial essencial dentro de uma rede global de interação. De forma complementar, Castells (2005, p.565) afirma que as "redes constituem a nova morfologia social das nossas sociedades e a difusão da lógica de redes modifica de forma substancial a operação e os resultados dos processos produtivos e de experiência, poder e cultura".

O *Slow Food* tem como viés principal o estabelecimento de uma rede que interligue produtores e coprodutores de alimentos, sustentando e disseminando a missão do movimento. A sua estrutura primordial é dividida em níveis internacional, nacional e local, conforme ilustra o Quadro 1.

Nível	Atuação
Internacional	A sede internacional do <i>Slow Food</i> está localizada na cidade de Bra, na Itália, local em que o movimento nasceu. A associação é coordenada por um Conselho Internacional, orientada por um Comitê Executivo e presidida por seu fundador, Carlo Petrini.
Nacional	As estruturas em nível nacional têm autonomia de decisão, porém respeitam as diretrizes do <i>Slow Food</i> Internacional. Elas apoiam os Convívios, organizam eventos e são referência aos associados.
Local	Localmente, o <i>Slow Food</i> atua em grupos denominados Convívios, os quais organizam reuniões, eventos e coordenam as atividades nas cidades e comunidades de todo o mundo.

Quadro 01 - Estrutura organizacional do *Slow Food*

Fonte: Autor, com base no site institucional do *Slow Food* (2016).

Definida como a "rede das redes", a Terra Madre "é o projeto do *Slow Food* para criar uma rede internacional de produtores de alimentos e representantes de comunidades locais, cozinheiros, acadêmicos e jovens com a finalidade de estabelecer um sistema de produção de alimentos bom, limpo e justo" (IRVING E CERIANI, 2013, p.20). Diante de um cenário marcado pelo crescimento da agricultura industrializada, segundo os mesmos autores, o movimento apoia ativamente o "modelo local sustentável de pequena escala". A Terra Madre trabalha diretamente com os Convívios, que são "células locais e independentes, que trabalham para defender a cultura alimentar do território, divulgando e pondo em prática a filosofia e os objetivos da associação". Apesar de seguirem as diretrizes do movimento, os Convívios têm autonomia na atuação e realizam as iniciativas que atendem as exigências de cada contexto (SLOW FOOD, 2016).

A organização é aberta e qualquer pessoa pode tornar-se um associado. Assim que tornam parte da associação, os membros, de forma voluntária, participam ativamente das iniciativas nas suas comunidades promovendo eventos e campanhas e, conseqüentemente, "ajudando a mudar o sistema alimentar global" (SLOW FOOD, 2016). A diversidade é vista como um dos pontos mais fortes do movimento, principalmente por estarem envolvidos diferentes atores do amplo contexto da alimentação, desde agricultores a chefs de cozinha. Atuando de forma coletiva, esses profissionais têm, nos encontros promovidos pelo movimento, a "oportunidade de debater e compartilhar seus conhecimentos e experiências" (SLOW FOOD, 2016).

5. GASTRONOMIA E DESIGN

A alimentação, inegavelmente, tem ganhando notoriedade nas discussões atuais e deixou de ser vista apenas como uma atividade comum e corriqueira do ser humano. Esta expansão permitiu que o ato de se alimentar extrapolasse os limites das ciências culinárias e passasse a ser explorada por diferentes óticas. O design, notoriamente, inclui-se neste cenário e tem procurado relacionar os seus conceitos com o movimento gastronômico dos últimos anos. Esta relação tem reforçado a ideia de que o design transcende apenas a criação de objetos utilitários ou de comunicação, e se estabelece como a "capacidade de projetar artefatos de interface cultural" (MARTINS, 2010, p. 9).

Apesar de atuações distintas, o design e a alimentação revelam pontos de similaridade primordiais. Segundo Parreira (2014, p. 22), é possível perceber que "a gastronomia reflete a sociedade a partir das suas práticas, comportamentos e estilos de vida e, tal como o

design, acomoda essas dimensões quando cria 'produtos' de consumo cotidiano". Soma-se a isso a percebida influência que ambas as áreas têm nas relações sociais, econômicas e culturais da sociedade, revelando uma aproximação importante e promissora.

O contexto do design e da alimentação, explanado através da Figura 1, evidencia perspectivas de atuação que envolvam as duas áreas. Por um lado, há relações tradicionalmente estabelecidas, como o vínculo entre o design e a comunicação dos alimentos, exemplificado pelo design de embalagens e de utensílios utilizados nas cozinhas. Porém, existem também vertentes em constante crescimento, com destaque para o *Food Design*, que atualmente é tema de um mestrado oferecido pela *Scuola Politecnica di Design (SPD)*, localizada em Milão. Este interesse das instituições educacionais de design pela gastronomia, por sua vez, tem por objetivo a capacitação dos designers para a consolidação da inovação na indústria alimentícia (SPD, 2014).

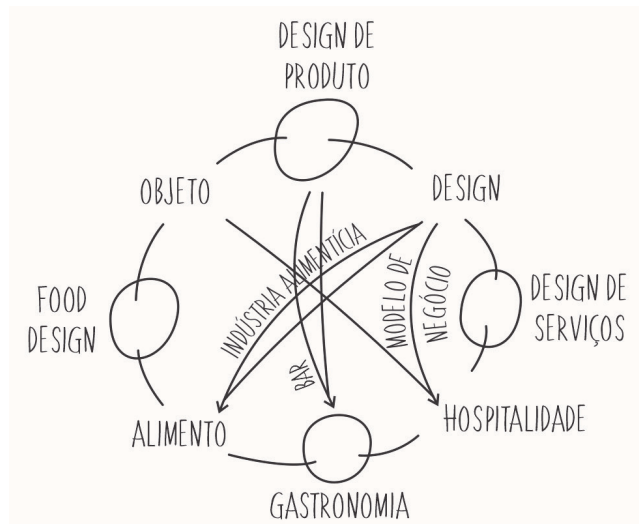


Figura 01 – Contexto da alimentação e do design
Fonte: Adaptação do autor para SPD (2013)

A comida, historicamente, sempre serviu de suporte para a atuação dos designers que, por sua vez, segundo Parreira (2013, p.117), sempre “projetaram utensílios em torno da cozinha e da mesa, da ação de cozinhar e do ato de comer”. No cenário atual, um dos reflexos da interação entre a gastronomia e o design é justamente a criação de objetos com foco na cozinha e na cultura alimentar, caracterizados pela diversidade de conceitos, variando da alta tecnologia ao rústico e o retorno ao básico. Soma-se a isso, por parte de designers e arquitetos, a reconsideração dos ingredientes, ferramentas e utensílios utilizados nos preparos culinários e a preocupação quanto a produção e

o processamento dos alimentos, o que, especificamente, demanda o projeto de cozinhas e produtos sustentáveis e com baixo consumo de energia (BRIZZIO, 2011).

No entanto, de acordo com Parreira (2013, p.117), ao longo do tempo, “os designers pouco contribuíram para projetar os alimentos propriamente ditos”, com exceção de projetos específicos, tratados como “pontuais e inconsequentes”. Exemplo disso, a massa Marille (Figura 2), projetada pelo designer Giorgetto Giugiaro, não fez o sucesso esperado pelo fato da sua forma dificultar o cozimento uniforme (MARTELOTTO, 2013). Em síntese, nesse caso específico, a dimensão estética do projeto foi mais valorizada do que a vertente funcional e essencial do alimento.

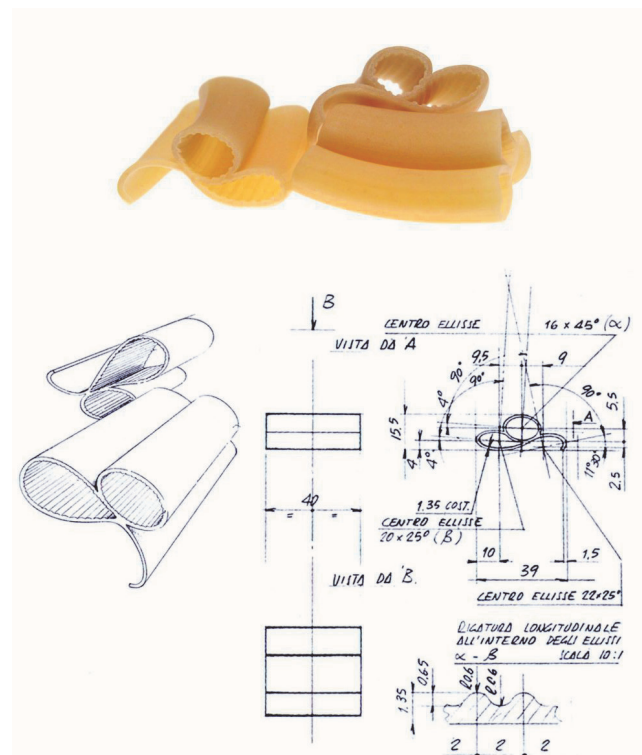


Figura 02 – Massa Marille
Fonte: Italdesign (2010)

Há, porém, uma tendência atual em crescimento concentrada no design de alimentos que procura, além de aprimorar a apresentação dos alimentos, “levar os alimentos como um novo material para a produção artística em conjunto” (BRIZZIO, 2011). Dentro do presente contexto, evidencia-se o conceito do *Food Design*. Por definição, segundo a ADI - *Associazione per Il Disegno Industriale* (2014):

Food Design é o projeto de atos alimentares (*Food Facts*), ou a atividade de elaboração dos processos mais eficazes para tornar correta e agradável a ação de experimentar uma substância comestível em um determinado contexto,

ambiente ou circunstância de consumo. O *Food Design* leva em análise as razões pelas quais realizamos um ato alimentar para entender melhor projetá-lo e como atender de maneira adequada a exigência do usuário. O *Food Design* lida com produtos comestíveis, comunicação, embalagens, serviços e lugares relacionados com a venda e consumo de alimentos (ADI, 2014).

De forma complementar, Zampollo (2016, n.p) afirma que o *Food Design* é o "processo de design que leva à inovação em produtos, serviços ou sistemas de alimentação". Além disso, segundo Vogelzang (2008), esta disciplina tende a aprimorar a experiência da alimentação, bem como pode comunicar uma ideologia. Sobretudo, o profissional atuante nesta área do design deve "inovar e dar resposta às necessidades do usuário", método que tem êxito tanto no design quanto na gastronomia (MARTINS, 2010, p. 9).

5.1. A relação do design com a gastronomia

Substancial para a sobrevivência do homem, a alimentação deixou de ser vista apenas pelo seu valor nutricional. Passou, portanto, a ser explorada pelo seu viés cultural e pela sua capacidade de refletir o estilo de vida e a identidade de determinado grupo social, o diferenciando dos demais (MARTINS, 2010). Desta perspectiva, consolida-se um elo importante entre o design e a gastronomia, conforme aponta Catterall (1999):

Tal como o design que quando considerado superficialmente pode ser facilmente entendido mais estilo que conteúdo, o mesmo pode ser dito da alimentação. Uma verdadeira valorização do design abrange um entendimento da sua história, da sua capacidade de alterar a configuração do mundo e o modo como interagimos com ele, do progresso tecnológico e das conquistas criativas, da compreensão de nós mesmos e do ambiente. A alimentação representa quem somos, a nossa cultura e sociedade; alimenta os sentidos e as emoções; cria laços e mostra-nos o nosso lugar no mundo em relação às outras pessoas (CATTERALL, 1999, p. 33).

Historicamente, o design sempre contribuiu para a gastronomia, através da criação de utensílios ou artefatos de comunicação. Por outro lado, ele foi responsável pelo projeto de alimentos propriamente ditos, estes definidos por Parreira (2013, p. 117) como "pontuais e inconsequentes", tendo como exemplo a massa Marille criada por Giorgetto Giugiaro, já citada neste estudo. Giugiaro (em entrevista para Bernasconi, 2012) defende que, para projetos como

esse, a forma é essencial, sendo muito importante pensar na funcionalidade do alimento no prato. Em contrapartida, de acordo com Parreira (2013, p. 117), "os alimentos são aceitos no cotidiano após uma sedimentação cultural de várias gerações", logo não devem ser impostos e ter seu foco apenas na representação formal.

O dinamismo e a complexidade do mundo atual, entretanto, fazem com que o design amplie seu foco projetual e evolua seu propósito, inicialmente centrado no projeto de produtos propriamente ditos, na direção de uma perspectiva sistêmica a qual, segundo Krucken (2009, p. 44), "caracteriza e estimula a atuação do design na contemporaneidade". Assim, ainda segundo a autora, "o principal desafio do design atualmente é desenvolver ou suportar o desenvolvimento de soluções para questões de alta complexidade, que exigem uma visão abrangente do projeto, envolvendo produtos, serviços e comunicação de forma conjunta e sustentável". Considerando a conjuntura da gastronomia e da alimentação, Parreira (2013) considera que:

Os desenvolvimentos, tendências e inovação na alimentação fazem do design um parceiro conveniente em grandes linhas programáticas como o ativismo social, os 'alimentos inteligentes' ou as soluções futuras baseadas em previsões demográficas, de padrões de consumo ou de capacidade de resposta da indústria alimentar (PARREIRA, 2013, p.117).

Importante princípio do movimento *Slow Food*, a "abordagem multidisciplinar em relação à comida" (IRVING E CERIANI, 2013, p. 5) surge como um fator que legitima a participação do design frente às circunstâncias envolvidas. Esta relação, por sua vez, se estabelece justamente pelo viés do ativismo social, oportunizando ao design a ampliação do diálogo e o estudo dos conceitos que naturalmente se relacionam.

5.2. A contribuição do design para o *Slow Food*

Considerando o contexto apresentado, é possível elucidar a relação direta do design com o movimento *Slow Food*, encontro o qual, porém, não é recente. Em 6 de Outubro de 2006, o *Slow Food* Itália em colaboração com três instituições educacionais italianas organizou o seminário "Slow + Design", onde discutiram a "abordagem lenta da economia distribuída e a sensorialidade sustentável". Este evento buscou compreender o que se pode aprender com o modelo slow e como o design pode contribuir com o mesmo, seja dentro ou fora do mundo alimentar (*SLOW FOOD*, 2013).

Segundo o manifesto do seminário, uma "abordagem lenta" pode parecer simples, porém, nos dias atuais, a afirmação de que não é possível produzir e apreciar a

qualidade se não houver algum tipo de desaceleração, tende a ser revolucionária. Além disso, essa "abordagem lenta" pode significar o cultivo de qualidade e a obtenção de resultados concretos, como a ligação entre produtos e produtores aos seus locais de produção e aos consumidores finais que, ao participarem da cadeia de produção, tornam-se coprodutores (CAPATTI *et al*, 2006). É possível, portanto, trazer à discussão o conceito de design voltado para a valorização do território, evidenciando as capacidades destes profissionais inseridos neste cenário. Conceitualmente, o uso do design nesse contexto significa "planejar ações que valorizem conjuntamente o capital territorial e o capital social, em uma perspectiva duradoura e sustentável em longo prazo" (KRUCKEN, 2009, p. 49). A inovação, por sua vez, é viabilizada pela união dos atores de uma comunidade local, como promovido pelo *Slow Food* e tem seu processo facilitado pelo design, que representa um importante coadjuvante no desenvolvimento econômico e sociocultural do território (KRUCKEN, 2009). Logo, nesse contexto, "as competências técnicas de design transformam-se em plataforma transdisciplinar que sustenta a convergência dos especialistas e dos demais atores que integram essa produtiva rede de colaboração" (FRANZATO, 2017, p. 102).

O encontro desses dois temas tende a gerar contribuições mútuas ao passo que "a abordagem lenta pode abrir novas oportunidades de design, enquanto o design pode trazer ferramentas conceituais e operacionais úteis para a abordagem lenta" (CAPATTI *et al*, 2006, p.3). No entanto, nesta mesma perspectiva, é necessário considerar o risco de que essa relação do design com os alimentos limite-se à superficialidade das experiências alimentares e à espetacularização de um rico patrimônio histórico de técnicas, sabores, lugares e costumes sociais (CAPATTI *et al*, 2006). Em resumo:

O risco é que a reunião de design com alimentos possa se desenvolver na direção oposta ao que a experiência do *Slow Food*, se interpretada corretamente, está propondo. Ao mesmo tempo, correremos o risco de perder a possibilidade de usar as lições fundamentais que *Slow Food* nos ensinou em outros campos de instrução, ou seja, o que chamamos de abordagem lenta (CAPATTI *et al*, 2006, p.3).

Por fim, o manifesto do seminário "*Slow + Design*" abre a perspectiva de um "novo design", ou seja, um projeto que "adota uma visão sistêmica, que analisa a complexidade das redes sociais, desenvolve uma capacidade de audição e inter-relações com a criatividade e o empreendedorismo" (CAPATTI *et al*, 2006, p.2). Como

consequência, surge uma oportunidade de debate para elucidar os potenciais deste "novo design", bem como o mesmo pode orientar as transformações no modo de vida das pessoas e nas produções sustentáveis.

5.2.1. O design e a inovação social

Outrora ligado diretamente à concepção de produtos e serviços, o design, atualmente, visa estabelecer sua capacidade de promover o desenvolvimento social. Para Del Gaudio (2014, p.34), além de contribuir para a resolução de problemas sociais apresentados e constituir uma sociedade mais sustentável, esse movimento busca também manifestar que, "a estratégia de Design e as experiências criativas participativas e colaborativas" têm potencial para colaborar nesse processo. Constituem-se, desse modo, conceitos de um "Design com e não de Design para" (DEL GAUDIO, 2014, p.34) e do "design para o desenvolvimento" (BEST, 2012, p.17), aonde o design, segundo a autora, tem papel importante na forma como "vivemos, consumimos e funcionamos".

Analisando o contexto apresentado, portanto, constitui-se a perspectiva sistêmica do projeto de design e evidencia-se a importância do profissional dessa área. Identifica-se, com isso, o conceito da inovação social sistêmica onde os designers, segundo Manzini (2004, p.24), devem atuar como "facilitadores do processo de inovação". Ou seja, ainda que não atuem diretamente na realização do projeto, os designers têm papel fundamental na impulsão da inovação, apoiando a colaboração dos atores para a busca de um objetivo comum. Esses profissionais, por sua vez, devem ambicionar novas capacidades para além da criatividade, da capacidade de comunicação e do engajamento com a sustentabilidade, estas notáveis e já estabelecidas.

Adotar uma perspectiva ampla do projeto implica desenvolver competências relacionadas com a interlocução, a análise simbólica, a escuta e a ação em diferentes contextos, com a integração de conhecimentos de diversas áreas e o desenvolvimento de relações transversais na sociedade (KRUCKEN, 2009, p. 45).

O movimento *Slow Food*, à medida que engloba pessoas e suas inúmeras relações com os alimentos e com o ambiente, apresenta um contexto relevante para que essa contribuição do design seja efetiva. A busca por um alimento "bom, limpo e justo", ideologia central do movimento, nos esclarece em que frentes o *Slow Food* atua e de que formas busca consolidar-se como um ponto de oposição diante das conjunturas já discutidas. Ao desmembrar esse conceito, dentro do termo "Bom", Petrini (2015, p.38) ressalta a "atenção à qualidade organoléptica, ao prazer

(pessoal ou partilhado, convivial), ao gosto compreendido também em termos culturais". Em relação ao vocábulo "Limpo", o mesmo autor aponta a relevância da sustentabilidade e da durabilidade de todos os processos, desde a sementeira que respeita a biodiversidade, até a distribuição ao consumidor final, a qual requer escolhas eficientes e que não gerem desperdícios. Por fim, em relação ao termo "Justo", Petrini (2015, p.38) acredita nas relações sem explorações, com remunerações suficientes aos trabalhadores do campo e, da mesma forma, com respeito aos recursos financeiros de quem compra, valorizando "a equidade, a solidariedade, a doação e o compartilhamento". Os aspectos apresentados, por sua vez, norteiam debates importantes na área do design e estabelecem relações diretas com a gastronomia.

As discussões acerca da sustentabilidade, por sua vez, estão cada vez mais presentes no contexto atuante do design. Apesar de considerar, de uma forma geral, o design como "parte do problema", Manzini (2008, p. 15) também adota uma visão que os designers podem de fato participar na resolução do problema, tendo em vista que, por essência, a razão de ser do design é melhorar a qualidade do mundo.

Nessa perspectiva, os designers podem ser parte da solução, justamente por serem atores sociais que, mais do que quaisquer outros, lidam com as interações cotidianas dos seres humanos com seus artefatos. São precisamente tais interações, junto com as expectativas de bem-estar a elas associadas, que devem necessariamente mudar durante a transição rumo à sustentabilidade (MANZINI, 2008, p. 16).

Contudo, a sustentabilidade, segundo Manzini (2008, p. 19), requer uma "descontinuidade sistêmica, ou seja, que se parta de uma sociedade que considera normal o "crescimento contínuo dos seus níveis de produção e consumo material" para uma que se desenvolva reduzindo estes níveis e melhore a qualidade de todo ambiente social e físico. De forma concisa, o autor acredita que para ser sustentável, "um sistema de produção, uso e consumo tem que ir ao encontro das demandas da sociedade por produtos e serviços sem perturbar os ciclos naturais e sem empobrecer o capital natural" (MANZINI, 2008, p.23). Essa reflexão engloba uma das principais causas do movimento *Slow Food*, que os alimentos sejam produzidos com "baixo impacto ambiental e respeitando o bem-estar animal" (*SLOW FOOD*, 2016). É reconhecível que, atualmente, os métodos mais comuns de produção de alimentos – como o plantio de espécies transgênicas e

a utilização de agrotóxicos – são prejudiciais à terra e aos consumidores, ficando evidente uma "agressão contra o gosto, biodiversidade, saúde dos seres humanos e animais, bem-estar e natureza" (IRVING E CERIANI, 2013, p.8).

Paralelamente a isso, há uma importante relação da sustentabilidade com o modo de vida das pessoas, principalmente o que se refere ao bem-estar. Manzini (2008) questiona o conceito já estabelecido do bem-estar baseado no produto, ou seja, o prazer das pessoas diretamente ligado à possibilidade de comprar cada vez mais artefatos. Em um contexto geral, o mesmo autor apresenta as tentativas de romper este ciclo de produção e consumo constante. Em um primeiro momento, tentou-se aumentar a eficiência ambiental dos produtos o que, no entanto, ocasionou um efeito *boomerang*, e esses produtos ecoeficientes tornaram-se atrativos, aumentando sua demanda e seu consumo. A segunda tentativa de quebrar esse ciclo, foi chamado pelo autor como o "bem-estar vinculado ao acesso." Entretanto, a disposição de serviços e experiências, embora promissora, requeria grandes demandas de estruturas materiais que, no fim, acabavam somando-se aos produtos já existentes, e não os substituíam (MANZINI, 2008).

Diante dos resultados negativos e da projeção da insustentabilidade, Manzini (2008) propõe uma nova abordagem do "bem-estar ativo e relacionado ao contexto" e apresenta três hipóteses para fundamentar esse novo conceito: (1) a crise dos bens-comuns, (2) o desaparecimento do tempo lento e contemplativo e (3) a difusão dos bens remediadores. Ao propormos uma relação destes assuntos com o movimento *Slow Food*, entretanto, é necessário dar um enfoque na segunda hipótese, que trata justamente do vínculo entre o tempo e as atividades humanas.

Em concordância com Manzini (2008, p. 48) "o tempo lento não é apenas o tempo no qual fazemos algo lentamente, mas também aquele no qual produzimos e/ou apreciamos profundas qualidades". Com isso, há uma percepção por parte das pessoas que produzir e apreciar qualidades proporciona a elas uma ideia diferente de eficiência, pela disponibilidade do tempo necessário para realizar as atividades, bem como por constatar o alto grau de qualidade de produtos ou experiências a partir do desenvolvimento da sensibilidade e do conhecimento requerido. Historicamente importante na vida cotidiana, o tempo lento e contemplativo, nos tempos atuais, está desaparecendo devido a dois fenômenos complementares: a saturação e a aceleração, os quais têm interferido diretamente na relação das pessoas com os alimentos. Como já visto nesse estudo, a alimentação tem se tornado coadjuvante das

rotinas aceleradas e, como consequência, as pessoas tem se afastado da mesa e os valores culturais e simbólicos dos alimentos estão sendo encobertos pelas refeições rápidas e industrializadas. Nesse contexto, constata-se que "a lentidão e o tempo lento não são valores em si, mas consequências da busca por algo que estamos perdendo na atual época do tempo veloz" (MANZINI, 2008, p. 49).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o propósito de contextualizar a relação do design com a alimentação, foi possível observar vínculos estabelecidos historicamente entre ambos. A título de exemplo, destaca-se a importância do design no desenvolvimento de embalagens e na criação de utensílios de cozinha, ações determinantes para o estabelecimento da afinidade da gastronomia com o design. Entretanto, observou-se também que determinadas perspectivas de atuação do designer neste cenário permanecem inertes ou com discussões extremamente recentes.

A fim de sustentar essas relações, buscou-se evidenciar, de forma primordial, a situação atual da gastronomia. A pesquisa, por sua vez, revelou um contexto onde a alimentação, antes vista como uma prática essencial para a rotina das pessoas, passou a basear-se em refeições rápidas e no consumo abundante de produtos industrializados, além de ter perdido seu valor simbólico. As consequências deste fenômeno refletem diretamente nos aspectos econômicos, sociais e culturais da sociedade. De forma mais agravante, entretanto, revelou-se um impacto na saúde das pessoas, legitimado pelo aumento das estatísticas de doenças relacionadas à má alimentação. Contudo, a partir deste estudo, também foi possível estabelecer a importância de movimentos como o *Slow Food*, organização mundialmente atuante, principalmente, na defesa da biodiversidade e na proposta de uma alimentação saudável baseada em insumos limpos que constituam uma cadeia produtiva justa para todos.

Partindo desse cenário, foi possível identificar que o conceito da inovação social sistêmica, onde o designer tem o papel de facilitador de processo de inovação, apresentou-se como uma forma em potencial para colaborar na atuação do movimento *Slow Food*. Diante disso, também foi possível identificar a importância do conceito da sustentabilidade e suas diferentes implicações na atuação do profissional de design. Dessa forma, a utilização de ferramentas criativas para o desenvolvimento de um ambiente de colaboração e empreendedorismo sustentável manifestou-se como um método para concretizar a concepção de designers socialmente responsáveis. Todavia,

constatou-se também uma contribuição mútua nessa relação, ao passo que se identificou um panorama de aprendizado por parte do design diante da "abordagem lenta" proposta pelo movimento *Slow Food*.

Com isso, ao fim da pesquisa, foi possível evidenciar possibilidades de aprofundamento no estudo das relações do design com a gastronomia e, de forma específica, com os aspectos sociais e culturais envolvidos. Estas relações, por sua vez, tendem a gerar pesquisas mais amplas, que apresentem diferentes ferramentas e fortaleçam o vínculo, de potencial reconhecido, entre essas disciplinas.

REFERÊNCIAS

- ADI – Associazione per il Disegno Industriale. **Food Design Manifesto**. Disponível em: <<https://bit.ly/3i9fmzB>>. Acesso em: 26 jul. 2017.
- AKIYOSHI, R. Y. **Design de triggers emocionais para experiências gastronômicas**. Porto Alegre: UNISINOS, 2012. Dissertação (Mestrado em Design) Unidade Acadêmica de Pós-Graduação, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 2012.
- BERNASCONI, S. **Quanto tempo mi costò progettare le Marille**. La Repubblica. Disponível em: <<https://bit.ly/2VsHCU3>>. Acesso em: 20 ago. 2017.
- BEST, K. **Fundamentos de gestão do design**. Tradução de André de Godoy Vieira. Porto Alegre: Bookman, 2012.
- BRIZZIO, P. **Food for Thought: Can Design in Food Reach New Potentials?** The Huffington Post. Disponível em: <<https://bit.ly/2VsMOqV>>. Acesso em: 25 fev. 2018.
- CAPATTI, A. *et al.* **Slow + Design. Manifesto + Abstracts**. Disponível em: <<https://bit.ly/38a15hm>>. Acesso em: 10 jan. 2018.
- CASARIN, H. C. S.; CASARIN, S. J. **Pesquisa científica: da teoria à prática**. Curitiba: InterSaberes, 2012.
- CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 8 ed. Tradução de Roneide Venancio Majer. São Paulo: Paz e Terra, 2005.
- CATTERALL, C. **Food: design and culture**. Londres: Laurence King Publishing, 1999.
- DEL GAUDIO, C. **Design Participativo e Inovação Social: a influência dos fatores contextuais**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 2014. Tese (Doutorado em Design) Programa de Pós-Graduação em Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, 2014.
- EAE Business School. **Fast food consumption in Spain will rise by 50% over the next five years**. Disponível em: <<https://bit.ly/2Abqs5U>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

FRANZATO, Carlo; Redes de projeto: formas de organização do design contemporâneo em direção à sustentabilidade, p. 99-110. In: OLIVEIRA, A. J. de; FRANZATO, C.; GAUDIO, C. D. (orgs.). **Ecovisões projetuais**: pesquisas em design e sustentabilidade no Brasil. São Paulo: Blucher, 2017.

GARCIA, Rosa Wanda Diez. Reflexos da globalização na cultura alimentar: considerações sobre as mudanças na alimentação urbana. **Revista de Nutrição**, v.16, n.4, p. 483-492, 2003.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4 ed. São Paulo: Atlas, 2002.

IRVING, J.; CERIANI, S. **Manual do Slow Food**. Disponível em: <<https://bit.ly/3dGwJ7i>>. Acesso em: 15 set. 2017.

ITALDESIGN. **Project Marille**. Disponível em: <<https://bit.ly/3dHoB6C>>. Acesso em: 19 set. 2017.

JACOBS, A.; RICHTEL, M. **Como a Grande Indústria viciou o Brasil em Junk Food**. The New York Times. Disponível em: <<https://nyti.ms/2Vtbfoe>>. Acesso em: 20 fev. 2018.

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

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

MANZINI, E. Lifecycle assessments & sustainability systems, p. 24-25. In: MACDONALD, S. (org.) **Design issues in Europe today**. Barcelona: BEDA, 2004.

MARTELLOTTA, M. **Marille, la pasta firmata Giugiaro**. Disponível em: <<https://bit.ly/3dGd3AB>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

MARTINS, C. S. C. **Food Design como cultura. como criatividade. como prazer**. Porto: Universidade do Porto, 2010. Dissertação (Mestrado em Design Industrial) Faculdade de Engenharia, Escola Superior de Artes e Design, Universidade do Porto, 2010.

MONTANARI, M. **Comida como cultura**. Tradução de Letícia Martins de Andrade. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008.

PARREIRA, S. I. M. Alimentação, Comida e Design. In: **Design, Crise e Depois**. Lisboa: Universidade de Lisboa, Faculdade de Belas Artes, p. 116-121, 2013.

PARREIRA, S. I. M. **Design-en-place**: processo de design e processo criativo na alta cozinha. Lisboa: Universidade de Lisboa, 2014. Tese (Doutorado em Belas-Artes, Especialidade em Design de Comunicação)

Faculdade de Belas-Artes, Universidade de Lisboa, 2014.

PETRINI, C. **Comida e liberdade**: Slow Food – histórias de gastronomia para a libertação. Tradução de Renata Lucia Bottini. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2015.

PROENÇA, R. P. C. Alimentação e globalização: algumas reflexões. **Ciência e Cultura**, v. 62, n. 4, p. 43-47, 2010.

SLOW FOOD (Brasil). **Sobre Nós**. Disponível em: <<https://bit.ly/2VtFIT5>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

SLOW FOOD. **Rede de Associados**. Disponível em: <<https://bit.ly/3icMw16>>. Acesso em: 23 jul. 2017.

SLOW FOOD. **Slow + Design**. Disponível em: <<https://bit.ly/3dIM4nM>>. Acesso em: 25 fev. 2018.

SPD - SCUOLA POLITECNICA DI DESIGN. **Master Program in Food Design and Innovation**. Disponível em: <<https://bit.ly/31rFzDw>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

VOGELZANG, M. **Eat Love**. Amsterdam: Bis Publishers, 2008.

ZAMPOLLO, F. **What is Food Design? The complete overview of all Food Design sub-disciplines and how they merge**. Disponível em: <<https://bit.ly/3dl5n0J>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7424-9122>

ÉDIPO JUNIOR BERTUOL | Centro Universitário da Serra Gaúcha
| Curso: Especialização em Gestão do Design e Inovação |
Caxias do Sul, RS, Brasil. | Correspondência para: R. João
Buratti, 374 - B. Rio Branco - Caxias do Sul - RS - Cep:
95.099-250 | e-mail: edipobertuol@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6554-3717>

LUIZ ARMANDO CAPRA FILHO, M.Sc. | Professor mestre em
Memória Social e Bens Culturais | Unilasalle - Mestrado
em Memória Social e Bens Culturais | Canoas, RS, Brasil.
|Correspondência para: Av. Panamericana, 150 / 237 -
Porto Alegre - RS - Cep: 91.050-000 | e-mail: la_capra@
hotmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

BERTUOL, Édipo Junior; FILHO, Luiz Armando
Capra. As Interações entre Design e Gastronomia
Contextualizadas através do Movimento Slow Food.
**MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 73-84, ago.
2020.** 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.MIX2020.v6.n4.73-84>.

DATA DE ENVIO: 10/12/2019

DATA DE ACEITE: 01/07/2020

REÚSO DE EFLUENTES DE ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ESGOTO NO BENEFICIAMENTO DE CONCRETO

SEWAGE TREATMENT PLANT EFFLUENT REUSE IN CONCRETE MIXING

LUIS CARLOS SOARES DA SILVA JUNIOR, M.Sc. | UFRJ

MARCELO OBRACZKA, Dr. | UERJ

RESUMO

O presente artigo visa contribuir para a implementação do reúso de águas servidas e conseqüentemente para uma gestão mais sustentável dos recursos hídricos em áreas urbanas. Para isso são apresentados dados de pesquisas acadêmicas e aplicações práticas voltadas para o reaproveitamento de resíduos e efluentes em usos não potáveis, no caso na produção de concreto. São ainda compilados e comparados dados de parâmetros de qualidade requeridos por marcos normativos nacionais e internacionais, bem como as características recomendadas para o reúso de águas servidas como água de amassamento, utilizando como estudo de caso os efluentes da estação de tratamento de esgotos - ETE Alegria e as demandas de quatro centrais dosadoras de concreto - CDCs situadas no seu entorno. Constatou-se a conformidade dos efluentes tratados em relação dos parâmetros de qualidade avaliados bem como a disponibilidade de águas de reúso para atendimento com folgas das demandas das CDCs abrangidas.

PALAVRAS CHAVE: Esgoto; reúso; concreto

ABSTRACT

This article aims to contribute to the implementation of wastewater reuse and consequently to a more sustainable water resources management in urban areas. For this purpose, data from academic research and practical applications for the reuse of wastewater treatment effluents in non-potable uses, in the case of concrete production, are presented. Quality parameters data required by national and international regulatory frameworks are also compiled and compared, as well as the recommended characteristics for the reuse of wastewater as kneading water, using as a case study the effluents from the wastewater treatment plant Alegria and the demands of four concrete batchers plants (CDCs) in its surroundings. It was verified the compliance of treated effluents regarding the evaluated quality parameters as well as the availability of reuse water to meet the requirements of the CDCs covered.

KEY WORDS: Wastewater; reuse; concrete mixing



1. INTRODUÇÃO

O crescente consumo de recursos naturais devido ao aumento das demandas da população do planeta vem alterando as dinâmicas da natureza. Tais alterações trazem danos ao estilo de vida da sociedade atual, trazendo a luz discussões sobre modelos de desenvolvimento mais sustentáveis (VEZZOLI; KOHTALA; SRINIVASA, 2018).

Veja-Azmar et al. (2013) sustentam que o modelo de sustentabilidade das cidades tornou-se uma consideração estratégica para o desenvolvimento da sociedade moderna, sendo que um importante aspecto desse conceito remete a influência da intensidade da ocupação e das atividades humanas no consumo de recursos naturais e a geração de resíduos a ele associado.

Segundo Teixeira e César (2005), com base em modelos mais sustentáveis como o de Ecologia Industrial, a preservação do meio ambiente depende da menor interferência possível, retirando o mínimo possível de recursos naturais e repondo o mínimo ou mesmo nenhum resíduo, devendo-se elevar ao máximo das possibilidades, o uso dos recursos materiais e energéticos disponíveis dentro dos ciclos de produção e consumo. O que é considerado resíduo em um processo produtivo deve ser aproveitado como insumo em outro processo, formando, assim, um circuito fechado de aproveitamento de insumos e fazendo com que a quantidade de matéria que transita na biosfera se mantenha constante (TEIXEIRA, 2005).

Além da correta destinação de resíduos, o reaproveitamento proporciona uma redução no ritmo atual de extração de recursos naturais, se apresentando como uma importante estratégia de crescimento mais sustentável, ao reduzir tanto os custos como eventuais danos pela disposição final inadequada desses resíduos.

Diversos materiais que outrora eram considerados resíduos de processos produtivos vêm sendo reaproveitados e utilizados como insumos na fabricação de outros produtos, como no caso da produção e beneficiamento do concreto.

Di Domenico et al. (2018) analisaram a utilização de Resíduos da Construção e Demolição – RCD como agregado miúdo em concreto estrutural e atestaram sua viabilidade técnica. Santos, Araújo e Ayres (2019) sustentam que o reaproveitamento de RCD em pavimentações apresenta economia na obra, além de benefícios ao meio ambiente devido à correta destinação desses rejeitos.

Além de RCD, vários outros resíduos também são alvos de investigação para uso como agregado no concreto. Há aplicações de rejeitos da mineração, como a adição de minério de ferro itabirítico (FERREIRA et al., 2016); agrícolas, como bagaço de cana-de-açúcar (SAMPAIO;

SOUZA; GOUVEIA, 2014); industrial, como rejeito da indústria de papel, o metacaulim de alta reatividade (SOUZA et al., 2015).

Paralelamente à viabilidade técnica e econômica relatada, o emprego de tais rejeitos de processos produtivos proporcionou outros benefícios em relação ao uso de materiais convencionais. As principais características positivas mencionadas em estudos foram: aumento da resistência à compressão, diminuição do tempo de pega, redução da permeabilidade e acréscimo do módulo de elasticidade do concreto (ASADOLLAHFARDI et al., 2016a; DI DOMENICO et al., 2018; FERREIRA et al., 2016; SAMPAIO; SOUZA; GOUVEIA, 2014; SOUZA et al., 2015; TORRES; DANTAS, 2019).

Uma fonte pouco explorada de resíduos potencialmente valiosos para reaproveitamento é a indústria do saneamento, em especial as Estações de Tratamento de Esgoto – ETE.

Como exemplo, Silva, Poague e Nunes (2018) comprovaram a viabilidade econômica através de modelagem de fluxo de caixa do reaproveitamento da areia retida no tratamento preliminar da ETE Onça, MG para destinação à construção civil, após os devidos processos de lavagem, secagem, controle de odor e higienização. Filho, Costa e Filho (2019) também constataram a viabilidade do reaproveitamento do lodo de lagoas de estabilização para a dosagem de concreto de baixa resistência.

No caso específico da água, insumo cada vez mais escasso e custoso, sua substituição através do reaproveitamento de águas servidas vem sendo efetivada de maneira crescente para diversas tipologias de aplicação (GIORDANO, 2016).

Se referindo à fração líquida dos resíduos de ETEs, Giordano (2016) sustenta que as águas de reúso podem ser empregadas em diversas aplicações potáveis e não potáveis. Entre as não potáveis cita: lavanderias, caldeiras, torres de resfriamento, funcionamento de sistemas sanitários, irrigação de áreas verdes e campos de golfe, paisagismo, reúso para manutenção de cursos de água, aquicultura, recarga de aquíferos, lavagem de veículos, umectação de pilhas de minérios e vias de tráfego, combate a incêndios, além de diversos processos do setor corporativo, como indústrias de papel e têxtil.

Ghrai e Al-Mashaqbeh (2016) sugerem que os efluentes de tratamento secundário também são uma alternativa à água potável na indústria de concreto.

No caso da mistura do concreto, não é imprescindível o uso de água potável, pois as exigências e características requeridas para o amassamento do concreto são distintas dos parâmetros exigidos para águas

visando dessedentação e emprego doméstico (MEHTA; MONTEIRO, 2014; OBRACZKA et al., 2019; REDDY BABU; MADHUSUDANA REDDY; VENKATA RAMANA, 2018).

Essas e outras inúmeras experiências exitosas relatadas de reúso de efluentes domésticos tratados nas etapas de produção de concreto levantam naturalmente a hipótese da viabilidade técnica, econômica e normativa para emprego dessa tipologia de reúso industrial em um cenário mais próximo, no presente caso na realidade do município do RJ.

O presente trabalho visa contribuir para a implementação do reúso de águas servidas como uma alternativa sustentável de gestão de recursos hídricos no RJ. Como objetivos específicos almeja realizar uma compilação de parâmetros de qualidade requeridos pela legislação pertinente, bem como as características recomendadas para o reúso de águas servidas na indústria de beneficiamento do concreto e avaliar o impacto ambiental gerado pelo reúso. A pesquisa se baseia em experiências consolidadas através de estudos acadêmicos e de aplicações práticas.

Através de um estudo de caso, pretende-se validar tal aplicação realizando uma análise comparativa entre os requisitos e recomendações normativas e técnicas quanto à água de amassamento, quando comparados com os parâmetros disponíveis de controle e monitoramento de uma ETE (Alegria), a maior em operação no estado do RJ, situada no bairro do Caju e operada pela CEDAE.

Objetiva-se dessa forma contribuir para a construção de um arcabouço técnico e científico, que possa respaldar e fornecer subsídios a futuras utilizações de águas de reúso provenientes de estações de tratamento de esgotos na indústria de beneficiamento de concreto.

2. ÁGUAS DE REÚSO NO CONCRETO

Foram levantados diversos estudos acadêmicos nas principais bases científicas, notadamente, *Google Acadêmico*, *Scopus*, *Web of Science* e Portal de Periódicos CAPES. Buscou-se por dados referentes ao impacto de águas de reúso nas características do concreto, avaliando sua produção, tanto no Brasil como no exterior.

O nível de tratamento ao qual o efluente foi submetido é fundamental para a qualidade do concreto produzido. À medida que o nível de tratamento ou polimento do efluente aumenta, melhoram as características do concreto. (AL-GHUSAIN; TERRO, 2003).

Embora a água de reúso seja uma alternativa, é necessário adotar cautela quanto às questões normativas da água servida. Isso se deve ao potencial de dano a estruturas de concreto armado, em especial, por corrosão e ataque de sulfatos (AL-JABRI et al., 2011).

Em Centrais Dosadoras de Concreto – CDCs, o reúso de efluentes de ETEs pode se configurar como alternativa viável para as diversas demandas com emprego de água não potável, desde as operações de lavagem de pátios, equipamentos e caminhões até mesmo sua utilização como água de amassamento (ZAHNER FILHO, 2014).

Kucche, Jamkar e Sadgir (2015) concluem que, dentro de limites de tolerância aceitáveis, é possível usar água não potável para dosagem de concreto.

Tsimas e Zervaki (2011), reforçados por Torres e Dantas (2019), afirmam inclusive que o reúso de efluentes provenientes de estações de tratamento de esgoto na confecção de concreto proporcionou maior resistência à compressão, potencialmente devido à presença de sólidos suspensos que podem melhorar o fator de empacotamento do concreto.

Asadollahfardi et al. (2016) indicam que o uso de efluente doméstico tratado antes da cloração não afeta substancialmente as propriedades do concreto, além de satisfazer normas americanas para produção e cura.

Entre outros aspectos positivos que encorajam essa prática e tipologia de reúso esses trabalhos relatam resultados favoráveis em termos de trabalhabilidade e resistência do concreto. Em alguns casos, foi até mesmo possível obter ganho de resistência em relação à água de amassamento convencional, tendo o efluente secundário de ETE's como insumo nessa produção (TORRES; DANTAS, 2019).

O experimento de Gonçalves et al. (2019) envolvendo a elaboração de concreto com emprego de água de reúso proveniente de uma ETE composta por lagoas de estabilização, sem qualquer polimento - não houve praticamente nenhuma diferença quanto aos aspectos de resistência e trabalhabilidade em relação ao amassamento com água potável.

Assim como no caso do reaproveitamento de rejeitos como agregados, a proposta de reúso de efluentes sanitários para emprego no beneficiamento de concreto apresenta-se como uma alternativa exequível, em comparação à água potável (SAXENA; TEMBHURKAR, 2018; TONETTI et al., 2019).

3. ASPECTOS NORMATIVOS

Para conhecimento dos parâmetros exigidos para a água de amassamento foram levantadas informações quanto à algumas regulamentações e normatizações nacionais e internacionais vigentes.

A Norma Brasileira – NBR 15900 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2009) especifica requisitos para água de preparo de concreto, indicando que o efluente proveniente do esgoto tratado não é adequado

como água de amassamento. No entanto, a mesma norma prevê o reúso de águas provenientes de estações de tratamento de esgoto, condicionado a aplicações específicas. A qualidade deve ser baseada em acordo entre o fornecedor de água e o responsável pela preparação do concreto, desde que a mesma atenda também aos requisitos gerais da referida norma.

A Tabela 1 apresenta uma compilação dos limites para parâmetros apresentados na NBR 15900 bem como de normas internacionais que dispõem sobre o tema: as americanas (*American Concrete Institute – ACI e American Society for Testing Materials – ASTM*); a australiana (*Australian Standards – AS*); a europeia (*British Standards European Standard – BS EN*); e a indiana (*Indian Standards – IS*).

Norma	NBR 15900	IS 3025 * IS 456 **	AS 1379	ASTM C94 *** ASTM 1602M ****	EN 1008
País/Região	Brasil	Índia	Austrália	Estados Unidos	Europa
pH	>5	>6 **	>5	-	>4
Sulfatos	<2.000	400 *	< 500	< 3.000 ****	< 2.000
Fosfatos	<100	-	-	-	-
Nitratos	<500	-	-	-	-
Chumbo	<100	-	-	-	-
Zinco	<100	-	-	-	-
Sólidos em suspensão totais	-	<2.000 *	-	< 50.000 ***	< 100
Cloretos	< 1.000	< 2.000 * < 500 **	< 800	< 1.000 ****	< 1.000

Notas 1: Todos os limites foram considerados para confecção de concreto armado
Nota 2: Todos os valores são expressos em mg/l, exceto o pH, que é adimensional.

Tabela 1 - Comparação dos parâmetros e limites da legislação e normatização
Fonte: Autores

4. ESTUDO DE CASO: ETE ALEGRIA

Com base nos dados e limites levantados foi possível realizar uma comparação com os parâmetros de monitoramento dos efluentes tratados e de águas de reúso, provenientes da estação de tratamento de esgotos domésticos – ETE Alegria, a maior planta do Estado do RJ, operada pela Companhia Estadual de Água e Esgoto (CEDAE).

Situada no bairro do Caju, essa estação atende ao conjunto de bacias do Centro, Mangue e Catumbi; Alegria; Faria-Timbó; e São Cristóvão, possuindo capacidade para tratar 2,5 m³/s de esgoto, embora atualmente trate somente cerca de 1,5 m³/s. A ETE Alegria possui tratamento a nível secundário com a tecnologia de lodos ativados com aeração prolongada o que, de acordo com ANA (2017) e Von Sperling (2014), confere ao seu efluente uma eficiência mínima de 90% na remoção de Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO. Após o tratamento, o efluente é lançado na Baía de Guanabara, estuário que drena maior parte da região metropolitana do Rio de Janeiro (ANA, 2017).

Além do seu porte e comprovada eficiência, essa estação foi adotada como estudo de caso por também dispor de um sistema de produção de água de reúso consolidado. A ETE Alegria forneceu durante alguns anos águas regeneradas a empreiteiras para a realização de obras do

Porto Maravilha (OBRACZKA et al., 2019). Situado a jusante do tratamento secundário, esse sistema de polimento para reúso, dispõe de dois filtros em linha, seguidos de desinfecção por hipoclorito de sódio. A capacidade instalada do sistema é de 720 m³/dia de fornecimento de água de reúso (CEDAE, 2017).

Atualmente inoperante, segundo Obraczka et al. (2019), o sistema de reúso pode proporcionar uma segurança adicional caso haja algum distúrbio no sistema de tratamento convencional (tratamento secundário) e, portanto, dando maiores garantias quanto ao atendimento das demandas de potenciais consumidores de suas águas regeneradas.

Sem a necessidade de maiores investimentos, os efluentes tratados da fase secundária podem ser encaminhados ao sistema de polimento (GHRAIR; AL-MASHAQBEH, 2016). Pode-se depreender, portanto que essa água de reúso venha atingir uma qualidade superior à do efluente secundário da ETE, e dispor de concentrações para os parâmetros de interesse que atendam ainda mais adequadamente as restrições e limites normativos para seu uso no beneficiamento do concreto (AL-GHUSAIN; TERRO, 2003).

Sob a ótica de potenciais consumidores, há várias CDCs nessa mesma região, situadas no entorno da referida ETE (Figura 1). De acordo com os levantamentos iniciais

realizados pela presente pesquisa, bem como baseado nos dados de Zahner Filho (2014), boa parte da demanda de água industrial dessas empresas instaladas na região é atendida atualmente por caminhões pipa.

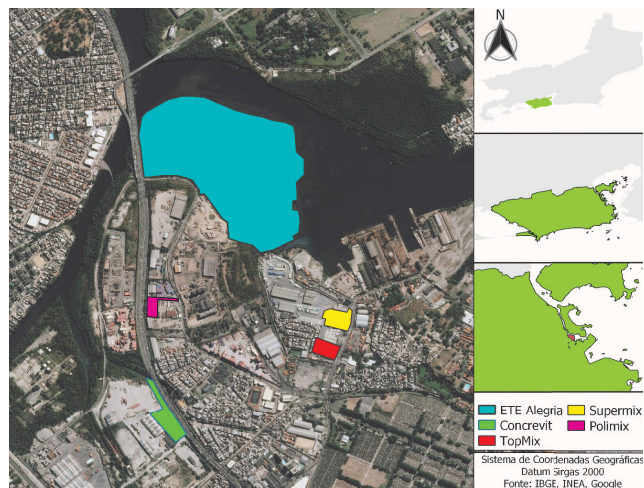


Figura 1 - Localização da ETE Alegria e as CDCs no seu entorno
Fonte: Autores

Os parâmetros e limites requeridos compilados na 2ª etapa da pesquisa foram comparados com os resultados do monitoramento e análise de efluentes tratados da ETE Alegria e a água de reúso comercializada pela CEDAE. A amostragem desses efluentes tratados conta com uma frequência semanal no período de maio de 2016 a maio de 2019. Já o monitoramento da água de reúso ocorreu apenas em 2016 (CEDAE, 2019).

Porém, a disponibilidade de dados e de análises de monitoramento específico quanto à qualidade das águas de reúso no RJ é muito reduzida devido, entre outros motivos, ao grau de insipiência dessa prática de reaproveitamento de efluentes de estações de tratamento de esgoto (SILVA JUNIOR et al., 2019a).

Quando há o monitoramento, o mesmo se concentra em parâmetros de maior interesse do ponto de vista sanitário e da saúde do operador, e não de maior interesse para a indústria de concreto. As análises enfocam parâmetros como turbidez, cloro residual, coliformes totais e *Escherichia coli*, visto que sua destinação principal atualmente é a limpeza de logradouros públicos (OBRACZKA et al., 2019).

Considerando os limites estabelecidos e recomendados para águas de amassamento bem como a partir de dados secundários disponibilizados pela CEDAE, foram adotados e avaliados os seguintes parâmetros: pH, Sulfatos, Fosfatos, Nitratos, Chumbo, Zinco, Sólidos em suspensão totais e Cloretos.

As concentrações limites mais restritivas encontrados na legislação pesquisada para os parâmetros analisados são comparados aos resultados médios das séries dos resultados disponíveis para os efluentes tratados da ETE Alegria (Tabela 2). Na última coluna foram inseridos dados de monitoramento referentes às águas de reúso geradas nessa estação.

Parâmetro	Concentração mais restritiva	Efluente tratado	Água de reúso
pH	>6 (b)	7,4	7,1
Sulfatos	400 (d)	63,6	-
Fosfatos	<100 (a)	4,6	-
Nitratos	<500 (a)	16,7	-
Chumbo	<100 (a)	0,013	< 0,008
Zinco	<100 (a)	0,2	0,16
SST	< 100 (c)	41,4	-
Cloretos	< 500 (b)	259,3	-

Nota 1: (a) NBR 15900 (2009); (b) IS 456 (2000); (c) EN 1008 (2002); (d) IS 3025 (1984).

Nota 2: Concentrações no efluente tratado e na água de reúso referem-se à média dos resultados das análises.

Nota 3: Todos os valores são expressos em mg/l, exceto o pH, que é adimensional.

Tabela 2 – Comparação entre concentrações limite das diretrizes normativas pesquisadas e dados dos efluentes tratados e águas de reúso da ETE Alegria

Fonte: CEDAE, 2019.

Os efluentes são tratados na ETE Alegria a nível secundário, visando atender basicamente a legislação ambiental para descarte no corpo receptor, o Canal do Cunha. Esse canal é parte integrante do sistema estuarino da Baía de Guanabara (RJ) e está localizado na região mais poluída do estuário (ANDRADE; ROSMAN; AZEVEDO, 2019).

Constata-se que os parâmetros de qualidade dos efluentes tratados da ETE Alegria atendem aos limites mais restritivos estabelecidos e recomendados por todas as normas e regulamentações pesquisadas referentes à água para produção de concreto, tanto nacionais quanto internacionais. Portanto, é possível inferir que haja um respaldo técnico/normativo para sua utilização como água de amassamento em concreto.

Nota-se que são monitorados apenas alguns dos parâmetros comuns àqueles requeridos pela normatização referente aos requisitos de qualidade de água para beneficiamento de concreto. Portanto, observa-se a necessidade de realização de análises de qualidade mais específicas. Isso proporcionaria uma maior garantia quanto ao cumprimento dos requerimentos e atendimento dos limites de qualidade da água de amassamento ora levantados.

Sob a ótica de controle da poluição, foram mensurados os impactos ambientais da distribuição de água de reúso sobre o corpo receptor. Considerou-se as eficiências

de remoção esperadas de um sistema de lodos ativados (ANA, 2017; VON SPERLING, 2014) além de supor que toda a demanda das CDCs obtida por Zahner Filho (2014) seja suprida com água de reúso da ETE Alegria.

A redução mensal estimada na carga de poluentes seria de 168 kg de DBO, 122 kg de Nitrogênio e 24 kg de Fósforo, que deixariam de ser lançados no corpo hídrico receptor, ou seja, a Baía de Guanabara. Essa captura de nutrientes através do reúso como água de amassamento representaria, portanto, um benefício para um estuário/ecossistema que já se encontra sob fortes pressões ambientais (ANDRADE; ROSMAN; AZEVEDO, 2019; FRIES et al, 2019).

Considerando os aspectos quantitativos levantados por Zahner Filho (2014) para o consumo mensal de água pelas quatro CDCs no entorno da ETE Alegria, há uma demanda de 6110 m³/mês. Uma vez que a capacidade nominal do sistema de reúso na ETE é de 720 m³/dia, ou seja, cerca de 16,000 m³/mês, considerando somente 22 dias de funcionamento ao mês, o sistema existente seria capaz de atender a cerca de 2,5 vezes a demanda ora identificada.

Isso reitera a viabilidade quantitativa do sistema já existente por atender com folga a demanda atual das CDCs com efluentes tratados e águas de reúso da ETE Alegria. Há ainda a possibilidade de aproveitamento dessas águas regeneradas para emprego em outras finalidades menos nobres nas próprias CDCs, tais como na lavagem de equipamentos, caminhões betoneira, pátios, pisos dentre outras aplicações (OBRACZKA et al., 2019).

O emprego do reúso de efluentes pode representar um aumento na segurança hídrica na respectiva bacia hidrográfica. De acordo com Silva Junior et al. (2019b), isso decorre da diminuição da demanda de água potável não somente por parte das CDCs, como para outras indústrias também não tão exigentes em termos de qualidade de água. Dessa forma, disponibiliza-se mais água potável para usos mais nobres como para a utilização residencial, pública, comercial e mesmo industrial. Reduz-se também a constante necessidade de obras de expansão dos sistemas de abastecimento existentes, muitos já saturados, como é o caso do Sistema Guandu/RJ (CAMPOS, 2018).

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, confirmou-se que o emprego de efluentes sanitários tratados se apresenta como uma alternativa sustentável de gestão de recursos hídricos no Rio de Janeiro. Esse potencial foi comprovado com vistas a sua utilização para a produção de concreto no cenário estudado.

Foram compilados os requisitos de parâmetros de qualidade exigidos em normatizações da Austrália, Brasil, Estados Unidos, Europa e Índia, para água de amassamento de concreto. Verificou-se ainda a viabilidade do reúso de efluentes sanitários tratados, relatada em diversos estudos e pesquisas sobre sua utilização na mistura de concreto.

Além do respaldo normativo constatado, o estudo confirmou que os efluentes da estação de tratamento avaliada, ETE Alegria, atendem os requisitos de parâmetros de qualidade mais rigorosos presentes nas normas pesquisadas, validando essa alternativa de destinação de águas de reúso.

O estudo constatou ainda que, sob o ponto de vista da sustentabilidade ambiental, a implementação de um sistema de reúso na ETE Alegria reduziria significativamente o lançamento de matéria orgânica e nutrientes na Baía de Guanabara. Isso revela, portanto, que a prática de reúso de efluentes sanitários tratados pode efetivamente impactar para a melhoria da qualidade do sistema estuarino da Baía de Guanabara.

Por fim, os dados apresentados reforçam a potencialidade do reúso de efluentes como uma alternativa sustentável, voltada para o uso mais racional dos recursos hídricos disponíveis na respectiva bacia hidrográfica. Além de consolidar a prática de reúso como uma ferramenta estratégica de planejamento e gestão de recursos hídricos e saneamento.

AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001 e do CNPq, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - Brasil. Os autores agradecem ainda os dados referentes a parâmetros de monitoramento da ETE Alegria que foram disponibilizados pela CEDAE.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Atlas Esgotos - Despoluição de bacias hidrográficas. Brasília, 2017.
- AL-GHUSAIN, I.; TERRO, M. J. Use of treated wastewater for concrete mixing in Kuwait. *Kuwait Journal of Science and Engineering*, v. 30, n. 1, p. 213–228, 2003.
- AL-JABRI, K. S.; AL-SAYIDY, A. H.; TAHA, R.; AL-KEMYANI, A. J. Effect of using wastewater on the properties of high strength concrete. *Procedia Engineering*, v. 14, p. 370–376, 2011.
- ANDRADE; V. S.; ROSMAN, P. C. C.; AZEVEDO, J. P. S. Parte II: Uso de modelagem computacional para

- análises tempos característicos e de qualidade da água na Baía de Guanabara. In: Anais do XXIII Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, Foz do Iguaçu. ABRH, 2019.
- ASADOLLAHFARDI, G.; DELNAVAZ, M.; RASHNOIEE, V.; FAZELI, A.; GONABADI, N. Dataset of producing and curing concrete using domestic treated wastewater. *Data in Brief*, v. 6, p. 316–325, 2016. a.
- ASADOLLAHFARDI, G.; DELNAVAZ, M.; RASHNOIEE, V.; GHONABADI, N. Use of treated domestic wastewater before chlorination to produce and cure concrete. *Construction and Building Materials*, v. 105, p. 253–261, 2016. b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR 15900-1 - Água para amassamento do concreto Parte 1: Requisitos, Rio de Janeiro, 2009.
- CAMPOS, A. M. S. Aproveitamento de efluente tratado proveniente da ETE Alegria para reúso em áreas urbanas. 2018. Projeto Final (Graduação em Engenharia Civil), Faculdade de Engenharia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2018.
- CEDAE. Relatório Integrado de Sustentabilidade 2017. Rio de Janeiro. Disponível em: <www.reportsustentabilidade.com.br>.
- CEDAE. Reúso de efluente tratado proveniente de ETE para fins não potáveis na região metropolitana do RJ. In: III MICRO CONGRESSO DA CEDAE 2019, Rio de Janeiro. Rio de Janeiro
- DI DOMENICO, P.; LIMA, T. T.; CASTRO, M. N.; CASTRO, R. M. Influência Do Agregado Miúdo Reciclado Na Resistência À Compressão E Porosidade Do Concreto. *Revista Internacional de Ciências*, v. 8, n. 1, p. 129–147, 2018.
- FERREIRA, K. C.; AGUIAR, M. A. M.; OLIVEIRA, M. F. M.; SILVA, A. Q. N.; PERES, A. E. C. Utilização De Resíduos De Minério De Ferro Como Matéria Prima Para Fabricação De Argamassa. *Holos*, v. 2, p. 77, 2016.
- FILHO, P. A. S.; COSTA, M. S.; FILHO, J. R. M. Utilização do lodo de lagoas de estabilização no traço de concreto de baixa resistência. In: Anais do 30o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2019, Natal. ABES, 2019.
- FRIES, A. S.; COIMBRA J.P.; NEMAZIE D.A.; SUMMERS R.M.; AZEVEDO J.P.S.; FILOSO S. et al. Guanabara Bay ecosystem health report card: Science, management, and governance implications. *Regional Studies in Marine Science*, v. 25, p. 100474, 2019.
- GHRAIR, A. M.; AL-MASHAQBHEH, O. Domestic wastewater reuse in concrete using bench-scale testing and full-scale implementation. *Water (Switzerland)*, v. 8, n. 9, 2016.
- GIORDANO, G. Conservação e reúso de água. Curso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES. Capítulo Nacional da AIDIS, Vitória. ABES, 2016.
- GONÇALVES, A. B. D. et al. Produção de concreto utilizando efluente tratado por lagoas de estabilização na região metropolitana do Cariri (Ceará-Brasil). In: Anais do 30o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2019, Natal. ABES, 2019.
- KUCCHE, K. J.; JAMKAR, S. S.; SADGIR, P. A. Quality of Water for Making Concrete : A Review of Literature. *International Journal of Scientific and Research Publications*, v. 5, n. 1, p. 1–10, 2015.
- MEHTA, P. K.; MONTEIRO, P. J. Concreto Microestrutura, Propriedades e Matérias. IBRACON, 2014.
- OBRACZKA, M.; SILVA, D R.; CAMPOS, A. M. S.; MURICY, B. Reuso de efluentes de tratamento secundário como alternativa de fonte de abastecimento de água no município do Rio de Janeiro. *Sistemas & Gestão*, v. 14, n. 3, p. 291, 2019.
- REDDY BABU, G.; MADHUSUDANA REDDY, B.; VENKATA RAMANA, N. Quality of mixing water in cement concrete: a review. *Materials Today: Proceedings*, v. 5, n. 1, p. 1313–1320, 2018.
- SAMPAIO, Z. L. M.; SOUZA, P. A. B. F.; GOUVEIA, B. G. Análise da influência das cinzas do bagaço de cana-de-açúcar no comportamento mecânico de concretos. *Revista IBRACON de Estruturas e Materiais*, v. 7, n. 4, p. 626–647, 2014.
- SANTOS, J. O.; ARAÚJO, C. B. C.; AYRES, T. M. da C. Análise da utilização de RCF em obras de pavimentação na cidade de Fortaleza. *Mix Sustentável*, v. 5, n. 3, p. 65–72, 2019.
- SAXENA, S.; TEMBHURKAR, A. R. Impact of use of steel slag as coarse aggregate and wastewater on fresh and hardened properties of concrete. *Construction and Building Materials*, v. 165, p. 126–137, 2018.
- SILVA JUNIOR, L. C. S.; ARAÚJO, B. M.; SANTOS, A. S. P.; OBRACZKA, M.; BOTTREL, S. E. C. Panorama do reúso de efluentes nas estações de tratamento de esgoto da região Sudeste. In: Anais do 30o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2019a, Natal. ABES, 2019.
- SILVA JUNIOR, L. C. S.; OBRACZKA, M.; FARIA, A. A.; VITAL, C. G. Aproveitamento dos efluentes de estações de tratamento de esgoto em usinas de concreto: um estudo de caso de reúso na ETE Alegria/RJ. In:

Anais do II Seminário Estadual de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental 2019b, Vitória. ABES, 2019.

SILVA, W. R.; POAGUE, K. I. H. M.; NUNES, J. C. S. Estudo de viabilidade econômica do aproveitamento comercial de areia retida no tratamento preliminar da ETE Onça –MG. *The Journal of Engineering and Exact Sciences*, v. 4, n. 4, 2018.

SOUZA, P. S. L.; DAL MOLIN, D. C. C.; PICANÇO, M. S.; MACÊDO, A. N.; VASCONCELOS, A. L. R.; SOUZA, J. V. B. Avaliação do módulo de elasticidade em concreto com metacaulim de alta reatividade, proveniente de rejeito industrial. *Revista Materia*, v. 20, n. 4, p. 982–991, 2015.

TEIXEIRA, M. G e CÉZAR, S. F, Ecologia industrial e eco-design: requisitos para a determinação de materiais ecologicamente corretos. *Revista Design em Foco*. v.11, n.1, 2005.

TEIXEIRA, M. G. Aplicação de conceitos da ecologia industrial para a produção de materiais ecológicos: o exemplo do resíduo de madeira. Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias ambientais no Processo Produtivo), Universidade Federal da Bahia – Escola Politécnica, 2005.

TONETTI, A. L.; DUARTE, N. C.; SANTOS, M. R. R.; SIQUEIRA, G. H. Environmentally friendly interlocking concrete paver blocks produced with treated wastewater. *Water Science and Technology: Water Supply*, v. 19, n. 7, p. 2028–2035, 2019.

TORRES, R. M.; DANTAS, F. C. C. Reuso de efluentes domésticos na fabricação de concreto. In: Anais do 30o Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental 2019, Natal. ABES, 2019.

TSIMAS, S.; ZERVAKI, M. Reuse of waste water from ready-mixed concrete plants. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, v. 22, n. 1, p. 7–17, 2011.

VEZZOLI, C.; KOHTALA, C.; SRINIVASA, A. Sistema produto + serviço sustentável : fundamentos. 22. ed. Curitiba: Insight, 2018.

VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. 4. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2014.

ZAHNER FILHO, E. Estudo para fornecimento como água de amassamento. 2014. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil), Universidade Federal Fluminense, 2014.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9379-1619>

LUIS CARLOS SOARES DA SILVA JUNIOR, M.Sc | Universidade Federal do Rio de Janeiro | Programa de Engenharia Civil - COPPE | Rio de Janeiro, RJ - Brasil | Correspondência para: Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Cidade Universitária, Rio de Janeiro - RJ, CEP 21941-909 | E-mail: luis.junior@coc.ufrj.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7322-9223>

MARCELO OBRACZKA, Dr. | Universidade do Estado do Rio de Janeiro | Faculdade de Engenharia | Rio de Janeiro, RJ - Brasil | Correspondência para: Rua São Francisco Xavier, 524, Maracanã, Rio de Janeiro – RJ, CEP 20550-900 | E-mail: obraczka.uerj@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SILVA JR., Luis Carlos Soares da; OBRACZKA, Marcelo. Reúso de Efluentes de Estações de Tratamento de Esgoto no Beneficiamento de Concreto. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 85-92, ago. 2020.** 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.MIX2020.v6.n4.85-92>.

DATA DE ENVIO: 17/01/2020

DATA DE ACEITE: 02/07/2020

ESTUDO DE RECICLABILIDADE E REUTILIZAÇÃO DE CÁPSULAS POLIMÉRICAS DE CAFÉ

STUDY OF RECYCLABILITY AND RE-USE OF POLYMERIC COFFEE CAPSULES

AMANDA MELCHORS | UFSM

ANA PAULA PALHANO | UFSM

MARIANA KUHL CIDADE, Dra. | UFSM

RESUMO

Um dos problemas ambientais enfrentados atualmente é o grande volume de embalagens sem potencial de reciclabilidade. Estas acabam tendo este destino devido a fatores como multimateriais e excesso de impurezas. A exemplo, são as capsulas de café poliméricas, com potencial para a reciclagem, e que contém em seu interior, após o uso, rejeitos orgânicos. Estes, deveriam ser retirados, pelos consumidores, antes do descarte no lixo, mas muitas vezes, isto não é feito, dificultando assim a reciclagem. Com isto, este artigo tem como objetivo uma possível conscientização aos consumidores que geram este tipo de resíduo e mostrar que é possível a reciclagem e/ou reutilização destes resíduos. Com a destinação certa, cápsulas de café podem e devem ser recicladas ou reutilizadas, gerando possíveis aplicações em novos produtos. Foram efetuados testes para a verificação de temperatura de fundição, e como resultado final foi possível desenvolver dois projetos de adornos sustentáveis.

PALAVRAS CHAVE: Sustentabilidade, reciclagem; reutilização; conscientização; design

ABSTRACT

One of the environmental problems faced today is the large volume of packaging with no potential for recyclability. These end up having this destiny due to factors such as multimaterials and excessive impurities. For example, they are polymeric coffee capsules, with potential for recycling, and which contain, after use, organic waste. These should be removed by consumers before being disposed of in the garbage, but often this is not done, thus making recycling difficult. With this in mind, this article aims to raise awareness among consumers who generate this type of waste and show that it is possible to recycle and / or reuse this waste. With the right destination, coffee capsules can and should be recycled or reused, generating possible applications in new products. Tests were carried out to verify the casting temperature, and as a final result it was possible to develop two sustainable adornment projects.

KEYWORDS: Sustainability, recycling; reuse; awareness; design



1. INTRODUÇÃO

Enquanto o mundo avança em direção a padrões mais modernos e sustentáveis de gestão de resíduos, o Brasil continua apresentando deficiências, ficando abaixo dos indicadores médios de nações da mesma faixa de renda e desenvolvimento (ABRELPE, 2019). Segundo a Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2019), ao nos aproximarmos do início de mais uma década, percebe-se que pouco foi desenvolvido e feito com o objetivo de realmente reverter o quadro deficitário no Brasil. Mesmo com as ações feitas até o momento, o país ainda é carente em alguns aspectos, tanto por questões sociais e políticas, mas principalmente feitos culturais.

Com o aumento do consumo demasiado de produtos por parte da população, sejam eles eletroeletrônicos, alimentos embalados, móveis, vestuário, entre outros, tem gerado um acúmulo de descarte destes em aterros sanitários, lixões, e locais indesejados, o que conseqüentemente leva à problemas ambientais (CARVALHO; XAVIER, 2014; BARELLI, 2009).

O lixo doméstico no Brasil é chamado de resíduos sólidos urbanos (RSU) e segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010, estes entendem-se por componentes que sobram de processos derivados das atividades humanas e animal e de processos produtivos, tais como lixo doméstico, os efluentes industriais e os gases liberados (BRASIL, 2010). Esta também orienta uma categoria de ações a serem seguidas na gestão e no gerenciamento dos RSU, onde uma das prioridades é a reciclagem e a reutilização. Entende-se por reciclagem todo 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; e reutilização é a prática de aproveitar os resíduos sem modificar as suas propriedades.

De acordo com a ABRELPE (2019), no ano de 2018, o Brasil gerou cerca de 79 milhões de toneladas de RSU, ou 216.629 toneladas/dia, sendo que desse montante, 92% foi recolhido. Estimando o aumento da população, isso significa que, em média, cada brasileiro gerou pouco mais de 1 quilo de resíduo por dia (ABRELPE, 2019). Evidencia-se também, no panorama relatado pela Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2019), que 6,3 milhões de toneladas de resíduos não foram recolhidas junto aos locais de geração. A destinação adequada em aterros sanitários recebeu 59,5% dos resíduos sólidos urbanos coletados, e o restante (40,5%) foi despejado em locais inadequados por 3.001 municípios (ABRELPE, 2019). Ou seja, 29,5 milhões de toneladas de RSU acabaram indo parar em lixões, que não contam

com um conjunto de sistemas e medidas necessários para proteger a saúde das pessoas e o meio ambiente contra danos e degradações (ABRELPE, 2019).

Algumas cidades brasileiras, cerca de 73,1% dos municípios, implementaram os sistemas de coleta seletiva, os quais abrangem a coleta domiciliar dos RSU, onde estes são separados por seus usuários em lixo úmido/orgânico e seco (PALOMBINI, CIDADE e JACQUES DE JACQUES, 2016; ABRELPE, 2019; BRASIL, 2010). Os resíduos úmidos são despejados pela população em contêineres alocados nas ruas e avenidas, onde são recolhidos pelas prefeituras e transportados diretamente para aterros e centros de compostagem. Já os resíduos secos são recolhidos pelo sistema de coleta seletiva em dias específicos, sendo posteriormente destinados a Centros e/ou Associações de Triagem. Os RSU nestes Centros de Triagem, são separados para fins de venda; isto é, os resíduos pós-classificados são vendidos a empresas que reciclam e utilizam como material secundário. Estes Centros são compostos geralmente por trabalhadores de baixa renda, os quais dependem dos Centros para seu sustento (PALOMBINI, 2015; PALOMBINI, CIDADE e JACQUES DE JACQUES, 2016).

Um dos materiais de maior abundância nestes Centros de Triagem são os polímeros. Entretanto, as embalagens poliméricas são consideradas uma preocupação ambiental mundial devido ao seu grande volume de consumo nos últimos anos e a forma inadequada de descarte. Segundo o Sindicato Nacional de Empresas de Limpeza Urbana (SELUR, 2019) o Brasil perde R\$5,7 bilhões por ano por não reciclar os materiais poliméricos, onde grande parte desse problema é devido aos resíduos não serem descartados corretamente pela comunidade e nem por órgãos responsáveis pela coleta (MORENO e CIDADE, 2019). Além disso, a disposição do material nos produtos é outro fator importante para a difícil obtenção da reciclagem de polímeros no Brasil. Há um grande volume de embalagens sem potencial devido a fatores como a existência de multimateriais, de película aplicada, e/ou com excesso de impurezas. Muitas embalagens acabam tendo em sua composição uma variedade de materiais, como as embalagens alimentícias, que muitas vezes são aluminizadas juntamente com polipropileno, inviabilizando a separação destes nos Centros de Triagem (PALOMBINI, CIDADE e JACQUES DE JACQUES, 2016). Já quanto ao excesso de impurezas encontrados nas embalagens, é possível citar as cápsulas poliméricas de café, utilizadas em máquinas de diversas marcas do mercado nacional e internacional. Estas possuem potencial para a reciclagem, mas contém em seu interior rejeitos orgânicos de café, leite, achocolatados, chás, entre

outros. Estes rejeitos deveriam ser retirados, pelos consumidores, antes do descarte no lixo doméstico, mas, muitas vezes, isto não é feito, dificultando assim a reciclagem.

Diversos polímeros, quando em forma de produtos de consumo, acabam por se tornar obsoletos e são descartados em um curto período, ou até mesmo posterior ao seu único uso (AL-SALEM *et al.*, 2009). Estes, na maioria das vezes, não são biodegradáveis e levam centenas de anos para se decomporem, aumentando assim os riscos e impactos ambientais ao meio ambiente (Singh *et al.*, 2017). Nesse sentido, tornou-se necessário, nos últimos anos, o uso de técnicas eficazes como a reciclagem e a reutilização de materiais de produtos descartados no lixo. Após seu consumo, os polímeros precisam atender à ordem de prioridade de redução de consumo, reutilização e reciclagem de resíduos gerados, tratamento de rejeitos e direcionamento a aterros. (BRASIL, 2010). Grande parte dos polímeros gerados vão para os aterros sanitários e/ou lixões, ou ainda acabam sendo descartados em rios e oceanos, ficando centenas de anos sem se degradar (PALOMBINI *et al.* 2018). Algumas estimativas preveem cerca de 200 anos para alguns tipos de polímeros, gerando sobrecarga nos locais despejados e aumentando o impacto ambiental (SINGH *et al.*, 2017).

Durante o ano de 2015 foi assinado, no Brasil, por cerca de 20 Associações, o Acordo Setorial para Implementação de um Sistema de Logística Reversa de Embalagens em Geral, onde a meta inicial era recuperar 24,8% de materiais de alumínio, papel/papelão e polímeros (ABRELPE, 2019). No ano de 2017, no final da fase um do Acordo, foram geradas 21,153 toneladas por dia de polímeros, do qual apenas 8,2% foram recuperadas, representando um aumento de apenas 0,7% desde o ano de 2012 (ABRELPE, 2019). Grande parte do problema é a falta de conhecimento da população brasileira, que de acordo com uma pesquisa realizada pelo Ipea (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada), em que 94% dos brasileiros concordam que a forma correta de descarte é a separação dos lixos recicláveis e úmidos e 98% reconhecem que este ato é importante para o futuro do planeta (IBOPE, 2018). Mas 75% dos pesquisados, não fazem a separação dos lixos em suas residências e 66% afirmam sequer saber sobre a coleta seletiva nas cidades (IBOPE, 2018). Quando perguntado sobre a reciclagem de polímeros, 77% sabem que o material é reciclável (IBOPE, 2018).

Um dos princípios do design, segundo Manzini (2008), aplica-se na atuação do designer para a inovação social e sustentabilidade, a fim de desenvolver projetos na redução de impactos sociais, ambientais e econômicos ao longo de todo o seu ciclo de vida. Logo, o profissional pode atuar com o re-design ambiental do já existente, projetos de novos produtos

ou serviços que substituam os atuais; projetos de novos produtos-serviços intrinsecamente sustentáveis e a proposta de novos cenários que correspondam ao estilo de vida sustentável (MANZINI, VEZZOLI, 2002). Também, um dos papéis fundamentais do designer é o de atuar na resolução de problemas, tais como a utilização de materiais que não possuem interesse comercial, como os polímeros das cápsulas de café.

Com isto, esta pesquisa tem como objetivo o estudo e uma possível conscientização aos consumidores que geram resíduos poliméricos, mostrando que é possível a reciclagem e/ou reutilização de embalagens problemáticas para o meio ambiente. Para isso, será utilizado nesta pesquisa, cápsulas poliméricas de café comercializadas no mercado, para a realização de um projeto aplicado ao desenvolvimento de produtos, enfatizando que com o descarte certo, as embalagens podem e devem ser recicladas, gerando possíveis aplicações e consequentemente renda as famílias dos Centros de Triagem.

2. DESENVOLVIMENTO

Para este estudo, devido à natureza experimental de escala reduzida, optou-se pela aplicação do processo no desenvolvimento de produtos com dimensões menores, como o caso de adornos. Inicialmente, limitou-se que as cápsulas de café descartadas iriam ser recicladas, mas se porventura algum resultado fosse insatisfatório, o estudo seria redirecionado para a reutilização do material. Por esta razão, utiliza-se o termo reciclagem e/ou reutilização.

A metodologia utilizada para o projeto foi a de Löbach (2001) de forma adaptada aos objetivos propostos. Foram seguidas quatro etapas principais, descritas abaixo:

- *Fase de Preparação:* conhecimento do problema em torno do descarte de RSU, definição dos objetivos, coleta e análise de informações sobre as cápsulas de café e seu processo de reciclagem.
- *Fase de Geração e Avaliação:* Com as informações levantadas na primeira fase, parte-se primeiramente para a geração de ideias, para o desenvolvimento de produtos com a utilização de cápsulas de café. Nesta fase, será levado em consideração e avaliado, para o processo criativo dos produtos, aspectos relacionados à execução do método de reciclagem, o qual será realizado de forma artesanal. Para isso, no processo de criação, alguns aspectos terão que ser levados em consideração para a execução dos desenhos, tais como dimensões reduzidas, formatos simplificados, sem a presença de cantos pontiagudos, por exemplo, e peças menos complexas.
- *Fase de Realização e Avaliação:* Compõe a concepção do projeto, através de processos artesanais e equipamentos mecanizados de pequeno porte. Pretende-se

efetuar o processo de reciclagem através de um forno Mufla, com a fundição das cápsulas. Estas serão fundidas em um molde de silicone. Com o desenvolvimento da fase de realização, todos os passos serão avaliados para prosseguimento e conclusão do projeto. Caso haja a necessidade, novas fases serão adicionadas ou retomadas.

2.1. Cápsulas de Café

Para este projeto, foram utilizados os resíduos descartados de duas marcas de cápsulas de café existentes no mercado, denominadas neste estudo de “Marca A” e “Marca B”. Estas são oriundas do lixo doméstico de empresas, centros escolares e ambientes domiciliares.

As cápsulas poliméricas recolhidas encontravam-se com seus rejeitos em seus interiores, sendo retirados com a ajuda de ferramentas de corte para a posterior higienização das peças. Para a remoção dos rejeitos orgânicos, tais como restos de café, leite, achocolatado, chás, entre outros, foi preciso efetuar uma desmontagem das cápsulas, sendo utilizados luvas e óculos para a proteção. Por se tratar de amostras de duas marcas diferentes, achou-se necessário efetuar a desmontagem separadamente das mesmas, para fins de análise de materiais e estrutura.

Para isso, primeiramente foi efetuado um corte para a retirada das tampas das cápsulas das duas marcas. Com a desmontagem das amostras da Marca A, notou-se que tanto as cápsulas de café, quanto as de leite, achocolatado e chá, possuíam dois filtros, um alocado na parte superior, rente à tampa, e o outro na parte inferior (Figura 01). Para as amostras da Marca B, que continham resíduos de leite e achocolatado, foi encontrada uma espécie de filtro no fundo do interior, o qual tem contato com o material interno e a saída do líquido quando introduzido nas máquinas de café. Já nas cápsulas que contém apenas café, além deste filtro, havia a existência de uma segunda tampa polimérica com microfuros, estes tendo a finalidade de distribuir a água.



Figura 01 – Partes da cápsula de café da Marca A
Fonte: Autores

Com a variedade de componentes encontrados no interior das cápsulas, foi necessária a realização de uma análise de qual ou quais materiais compunham as amostras. O resultado desta análise objetiva auxiliar na determinação de parâmetros para o processo de reciclagem. Para isto, foi utilizado a espectroscopia de infravermelho com transformada de Fourier (FT-IR). Esta análise é considerada uma das mais importantes técnicas experimentais para a caracterização de materiais, em termos de identificação e/ou determinação de características estruturais (CALLISTER, 2016). O equipamento utilizado nesta foi o PerkinElmer®, Spectrum 100, com biblioteca de polímeros. Todas as partes que compõem as cápsulas das duas marcas existentes foram analisadas, tais como as tampas, os corpos, os filtros e as tampas secundárias com microfuros. Com as análises, foi averiguado que todas as amostras indicaram polipropileno (PP) em sua composição. Segundo Lefteri (2013) e Ashby e Johnson (2011), o PP é um material de fácil reciclabilidade, densidade baixa e ponto de fusão em torno de 160°C. No ano de 2017, no Brasil, cerca de 2.000 toneladas/dia foram coletadas de polipropileno (ABRELPE, 2019).

Com a coleta, desmontagem e averiguação da composição das partes das cápsulas, partiu-se para as etapas correspondentes ao processo criativo do projeto.

2.2. Processo Criativo

Para a geração das alternativas, optou-se pela inserção dos próprios resíduos das cápsulas de café no ambiente de criação, onde estes seriam utilizados como elementos de inspiração para este processo, observando-o seus formatos e composições. Para a geração do processo, foi utilizada uma fotografia da higienização e separação das cápsulas recolhidas, como painel temático, proporcionando assim, elementos visuais para a concretização das ideias. Como mencionado anteriormente, em virtude de o processo de reciclagem ser realizado de forma artesanal, será levado em consideração alguns aspectos de dimensionamento e simplificação de formas. Na Figura 02, é exemplificado o processo de criação do projeto, através da simplificação das formas e da observação do posicionamento das peças na imagem.

Na figura evidencia-se através de setas as partes onde foram executadas as simplificações. A partir das primeiras ideias, as formas foram sendo aperfeiçoadas, pensando nos aspectos de arredondamento dos cantos, para a não obtenção de partes pontiagudas e, também, buscando o modo como as cápsulas estavam dispostas na imagem, o de agrupamento em círculos.



Figura 02 – Processo criativo do projeto
Fonte: Autores

Ao final do processo, chegou-se em uma forma arredondada, com uma espécie de movimento em sua composição. Esta foi vetorizada e dimensionada em um software de desenho vetorial para a realização das etapas seguintes. Com o dimensionamento, delimitou-se que a peça criada, dependendo do resultado da reciclagem, poderia ser um acessório de cabelo, como um prendedor. Isto devido às suas dimensões e por estar em uma região menos exposta, diminuindo seus requisitos de resistência estrutural, por se tratar de uma peça reciclada.

2.3. Concepção

Com a forma definida, partiu-se para a fabricação do molde de silicone para a posterior reciclagem das cápsulas poliméricas de café. Para isso, primeiramente foi fabricado um modelo em madeira, através da vetorização, utilizando o processo de usinagem CNC (Figura 03). Após, a madeira usinada foi lixada para deixar a superfície lisa e não ter imperfeições no molde.

Para a construção do molde de silicone, este foi acoplado em uma forma metálica. Ao centro desta forma, foi adicionado o modelo em madeira sendo, após, coberto por mais camadas de silicone. Ao ser preenchido totalmente na forma, o silicone foi levado para uma vulcanizadora de marca Zezimaq®, a uma temperatura de 180°C, por aproximadamente 1 hora. Após seu resfriamento, a peça de madeira foi retirada do molde de silicone.



Figura 03 – Processo de usinagem em madeira da peça criada
Fonte: Autores

Com o molde fabricado, foi possível dar andamento a fundição com as cápsulas, a fim de auxiliar em um novo destino a um material tão problemático para o meio ambiente. Primeiramente, para o início do processo de fundição, iniciou-se com o corte das partes do corpo da cápsula, em quadrados de aproximadamente 1 x 1 cm. Optou-se pelo corte do corpo por possuir uma área maior e mais lisa. Os pedaços cortados foram separados por cor com a finalidade de aplicá-los na criação.

Para o prendedor de cabelo, foram executados quatro testes de averiguação do comportamento do polímero, sendo utilizado um desmoldante no silicone para auxiliar na retirada das peças prontas. A fundição do polímero foi feita em forno Mufla da marca Zezimaq®, no qual, para a temperatura dos experimentos, levou-se em consideração o ponto de fusão do polipropileno, o qual inicia-se por volta de 160°C. Para a fundição do primeiro teste, foram colocados no molde de silicone os pedaços das cápsulas de café até passar da borda do molde, utilizando as cápsulas de tonalidades preta e branca (Figura 04). O molde foi colocado no forno em temperatura de 170°C, por 30 minutos. Após este tempo, contudo, notou-se que as peças não haviam apresentado sinal de fundição. Desse modo partiu-se para um aumento da temperatura, no segundo teste.

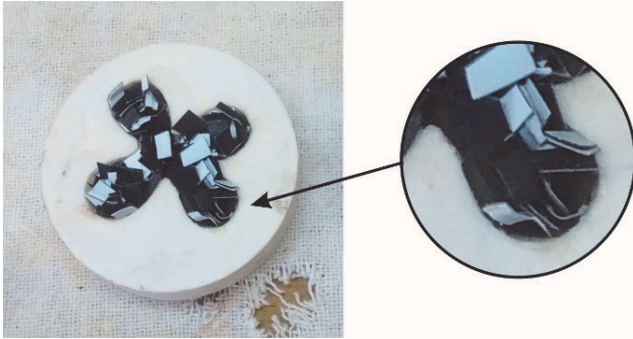


Figura 04 – Primeiro teste: alocação dos pedaços das cápsulas
Fonte: Autores

No segundo teste, o mesmo molde com pedaços foi levado ao forno pré-aquecido em 250°C por 30 minutos. Após este período, o molde foi retirado do forno e deixado esfriar até atingir a temperatura ambiente. Com o esfriamento do molde, notou-se a existência de buracos na superfície da peça. Outro aspecto observado foi que a região com os pedaços das cápsulas na tonalidade branca ficou com um aspecto queimado, ocasionando a quebra da peça ao ser retirada do molde (Figura 05). Isto se deve, provavelmente, pelo excesso de temperatura programada no forno.



Figura 05 – Segundo teste: quebra da peça
Fonte: Autores

Para o terceiro teste foi utilizada uma temperatura de forno um pouco mais baixa. Com isto, foram alocados os pedaços das cápsulas apenas no fundo do molde, em uma primeira camada, a uma temperatura de 200°C por 15 minutos, como o visualizado na Figura 06. Em seguida, foi adicionada uma segunda camada de polímeros cortados com a mesma temperatura e tempo, e, após, uma terceira camada. Com esta terceira sobreposição, notou-se que seria necessária uma quarta camada, nas mesmas condições anteriores. Ao retirar do forno notou-se a presença de cavidades na superfície da peça, causadas, provavelmente, pelos espaços que ficaram entre os pedaços das cápsulas.



Figura 06 – Segundo teste: alocação da primeira camada
Fonte: Autores

No quarto teste executado, foi feito o mesmo processo anterior, mas a fim de evitar as cavidades na superfície da peça, foi utilizada uma pinça para pressionar os fragmentos já derretidos antes de colocar a camada seguinte. Com esse teste, obteve-se um resultado melhor que os anteriores, com uma superfície lisa. Este foi executado, também, com todas as tonalidades das cápsulas, sendo elas uma peça preta e branca, uma somente branca e outra preta, branca e marrom (Figura 07), para obter-se um efeito diferenciado.



Figura 07 – Testes executados com as cápsulas
Fonte: Autores

Por fim, também foi executado um teste com as amostras das tampas das cápsulas (Figura 08). Assim como nos testes anteriores, o molde foi revestido previamente com um desmoldante e o material cortado em pedaços foi adicionado em camadas. A primeira camada foi posta no forno por 15 minutos a uma temperatura de 200°C. Entretanto, observou-se que esta camada não se fundiu. Com isto, a segunda camada foi colocada por 35 minutos

a 200°C e obteve-se o mesmo resultado. Optou-se, então, por aumentar a temperatura para 215°C, para a execução de uma terceira camada, por 20 minutos de forno. Entretanto, este processo também não derreteu e resultou em uma aparência pegajosa entre os pedaços, como é visualizado na Figura 08 A. Com o não derretimento das camadas do polímero da tampa, considerou-se que algo estaria prejudicando a fundição. Com isto, optou-se por analisar a tampa das cápsulas de café para verificar se poderia haver algum aspecto que estava dificultando a fundição, uma vez que a espessura do polímero nesta região é maior do que a do corpo da cápsula, além de esta ser a passagem do jato de água para o contato com o interior da amostra. Com o auxílio de uma ferramenta cortante para a raspagem da tampa da cápsula, foi verificada a existência de uma película (Figura 08 B).

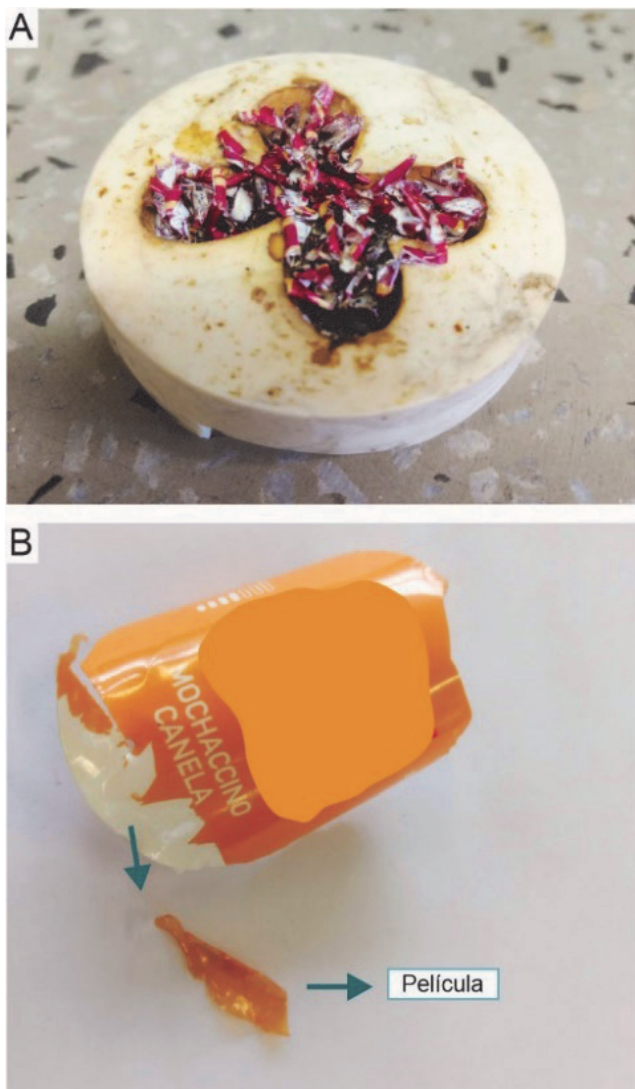


Figura 08 – Testes e análise: (A) resultado dos pedaços não derretidos por completo, e (B) existência de película na tampa da cápsula de café.

Fonte: Autores

O PP é um polímero de relativa fácil reciclagem, mas em alguns casos, uma película pode estar incluída ao material, tornando o processo, assim, mais difícil de ser realizado (ASHBY e JOHNSON, 2011). A película é aplicada como revestimento para conferir determinadas propriedades adicionais, como, por exemplo, maior resistência mecânica, maior opacidade e maior impermeabilização. Por tanto, as cápsulas de café, leite, achocolatados e chás, possuem a aplicação deste componente em suas tampas para uma maior proteção da integridade da cápsula e do produto alimentício, contudo acaba interferindo na reciclagem deste componente. Por esta razão, para efetuarmos os objetivos deste estudo, optou-se pela reutilização somente das tampas das cápsulas poliméricas de café, ou seja, sem a realização de um processo de fundição.

Para este processo, algumas tampas foram selecionadas para serem introduzidas ao projeto como “elementos decorativos” através da junção de um outro material, a resina epóxi. Para isso, buscou-se elencar os formatos iniciais das gerações do processo criativo da reciclagem do prendedor de cabelo, para ter o mesmo motivo inserido. As tampas então, foram recortadas com uma tesoura em formatos circulares, meio círculos e elipses. E com as sobras destes recortes, foram feitos novos formatos, mais retangulares e quadrados. Com os recortes efetuados das tampas das cápsulas de café, partiu-se para o processo de geração de alternativas (Figura 09) para averiguação do formato e disposição destes com a resina epóxi.

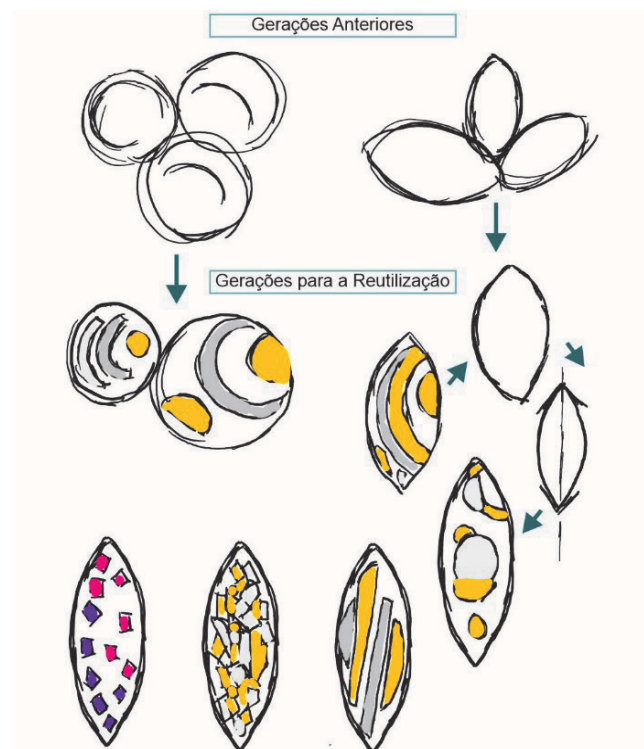


Figura 09 – Processo criativo da reutilização das tampas, contendo a evolução do processo com as variações dos recortes.

Fonte: Autores

Após a geração, foram fabricadas 5 peças, onde primeiramente, foi executado um molde no formato delimitado nas gerações das alternativas, para a acomodação dos recortes das tampas e posterior aplicação da resina. Este foi produzido com um chapa espessa de alumínio e fita adesiva. Já a resina epóxi, foi misturada a um catalisador, em uma proporção de 35 gotas para 100 ml de resina, conforme a descrição do fabricante. A resina foi preparada e vertida nos moldes com os recortes dispostos, como visualizado na Figura 10. Os recortes das tampas das cápsulas foram posicionados ao fundo do molde e de forma inversa (Figura 10 A). Quando desmoldada a peça, os desenhos pensados na geração de alternativas ficaram na parte superior da resina (Figura 10 B).

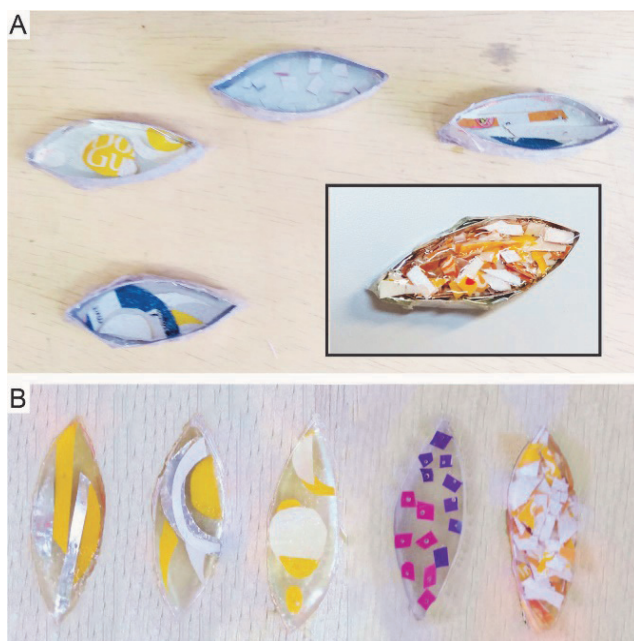


Figura 10 – Produção das peças em resina: (A) recortes posicionados nos moldes, com detalhe de uma das peças, e (B) peças fabricadas.

Fonte: Autores

Em seguida, com as peças fabricadas, analisou-se que estas possuíam uma alusão com gemas utilizadas em joias. Por esta razão, direcionou-se o projeto de reutilização a concepção de um bracelete em prata (Ag 950) com uma peça de resina com as tampas das cápsulas em destaque. Como o objetivo deste estudo é a valorização do rejeito de cápsulas de café por meio de reciclagem e reutilização, delimitou-se que o bracelete teria seu formato simplificado, sem a adição de componentes rebuscados justamente para dar maior destaque à peça polimérica. Com isso, foi utilizado somente um fio, para a circunferência do bracelete e para o encaixe da peça em resina, como o exemplificado no processo de fabricação da Figura 11.

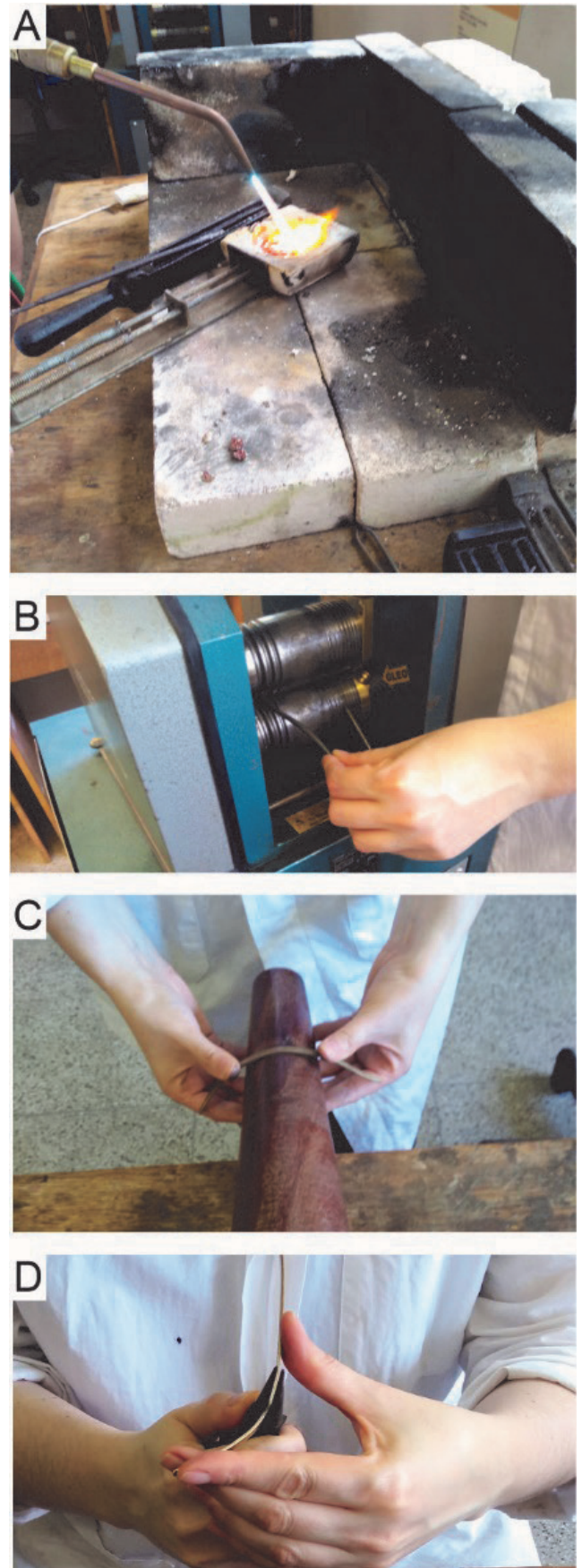


Figura 11 – Processo de fabricação da parte metálica

Fonte: Autores

Para este processo de fabricação, primeiramente fundiu-se uma liga de prata, sendo vertida em uma lingoteira (Figura 11 A). Com o lingote de prata, passou-se para a laminação para a obtenção de um fio (Figura 11 B). Este, foi serrado em duas partes, onde uma foi martelada para a obtenção do formato elíptico, e a outra parte foi ajustada através de alicates para ser utilizada no encaixe da peça de resina (Figura 11 C e D).

Posteriormente, já com o formato definido, as duas peças foram limadas e soldadas uma à outra. Com as partes unidas, foi necessário limá-las novamente para retirar o excesso de solda, sendo lixadas em seguida. Após, o bracelete passou por um processo de polimento para dar um brilho final. Por fim, as peças resultantes de resina foram testadas para a verificação de qual se comportaria esteticamente melhor, e uma foi delimitada para o uso no bracelete. Esta então, foi encaixada ao metal, do mesmo modo que a cravação de uma gema.

3. RESULTADOS

Com o desenvolvimento do projeto de reciclagem do corpo das cápsulas poliméricas de café e a reutilização das tampas, são apresentados os resultados alcançados para os dois produtos.

Primeiramente, quanto ao prendedor de cabelo fabricado a partir da reciclagem do corpo das cápsulas, tem-se que com os ajustes de temperatura do forno adequados para este tipo de material é possível obter-se uma peça homogênea e lisa, sem grandes imperfeições. Na Figura 12, é possível visualizar o resultado dos prendedores de cabelo, com os diferentes testes executados, em uma ambientação do seu uso. Estes prendedores foram resultantes da fundição das cápsulas de tonalidades branca e preta; somente branca; e branca, preta e marrom.



Figura 12 – Resultado dos três prendedores de cabelo em uso
Fonte: Autores

Já o resultado adquirido com a reutilização das tampas das cápsulas, com o bracelete, pode ser visualizado na Figura 13. O objetivo da fabricação desta peça foi dar

destaque à peça de resina com os recortes das tampas das cápsulas de café (Figura 13 A e B). Acredita-se que esta ênfase foi alcançada, justamente pelo posicionamento da resina com os recortes das tampas na parte central da joia, e pela utilização de formas simplificadas do material em prata. Desta maneira a visualização da reutilização das cápsulas de café fica em evidência ao olhar humano, transmitindo assim um certo interesse e curiosidade para quem as olha.

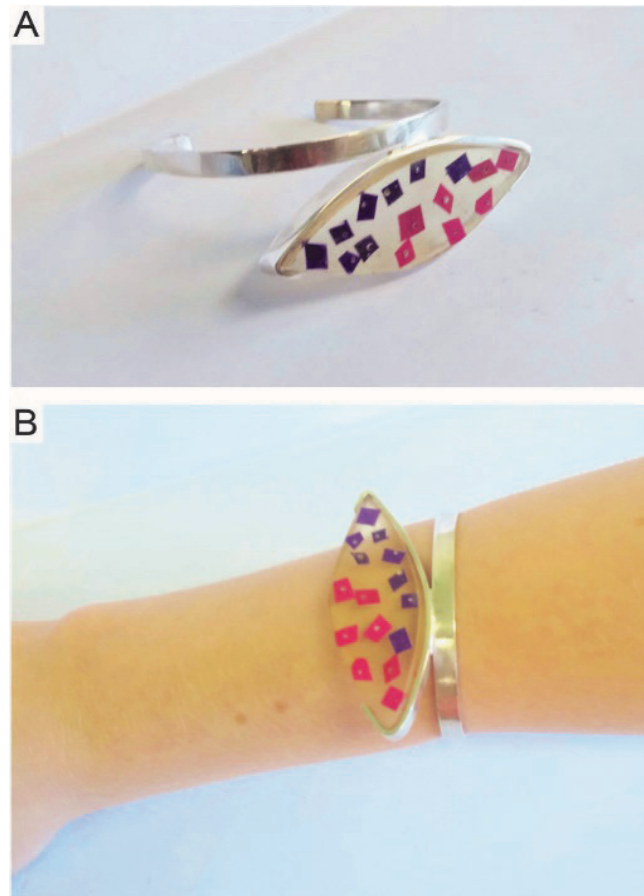


Figura 13 – Resultado do bracelete (A), e em (B) o uso da peça
Fonte: Autores

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada vez mais um dos papéis dos designers é a responsabilidade de projetar de forma consciente e sustentável. Com isto, segundo ABRELPE (2019), com a tendência de crescimento na geração de resíduos sólidos urbanos no país nos próximos anos, o Brasil alcançará uma geração anual de 100 milhões de toneladas por volta de 2030. Com esta estimativa, os consumidores precisam ser conscientizados, tanto pelo aumento do consumo de produtos, e o que isso vai ocasionar, quanto pela forma correta de descartá-los.

Um dos objetivos deste artigo, além do projeto alcançado de dois adornos, é uma possível conscientização aos consumidores que geram resíduos poliméricos,

mostrando que é possível a reciclagem e a reutilização de embalagens problemáticas para o meio ambiente. Com o descarte certo e a retirada dos rejeitos no interior das cápsulas, as embalagens podem e devem ser recicladas, gerando possíveis aplicações e conseqüentemente renda aos trabalhadores e famílias dos Centros de Triagem, além de menor impacto ambiental.

No mercado de cápsulas de café existem outras marcas e materiais existentes, como as de alumínio. Estas, por sua vez, possuem um maior potencial para a reciclagem, em virtude do próprio valor do material secundário, em comparação aos resíduos poliméricos. Ainda, uma vez que as próprias fabricantes tendem a fazer o recolhimento dos resíduos das cápsulas de alumínio em diversos postos espalhados pelas cidades brasileiras, elas nem acabam chegando aos Centros de Triagem municipais. Isso ressalta que quanto maior o interesse econômico no material descartado, maior é sua probabilidade de ser reciclado, o que amplia ainda mais a problemática com resíduos poliméricos, visto que suas resinas virgens já possuem um valor muito baixo.

Para o mercado e o meio ambiente, atitudes de incentivo à reciclagem e, anteriormente, ao descarte adequado, favorecem o fechamento do ciclo de um produto, ocasionando o não desperdício de sua embalagem. Cabe ao designer, portanto, a tarefa de facilitar este processo, seja ao propor novos produtos com meios mais facilitados de serem reciclados, ou estimular a reciclagem de materiais de menor interesse intrínseco. Quanto à esfera pública, é importante a manutenção e incentivo de práticas de educação à população consumidora para separarem os seus resíduos de maneira que contribua a sua reciclagem em Centros de Triagem.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo apoio financeiro através de bolsas de Iniciação Científica, Projeto Universal MCT/CNPq – 028/2018, intitulado: Do luxo ao lixo: desenvolvimento de subsídios para aplicação de resíduos sólidos urbanos na joalheria. Agradecimentos ao Laboratório de Design e Seleção de Materiais da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (LdSM/UFRGS), pela disponibilização do equipamento de FT-IR.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil. 2019. Disponível em: <http://abrelpe.org.br/pdfs/panorama/panorama_abrelpe_2019.pdf> Acesso em: 1 maio. 2020.

AL-SALEM, S. M.; LETTIERI, P.; BAEYENS, J. Recycling and

recovery routes of plastic solid waste (PSW): A review. *Waste Management*, v.29, p. 2625–2643, 3 July 2009. DOI: 10.1016/j.wasman.2009.06.004

ASHBY, M.; JOHNSON, K. *Materiais e Design – Arte e ciências da seleção de materiais no design de produto*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

BARELLI, B. G. P. *Design para a sustentabilidade: modelo de cadeia produtiva do bambu laminado colado (BLC) e seus produtos*. 2009. 131 f. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Design) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Bauru, 2009.

BRASIL. LEI No 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, 2 ago. 2010.

CALLISTER, D., J. W. *Fundamentos da ciência e engenharia de materiais: uma abordagem integrada*. 2a. ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2006.

CARVALHO, T. C. M. B.; XAVIER, L. H. *Gestão de resíduos eletroeletrônicos*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

IBOPE. *Desinformação é maior dificuldade para reciclagem no Brasil 2018*. Disponível em: <<https://www.ibopeinteligencia.com/noticias-e-pesquisas/desinformacao-e-maior-dificuldade-para-a-reciclagem-no-brasil/>> Acesso em: 19 março 2020.

LEFTERI, C. *Materials for design*. Laurence King Publishing, 2013.

LÖBACH, B. *Design Industrial: bases para a configuração dos produtos Industriais*. São Paulo: Editora Blucher, 2001.

MANZINI, E. *Design para a inovação social e sustentabilidade: comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais*. Rio de Janeiro: E-papers, 2008. (Cadernos do Grupo de Altos Estudos; v.1).

MANZINI, E.; VEZZOLI, C. *Desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais*. São Paulo: EDUSP, 2002.

MORENO, S. N. S.; CIDADE, M. K. *Sustentabilidade e Joalheria: Reciclagem de Eps para Aplicação em Joias*. *MIX Sustentável*, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 27-39, nov. 2019. DOI: <https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n4.27-39>.

PALOMBINI, F. L.; CIDADE, M. K.; JACQUES DE JACQUES, J. *How sustainable is organic packaging? A design method for recyclability assessment via a social perspective: A case study of Porto Alegre city (Brazil)*.

Journal of Cleaner Production, v. 14, p. 2593-2605, 4 novem–ber. 2016. DOI: 10.1016/j.jclepro.2016.11.016

PALOMBINI, F. L., Design de equipamento híbrido para o reprocessamento de resíduos poliméricos: aglutinador e moinho de facas. 2015. 256 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

PALOMBINI, F. L.; DEMORI, R.; CIDADE, M. K.; KINDLEIN JR., W.; JACQUES DE JACQUES, J. Occurrence and recovery of small-sized plastic debris from a Brazilian beach: characterization, recycling, and mechanical analysis. Environmental Science and Pollution Research, v.25, p 26218–26227, 27 June 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2678-7>

Sindicato Nacional de Empresas de Limpeza Urbana (SELUR). Índice de Sustentabilidade da Limpeza Urbana para os municípios brasileiros. 2019. Disponível em: <https://selur.org.br/publicacoes/islu-indice-de-sustentabilidade-da-limpeza-urbana-para-os-municipios-brasileiros-3a-edicao-2019/>. Acesso em: 13 mar. 2020.

SINGH, N.; HUI, D.; SINGH, R.; AHUJA, I.P.S.; FEO, L.; FRANTERNALI, F.. Recycling of plastic solid waste: a state of art review and future applications. Composites Part B Engineering, v.115, p. 409-422, 2020, 15 April 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.09.013>.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1318-8327>

AMANDA MELCHIORS | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Desenho Industrial | Santa Maria - RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 40, sala 1136 | e-mail: amandamelchiors@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2822-5055>

ANA PAULA PALHANO | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Desenho Industrial | Santa Maria - RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 40, sala 1136 | e-mail: aninhappalhano@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5893-383X>

MARIANA KUHL CIDADE, Dra. | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Departamento de Desenho Industrial | Santa Maria - RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 40, sala 1136 | e-mail: mariana.cidade@ufsm.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

MELCHIORS, Amanda; PALHANO, Ana Paula; CIDADE, Mariana Kuhl. Estudo de Reciclabilidade e Reutilização de Cápsulas Poliméricas de Café. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 93-104, ago. 2020.** 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.MIX2020.v6.n4.93-104>.

DATA DE ENVIO: 25/05/2020

DATA DE ACEITE: 01/07/2020

CENTRALIDADE DE GRAFOS APLICADA À PROJETOS DE ENERGIA RENOVÁVEL

GRAPHICS CENTRALITY APPLIED TO RENEWABLE ENERGY PROJECTS

LETÍCIA FERNANDES BELLA GOMES, M.Sc. | UFF

KARINE FÁTIMA DE FREITAS | UFF

RICARDO LUIZ FERNANDES BELLA, Dr. | UFF

RENATA RAPOSO DEL-VECCHIO, Dra. | UFF

GILSON BRITO ALVES LIMA, Dr. | UFF

RESUMO

Este estudo visa aplicar a teoria de grafos através da medida de centralidade de autovetor em atividades macro (EAP) de projetos de construção de usinas geradoras de energia elétrica de fonte renovável como eólica, solar, hídrica e biomassa. Os subprojetos que compõem o projeto principal, também chamados na metodologia do PMI como atividades de nível 1, são baseados nos cinco escopos principais para a construção de uma usina elétrica: (1) Projeto Civil, (2) Projeto Elétrico de Subestação, (3) Projeto Elétrico de Linha de Rede de Média Tensão, (4) Projeto Elétrico de Linha de Alta Tensão/ Transmissão, (5) Projeto de Aquisição de Maquinário Específico. A relação de impacto em cronograma final configurada por atraso em um dos subprojetos analisados par a par é analisada como a ligação entre os vértices do grafo traçado para estudo. Os resultados finais obtidos através da aplicação do método são analisados e evidenciam a aplicabilidade da teoria de grafos em diversos segmentos de mercado desde que se possa estabelecer conceitos de vértices e relação entre os mesmos.

PALAVRAS CHAVE: Teoria de Grafos, Centralidade, Projeto

ABSTRACT

This study aims to apply the theory of graphs through the measure of eigenvector centrality in macro projects activities (WBS) of construction of electrical plants of renewable sources such as wind, solar, hydro and biomass. The subprojects that make up the main project, also called by PMI methodology as level 1 activities, are based on the five main scopes for the construction project: (1) Civil Project, (2) Substation Electrical Project, (3) Medium Voltage Electrical Project, (4) High Voltage Electrical Project, (5) Project of Acquisition of Specific Machinery. The final timing impact relation set by delay in one of the subprojects considering other subproject delays is analyzed as the link between the vertices of the plotted graph for study. The final result obtained through the application of the method are analyzed and evidence the applicability of the theory of graphs in several market segments since it is possible to establish concepts of vertices and connection relation between them.

KEYWORDS: Graph theory, Centrality, Project



1. INTRODUÇÃO

Um projeto de construção de usina geradora de energia elétrica de fonte renovável, assim como projetos em geral, possui uma Estrutura Analítica de Projetos - EAP de atividades a serem realizadas a fim de que o escopo do projeto seja cumprido conforme planejamento de prazo, custo e requisitos especificados de conteúdo e qualidade.

Neste estudo trataremos da EAP macro composta pelas atividades principais de uma obra de tal porte, que são: (1) Projeto Civil, (2) Projeto Elétrico de Subestação, (3) Projeto Elétrico de Linha de Rede de Média Tensão, (4) Projeto Elétrico de Linha de Alta Tensão/ Transmissão, (5) Projeto de Aquisição de Maquinário Específico.

As etapas macro do projeto de construção de usina geradora de energia elétrica de fonte renovável também podem ser consideradas como subprojetos do projeto principal. Por se tratarem de etapas de um projeto são executadas em paralelo, porém possuem inter-relação de prazo. Ou seja, um atraso em um subprojeto pode acarretar em atrasos em outros subprojetos dependendo dos requisitos de entrada e saída de cada um deles.

Abordaremos a relação de interdependência dos projetos através de um grafo cujos vértices são os subprojetos e as arestas se dão no caso de haver relação de impacto em cronograma final dado um atraso em um dos subprojetos analisados pares a par.

O objetivo final deste estudo é identificar, através do cálculo de centralidade de autovetor do grafo do problema detalhado acima, qual o subprojeto responsável pela maior propagação de atrasos no cronograma final do projeto principal dado um atraso específico no mesmo. Assim, proporcionando a um gerente de projeto de construção de usina geradora de energia elétrica de fonte renovável dados para maior controle e prevenção de atrasos em tal etapa, mitigando os atrasos totais possíveis em seu projeto.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Grafos

Grafos são redes compostas por um conjunto de vértices e arestas, sendo as arestas a representação gráfica da relação entre dois vértices (BONDY; MURTY, 1976).

Essa relação entre dois vértices dada pelas arestas é chamada adjacência ao se expressar a relação gráfica através de Matrizes (BORBA, 2013).

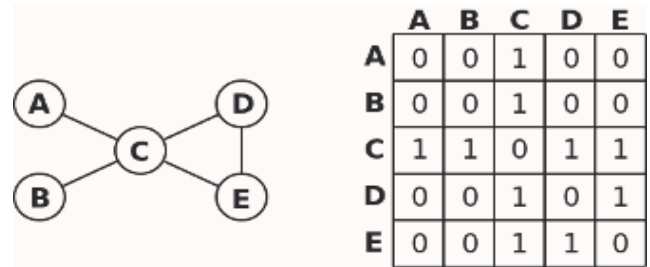


Figura 01 - Exemplo de grafo e sua matriz adjacência
Fonte: <http://wikiciencias.casadasciencias.org/wiki/index.php/Grafo>

Trataremos, neste estudo, de grafos conexos, simples e não-direcionados. Um grafo é dito conexo se em um grafo $G(V, E)$ existe um caminho entre qualquer par de vértices, onde $n=|V|$ e $v_i \in V$ (BEAUCHAMP, 1965).

Centralidade é uma medida realizada nos grafos tendo em vista sua característica de posição que visa medir o quão central cada vértice é em relação à rede, ou seja, mede a importância de um determinado vértice em relação à sua posição na rede (BORGATTI, 2005; BONACICH, 1987).

Freeman (1979) apresenta três medidas clássicas para cálculo de centralidade: centralidade de grau, centralidade de intermediação e centralidade de autovetor (DE FREITAS, 2010).

2.1.1. Centralidade de Grau

A centralidade é entendida como o número de relações ou conexões diretas de um vértice com os demais (DEL-VECCHIO et al., 2009). Assim, a centralidade de grau de um vértice mede a quantidade de ligações que um dado vértice possui com outros vértices da rede, ou seja, o número de arestas que o ligam aos demais, tratando de grafos simples, sem laços e não direcionados. Portanto, o grau de um vértice pode ser expresso também na matriz adjacência do grafo, sendo esta a expressão da relação das ligações entre os vértices de um grafo. Sendo assim, o grau (d_i) de um vértice i é definido por (NETTO, 2003):

$$d_i = \sum_{(f=1)}^n a_{if} \quad (1)$$

Onde a_{if} são os elementos da matriz de adjacência.

2.1.2 Centralidade de Intermediação

A centralidade de intermediação de um vértice mede a influência de um dado vértice nos demais da rede, influência esta medida pelo fato de que este vértice faz parte do caminho entre dois outros do grafo. Seja $\sigma(v_j, v_k)(v_i)$ o número de menores caminhos que ligam os vértices v_j e v_k passando por v_i e $\sigma(v_j, v_k)$ o total de caminhos mínimos entre v_j e v_k , com $v_j, v_k \in V$ e $v_j \neq v_k \neq v_i$, ela pode ser calculada pela equação (2) a seguir (DEL-VECCHIO et al., 2009):

$$c_B(v_i) = \sum_{\substack{v_j v_k \\ v_j \neq v_k \neq v_i, v_j \neq v_i}} \frac{\sigma_{v_j v_k}(v_i)}{\sigma_{v_j v_k}} \quad (2)$$

Portanto, a frequência com que um vértice se situa entre dois outros vértices do grafo, tomando como referência o menor caminho entre eles, é a centralidade de intermediação de tal vértice do grafo.

2.1.3 Centralidade de Autovetor

A centralidade de autovetor mede a importância de um vértice dadas as importâncias dos seus vizinhos (BONACICH, 1987; DE FREITAS, 2010). Isto significa que mesmo um vértice cujo grau não é elevado em relação aos outros pode ter sua centralidade elevada caso seus vizinhos possuam grau elevado.

Através da representação de um grafo por matriz, pode-se dizer também que esta medida corresponde às coordenadas do autovetor associado ao maior autovalor da matriz de adjacência do grafo (DEL-VECCHIO et al., 2009).

Portanto, a centralidade de autovetor mede a conexão de um vértice a outros com elevada centralidade de grau. A centralidade (Ceig) do vértice v_i é dada por:

$$C_{eig_i} = x_i \quad (3)$$

Onde x_i é a i -ésima coordenada do autovetor positivo unitário x associado ao maior autovalor da matriz de adjacência, isto é, x satisfaz a equação matricial $Ax = \lambda x$, onde λ é o maior autovalor de A .

2.2 Projetos

Gerenciamento de projetos é definido pelo instituto de referência no tema, o PMI, como a aplicação de conhecimentos e ferramentas para se planejar, executar e controlar projetos de forma eficiente e eficaz; sendo projetos entendido como um evento único com prazo definido de início e fim (PMBOK, 2004). (SLACK et al, 2009) define projeto como um conjunto de atividades, que tem um ponto inicial e um estado final definidos, persegue uma meta definida e usa um conjunto de recursos.

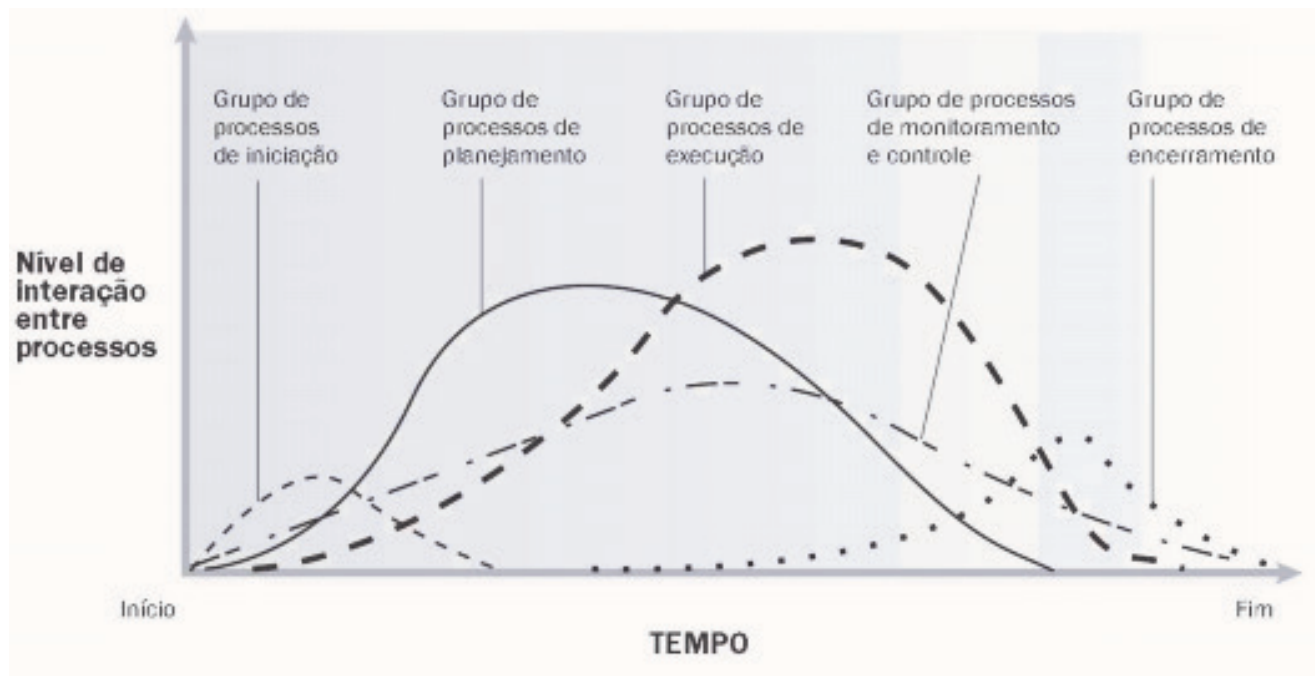


Figura 02 - Processos de um projeto
 Fonte: PMI (2013)

As etapas e atividades que compõem um projeto são detalhadas e acompanhadas através da EAP – Estrutura Analítica do Projeto. Dado que as atividades de um projeto são realizadas de forma sequencial e até mesmo realizadas de forma paralela em alguns casos, pode-se afirmar que as mesmas possuem uma relação de sucessão (atividades predecessoras e atividades sucessoras). Essas etapas também podem ser agrupadas

de acordo com sua semelhança e interdependência em níveis ou subprojetos.

Em um projeto de construção de usina geradora de energia elétrica de fonte renovável, por exemplo, pode-se agrupar as atividades e etapas da construção em função do escopo macro principal das atividades, sendo eles: (1) Projeto Civil; (2) Projeto Elétrico de Subestação; (3) Projeto Elétrico de Linha de Rede de Média Tensão; (4) Projeto

Elétrico de Linha de Alta Tensão/ Transmissão; (5) Projeto de Aquisição de Maquinário Específico. (BRACIANI, 2011). A relação entre as atividades e subprojetos de um grafo

podem ser vistas de modo equivalente a relação de ligação/ arestas entre os vértices de um grafo (GRASSI; STEFANI; TORRIERO, 2010).

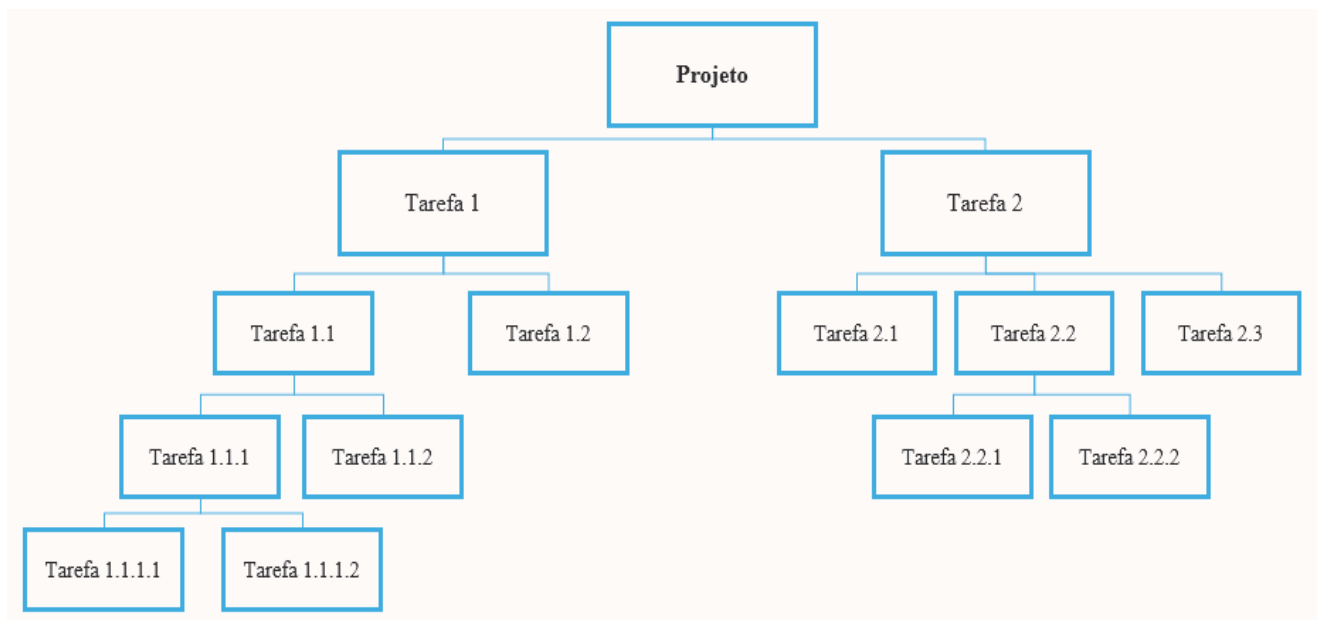


Figura 03 - Exemplo de EAP de projeto
Fonte: Autores

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia utilizada nesta pesquisa consistiu na identificação dos subprojetos de um projeto de construção de usinas geradoras de energia elétrica de fonte renovável de forma geral, através de pesquisa bibliográfica como etapa inicial, seguida pela etapa de definição da ligação e relação entre os subprojetos e suas atividades com foco no impacto em atraso no cronograma final, tendo em vista a relação de sucessores e predecessores entre eles.

As premissas utilizadas para conversão dos dados do projeto em um grafo foram dadas pelos seguintes pontos: (1) vértices do grafo: são os subprojetos do projeto de construção de usina geradora de energia elétrica de fonte renovável; (2) arestas do grafo: são as relações de impacto de atraso entre os subprojetos dado a relação de sucessão entre eles, ou seja, no caso de haver relação de impacto em cronograma final, dado um atraso em um dos subprojetos analisados par a par.

As etapas acima consistiram em representar o grafo formado pelos vértices e arestas em estudo, inserir os dados do grafo no software UCINET, calcular a centralidade de autovetor dos vértices e, por fim, analisar os resultados encontrados (BORGATTI; EVERETT; FREEMAN, 2002).

4. RELAÇÃO DOS SUBPROJETOS DE CONSTRUÇÃO DE USINA RENOVÁVEL EXPRESSO EM GRAFO

Sabe-se que cada projeto é um evento específico e único com data de início e fim determinados, o que torna cada projeto com características próprias e distintas de outros projetos. Porém, de maneira geral nota-se a existência de características comuns e padrão dado uma determinada segmentação por tipo de projeto. No caso em estudo, um projeto de construção de usina geradora de energia elétrica de fonte renovável, como eólico, solar, hídrico e biomassa, possuem de forma geral a seguinte Estrutura Analítica de Projeto expressa na figura 05.



Figura 04 - Fluxograma da metodologia
Fonte: Autores

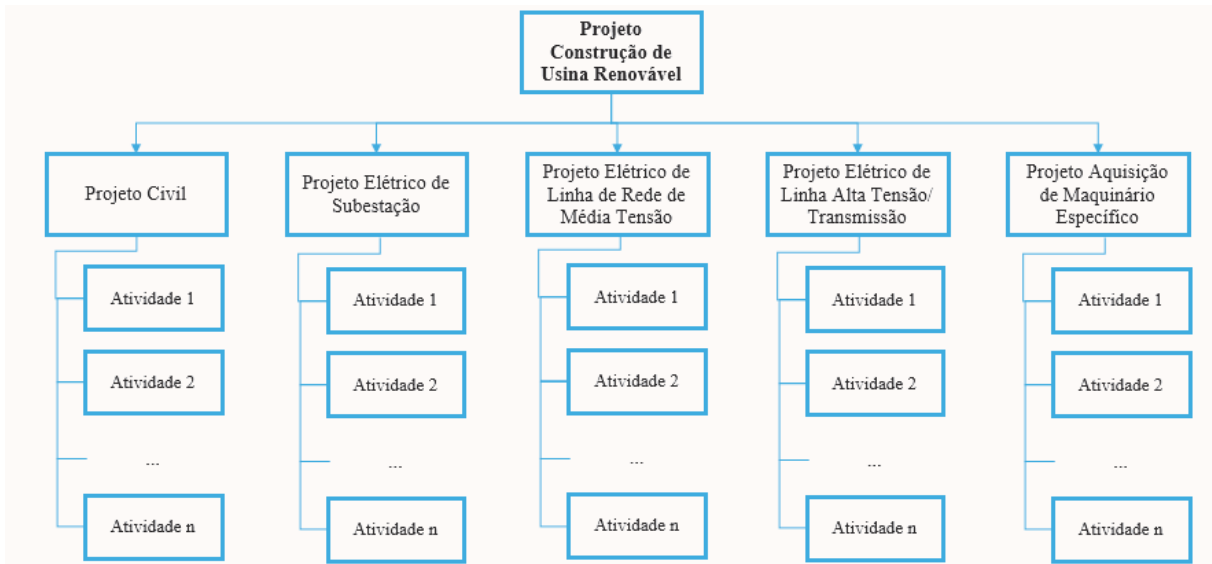


Figura 05 - EAP de projeto de construção de usina geradora de energia elétrica
Fonte: Autores

Subprojeto	Descrição
(1) Projeto Civil	Terraplanagem, construção e manutenção de acessos internos e externos, construção e manutenção do canteiro de obras.
(2) Projeto Elétrico de Subestação	Construção da subestação e bay, construção e teste da Sala de Controle e Comunicação, incluindo o fornecimento de geradores de material necessário.
(3) Projeto Elétrico de Linha de Rede de Média Tensão	Construção da linha de média tensão no interior do parque (lançamento de postes e cabos) desde o maquinário gerador até a subestação própria. Incluindo a conexão e teste de energização.
(4) Projeto Elétrico de Linha de Alta Tensão/Transmissão	Construção da linha de alta tensão no exterior do parque (lançamento de torres e cabos) desde a subestação própria até o bay de conexão da subestação da Distribuidora. Incluindo a conexão e teste de energização.
(5) Projeto de Aquisição de Maquinário Específico	Fornecimento, instalação e comissionamento dos maquinários geradores (Aerogeradores, turbina elétrica hídrica, painéis solares/conversores).

Tabela 01 - Descrição dos subprojetos
Fonte: Autores

Como descrito anteriormente, os subprojetos abordados no estudo são a consolidação de atividades do projeto dado sua semelhança em escopo e objetivo final. A descrição dos subprojetos está detalhada na tabela 01 acima.

Ao transformarmos a relação dos cinco subprojetos em estudo em vértices, tomamos posse de nomenclatura por letras em ordem alfabética a fim de facilitar a representação gráfica. A tabela 02 a seguir demonstra o depara entre os subprojetos e os vértices estabelecidos.

Vértice	Descrição
A	(1) Projeto Civil
B	(2) Projeto Elétrico de Subestação
C	(3) Projeto Elétrico de Linha de Rede de Média Tensão
D	(4) Projeto Elétrico de Linha de Alta Tensão/ Transmissão
E	Projeto de Aquisição de Maquinário Específico

Tabela 02 - Relação de vértices e subprojetos
Fonte: Autores

A etapa seguinte consiste na representação gráfica dos vértices determinados no estudo e suas arestas que retratam a relação de impacto em atraso de prazo dos subprojetos dois a dois. Considerando de forma os impactos, num primeiro momento como uma relação direcionada, tem-se a seguinte representação gráfica ilustrada na figura 06.

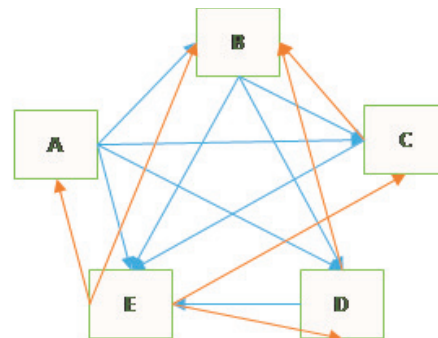


Figura 06 - Representação gráfica dos impactos em atraso dos subprojetos
Fonte: Autores

A descrição da relação de impacto em atraso em cronograma dos subprojetos dois a dois e uma breve justificativa desse impacto com base nas atividades que os compõem são detalhadas na tabela 03 após a seção 5 sobre resultados.

Dado que no presente estudo considera-se um grafo conexo simples e não direcionado (FAWCETT, 2006), tem-se o grafo final que representa o estudo conforme figura 07 a seguir. Sendo cada aresta a representação de impacto entre dois vértices independente do sentido e direção do mesmo.

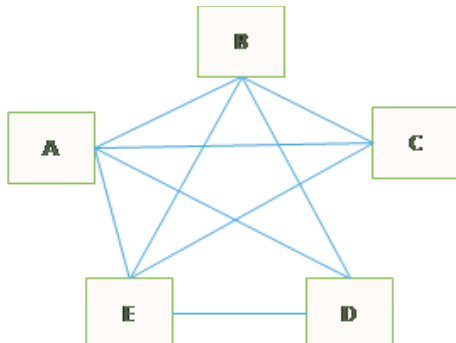


Figura 07 - Grafo em estudo
Fonte: Autores

5. RESULTADOS DO CÁLCULO DE CENTRALIDADE DE AUTOVETOR

Conforme descrito nos procedimentos metodológicos, utilizou-se do software UCINET para cálculo das centralidades de autovetor dos vértices em estudo. Através da ferramenta NetDraw, esse sistema também permite a representação gráfica dos vértices e arestas que forma o Grafo em estudo, conforme figura a seguir.

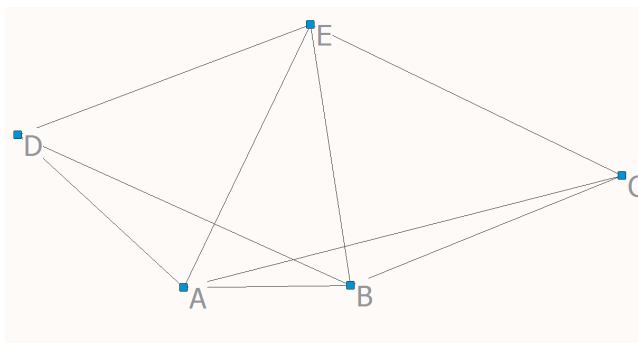


Figura 08 - Grafo plotado pelo NetDraw
Fonte: Autores

O sistema UCINET funciona através da inserção dos dados do Grafo através da Matriz Adjacência do mesmo, ou seja, da matriz que representa a existência ou não de ligação entre os vértices dois a dois. Ao inserir tais dados, calcula-se as características do Grafo, entre elas a centralidade de autovetor conforme fórmula descrita no item 2.1.3.

Os autovetores calculados do grafo em estudo se dão conforme a figura 09 a seguir:

```
Eigenvectors of MATRIZ ADJASCENCIA

      1
Eigen
vecto
r
-----
1 A 0.479
2 B 0.479
3 C 0.394
4 D 0.394
5 E 0.479

5 rows, 1 columns, 1 levels.
```

Figura 09 - Autovetores do grafo em estudo
Fonte: Autores

Pela centralidade de autovetor, dá-se que os vértices de maior índice são os nós mais centrais e impactantes no Grafo. No caso em estudo, representam os subprojetos cujos atrasos impactam mais o cronograma final do projeto total. São 3 os vértices de maior autovetor: (A) projeto civil; (B) Projeto Elétrico de Subestação e (E) Projeto de Aquisição de Maquinário Específico.

Tendo em vista o impacto do atraso do subprojeto no grafo representado pelo tamanho do vértice, tem-se a representação gráfica a seguir:

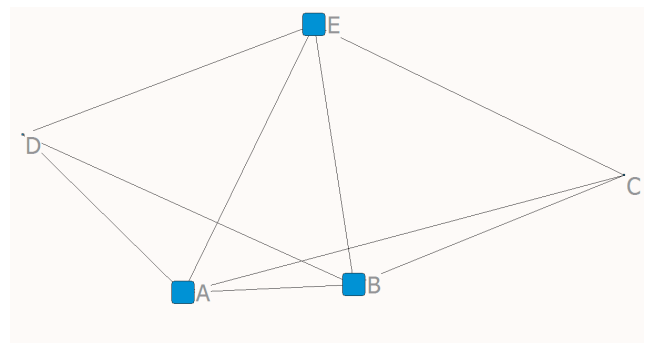


Figura 10 - Representação gráfica dos autovetores
Fonte: Autores

O sistema UCINET traz como resultado da análise os dados característicos, como menor autovetor, maior autovetor, autovetor médio, desvio-padrão dos resultados encontrados, entre outros. Esses dados estão detalhados na figura a seguir extraída do relatório final do sistema.

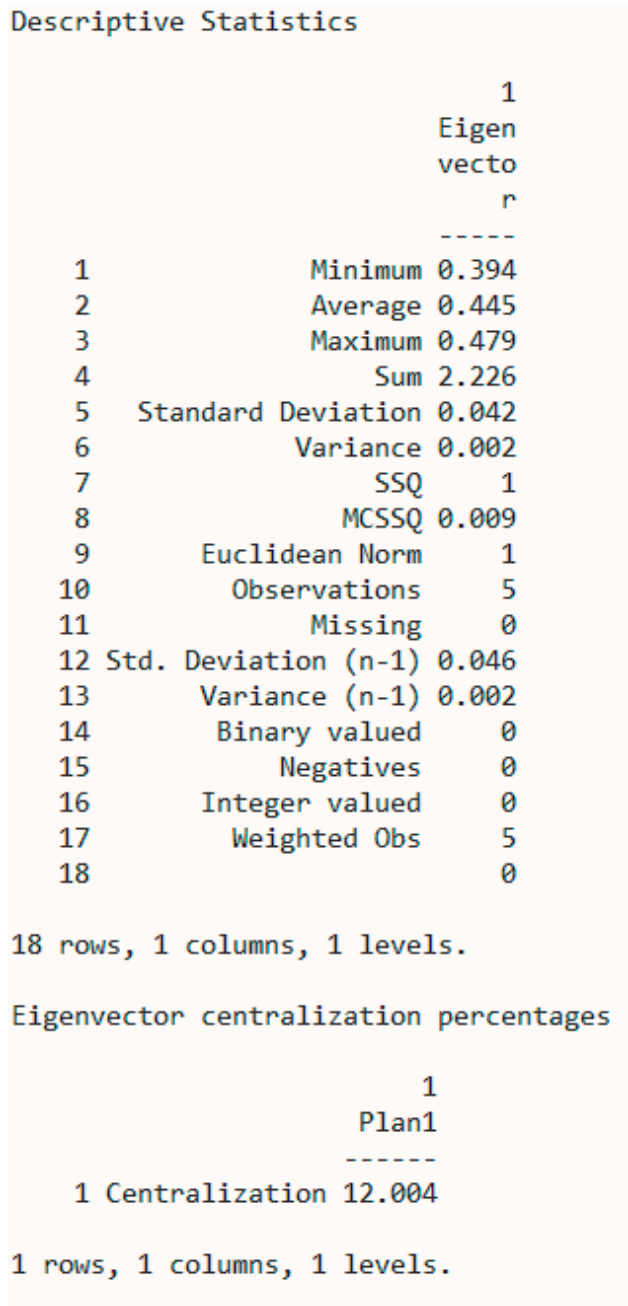


Figura 11 - Dados estatísticos do grafo em estudo
 Fonte: Autores

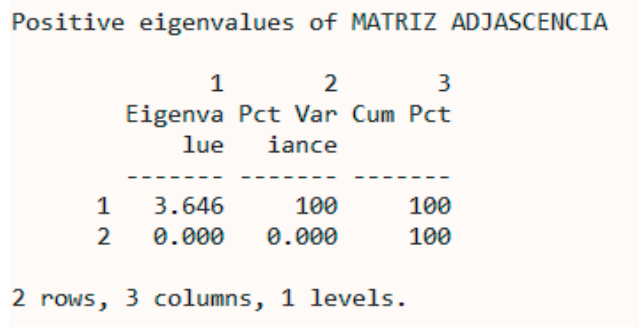


Figura 12 - Dados estatísticos do grafo em estudo
 Fonte: Autores

Aresta	Descrição da relação de atrasos
AB	Atraso na terraplanagem e construção de acessos internos e externos (A) acarreta em atraso no início da obra de construção da subestação (B) dado a impossibilidade de acesso de transporte e pessoal por não conclusão civil.
AC	Atraso na terraplanagem e construção de acessos internos e externos (A) acarreta em atraso no início da obra de construção da rede de média tensão (C) dado a impossibilidade de acesso de transporte e pessoal por não conclusão civil.
AD	Atraso na terraplanagem e construção de acessos internos e externos (A) acarreta em atraso no início da obra de construção da rede de alta tensão (D) dado a impossibilidade de acesso de transporte e pessoal por não conclusão civil.
AE	Atraso na terraplanagem e construção de acessos internos e externos, além de atrasos na concretagem de bases (A) acarreta em atraso no início da instalação do maquinário (E) dado a impossibilidade de acesso de transporte e pessoal por não conclusão civil. Atraso no comissionamento e testes dos maquinários (E) acarreta em atraso na manutenção de acessos internos, externos e canteiro (A).
BC	Atraso na finalização da subestação (B) acarreta em atraso da conexão e testes da linha de média tensão (C). Atraso na finalização da linha de média tensão (C) acarreta em atraso na conexão e testes da subestação (B).
BD	Atraso na finalização da subestação (B) acarreta em atraso da conexão e testes da linha de alta tensão (D). Atraso na finalização da linha de alta tensão (D) acarreta em atraso na conexão e testes da subestação (B).
BE	Atraso na finalização da subestação (B) acarreta em atraso do comissionamento dos maquinários geradores (E). Atraso no comissionamento e testes dos maquinários (E) acarreta em atraso na conexão e testes de subestação (B).
CE	Atraso na finalização da linha de média tensão (C) acarreta em atraso do comissionamento dos maquinários geradores (E). Atraso no comissionamento e testes dos maquinários (E) acarreta em atraso na conexão e testes na rede de média tensão (C).
DE	Atraso na finalização da linha de alta tensão (D) acarreta em atraso do comissionamento dos maquinários geradores (E). Atraso no comissionamento e testes dos maquinários (E) acarreta em atraso na conexão e testes da rede de alta tensão (D).

Tabela 03 - Descrição dos impactos de atraso em cronograma entre subprojetos
 Fonte: Autores

6. CONCLUSÃO

O estudo da aplicação de Teoria dos Grafos através dos conceitos de centralidade de autovetor em projetos de construção de usinas de geração de energia elétrica de fontes renováveis evidenciou a aplicabilidade do método no setor estudado.

Os vértices foram tidos como os subprojetos principais do projeto de construção; e as arestas a relação entre os subprojetos dados impactos em atraso de cronograma físico por interdependência de atividades e relação de sucessão entre as mesmas.

O grafo formado através dessa análise para estudo e aplicação do método, possui cinco vértices e nove arestas, sendo três vértices de grau quatro e dois vértices de grau três.

O cálculo da centralidade de autovetor apontou que os vértices que possuem os maiores graus são também os vértices de maior autovetor, e, portanto, os vértices de maior centralidade estudada. A centralidade de autovetor é a indicada para medir a rapidez na propagação de um efeito na rede de grafos.

Logo, os subprojetos representados pelos três vértices de maior centralidade são os responsáveis pela maior propagação de atraso no cronograma físico final do projeto. E, com isso, devem ser gerenciados e controlados atentamente a fim de mitigar atrasos nos mesmos para que o cronograma final acordado do projeto não apresente atraso significativos.

Por fim, como principais limitações percebidas tem-se a modelagem, que considera aspectos dos subprojetos como prováveis problemas na execução dos mesmos no canteiro de obras. No mais, como proposta para estudos futuros pode ser citado a combinação da com análise de grafos com análises tradicionais de cronograma, como por exemplo, o gráfico de Gantt para melhor visualização de "gaps" e oportunidades de melhoria.

REFERÊNCIAS

- BEAUCHAMP, M. A. An improved index of centrality. **Systems Research and Behavioral Science**, v. 10, n. 2, p. 161–163, 1965.
- BONACICH, P. Power and centrality: A family of measures. **American journal of sociology**, v. 92, n. 5, p. 1170–1182, 1987.
- BONDY, J. A.; MURTY, U. S. R. **Graph theory with applications**. [s.l.] Macmillan London, 1976. v. 290
- BORBA, E. M. **Medidas de centralidade em grafos e aplicações em redes de dados**. 2013. 77 f. Dissertação (Mestrado em Matemática Aplicada) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Matemática Aplicada, Porto Alegre, 2013.
- BORGATTI, S. P. Centrality and network flow. **Social networks**, v. 27, n. 1, p. 55–71, 2005.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN, L. C. Ucinet for Windows: Software for social network analysis. Harvard, MA: Analytic Technologies, 2002.
- BRACIANI, U. **Estrutura de custos para implantação das usinas de geração de energia elétrica no Brasil**. 2011. 84 f. Monografia (Bacharel em Ciências Econômicas) – Departamento de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.
- DE FREITAS, L. Q. Medidas de centralidade em grafos.

2010. 111 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Programa de Engenharia de Produção, Rio de Janeiro, 2010.

DEL-VECCHIO, R. R. et al. Medidas de centralidade da teoria dos grafos aplicada a fundos de ações no Brasil. In: XLI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL. **Anais...** Porto Seguro, 2009.

FAWCETT, T. ROC graphs with instance-varying costs. **Pattern Recognition Letters**, v. 27, n. 8, p. 882–891, 2006.

FREEMAN, L. C., 1978/79, "Centrality in Social Networks: Conceptual Clarification", **Social Networks**, v. 1, pp. 215-239.

GRASSI, R.; STEFANI, S.; TORRIERO, A. Centrality in organizational networks. **International Journal Of Intelligent Systems**, v. 25, n. 3, p. 253–265, 2010.

NETTO, P. O. B. **Grafos: teoria, modelos, algoritmos**. São Paulo: Edgard Blücher, 2003.

PMBOK, G. Um guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos. Project Management Institute. **Anais...** Newtown, 2004.

SLACK, N. et al. Administração da Produção. 3 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

AUTORES

LETÍCIA FERNANDES BELLA GOMES, M.Sc. | Universidade Federal Fluminense | Engenharia de Produção | Niterói, RIO DE JANEIRO (RJ) – Brasil | Correspondência para: R. Passo da Pátria, 152-470 – São Domingos, Niterói – RJ, 24210-240 | E-mail: leticiafbella@gmail.com

KARINE FÁTIMA DE FREITAS | Universidade Federal Fluminense | Engenharia de Produção | Rio das Ostras, RIO DE JANEIRO (RJ) – Brasil | Correspondência para: R. Recife, Lotes 1-7 – Jardim Bela Vista, Rio das Ostras -RJ, 28895532 | E-mail: karinefreitas@id.uff.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2212-1789>

RICARDO LUIZ FERNANDES BELLA, Dr. | Universidade Federal Fluminense | Engenharia de Produção | Rio das Ostras, RIO DE JANEIRO (RJ) – Brasil | Correspondência para: R. Recife, Lotes 1-7 – Jardim Bela Vista, Rio das Ostras -RJ, 28895532 | E-mail: ricardobella@id.uff.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1400-2309>

RENATA RAPOSO DEL-VECCHIO, Dra. | Universidade Federal Fluminense | Matemática | Niterói, RIO DE JANEIRO (RJ) – Brasil | Correspondência para: R. Passo da Pátria, 152-470 – São Domingos, Niterói – RJ, 24210-240 | E-mail: rrdelvecchio@id.uff.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6741-2403>

GILSON BRITO ALVES LIMA, Dr. | Universidade Federal Federal | Engenharia de Produção | Niterói, RIO DE JANEIRO (RJ) – Brasil | Correspondência para: R. Passo da Pátria, 152-470 – São Domingos, Niterói – RJ, 24210-240 | E-mail: glima@id.uff.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

GOMES, Letícia Fernandes Bella; FREITAS, Karine Fátima de; BELLA, Ricardo Luiz Fernandes; DEL-VECCHIO, Renata Raposo; LIMA, Gilson Brito Alves. Centralidade de Grafos Aplicada À Projetos de Energia Renovável. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 105-114, ago. 2020.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexus.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2020.v6.n4.105-114>.

DATA DE ENVIO: 23/06/2020

DATA DE ACEITE: 20/07/2020

ARGAMASSAS DE TERRA *VERSUS* CONVENCIONAIS: AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO AMBIENTAL CONSIDERANDO O CICLO DE VIDA

*EARTH VERSUS CONVENTIONAL MORTARS: ENVIRONMENTAL PERFORMANCE ASSESSMENT
CONSIDERING THE LIFE CYCLE*

LUCAS ROSSE CALDAS, Dr. | UFRJ

RAYANE DE LIMA MOURA PAIVA, M.Sc. | UFRJ

ADRIANA PAIVA DE SOUZA MARTINS, Dra. | UFRJ

ROMILDO DIAS TOLEDO FILHO, Dr. | UFRJ

RESUMO

Foram avaliados os potenciais impactos ambientais associados a diferentes argamassas de terra sem e com estabilizantes químicos (cal hidratada e cimento Portland) e tais impactos foram comparados com aqueles apresentados pelas argamassas convencionais de cimento, cal e areia. Foi utilizada a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), com o escopo do berço ao túmulo. Foram avaliadas quatro categorias de dano: Mudanças Climáticas, Saúde Humana, Qualidade dos Ecossistemas e Depleção de Recursos foram avaliadas. Os ligantes químicos constituíram os insumos mais impactantes para a produção de argamassas de terra estabilizada, quando a ênfase foi o desempenho ambiental. A vida útil do revestimento e o transporte da terra influenciaram significativamente as categorias de Saúde Humana e Qualidade do Ecossistema. Os revestimentos de terra, mesmo quando estabilizados, podem ter ganhos ambientais de até 80% para a categoria de Mudanças Climáticas, caso tenham a mesma vida útil que revestimentos convencionais. Portanto, esses revestimentos baseados em terra crua podem constituir uma alternativa com grande potencial ambiental para mitigação dos impactos associados aos revestimentos comumente aplicados nas edificações. Ressalta-se, entretanto, a necessidade de serem adequadamente especificados na etapa de projeto, assim como de utilizarem, sempre que possível, a terra disponível localmente.

PALAVRAS CHAVE: Argamassas ecoeficientes; Terra; ACV; Vida útil; Transporte

ABSTRACT

The potential environmental impacts of different earth mortar mixtures, with and without chemical stabilizers (hydrated lime and Portland cement), were evaluated and compared with conventional cement, lime, and sand mortars. We used the Life Cycle Assessment (LCA) methodology with a cradle-to-grave scope. Four damage categories were assessed: Climate Change, Human Health, Ecosystem Quality, and Resource Depletion. The chemical binders were the most environmentally impactful inputs for the stabilized earth mortars' production. The earth's coating, service life, and transportation were important mainly for the Human Health and Ecosystem Quality categories. Earth coatings, even when stabilized, can have up to 80% environmental gains for the Climate Change category if they have the same service life as conventional mortar coatings. Therefore, these coatings, based on raw earth, can be an alternative with the great environmental potential to mitigate the impacts of conventional coatings used in buildings. For this, they must be specified and used appropriately in the projects and as long as they use, preferably, locally available earth.

KEYWORDS: Eco-efficient mortars; Earth; LCA; Service life; Transportation



1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a preocupação ambiental e a busca por um desenvolvimento mais sustentável têm impulsionado o setor de argamassas de revestimento no sentido de desenvolver produtos de baixo impacto ambiental, que possuam um ciclo de vida menos poluente que as argamassas convencionais, baseadas em cimento e/ou cal. De forma convergente, a normalização brasileira avançou em relação aos requisitos mínimos de desempenho para os materiais, componentes e sistemas construtivos, enfatizando a importância da seleção de materiais baseada nos resultados de inventários de ciclo de vida dos produtos e no menor potencial de danos causados ao meio ambiente (ABNT NBR 15575, 2013).

Dentre as matérias-primas mais ecoeficientes que podem ser empregadas de forma alternativa destaca-se a terra: recurso natural, não poluente e não tóxico, incombustível, com elevada disponibilidade, capaz de ser aplicado por mão de obra não especializada, com boas propriedades higrotérmicas e que pode ser reciclado ao final do ciclo de vida (TORGAL; EIRES; JALALI, 2009).

Desde a antiguidade as argamassas desempenham importantes funções nos sistemas de vedação das edificações, contribuindo para a estanqueidade, o isolamento termoacústico, a absorção de movimentações, a resistência ao fogo e aos impactos, e consequentemente proporcionando salubridade e adequado conforto ambiental aos usuários (CARASEK, 2010). O emprego de revestimentos externos à base de cal e terra e internos à base de terra pode ser observado nos sistemas construtivos vernaculares (FARIA, 2018). Entretanto esses sistemas foram progressivamente abandonados com o advento dos materiais industrializados, a partir de meados do século XIX (FARIA; HENRIQUES; RATO, 2008).

Atualmente, no Brasil, as argamassas de terra têm recebido atenção crescente tanto de pesquisadores quanto de profissionais da construção civil, haja vista as entidades, redes de pesquisa e os eventos especializados no tema, tais como Associação Brasileira de Materiais Não Convencionais (ABMTENC), rede PROTERRA, congressos Terra Brasil, respectivamente, dentre outros. No entanto, quando se pensa no uso de sistemas de revestimento de menor impacto ambiental, além da etapa de produção dos materiais, é crucial que seja considerado o desempenho dos mesmos ao longo de todo o ciclo de vida. Um item importante para uma especificação mais sustentável é o comportamento de durabilidade da argamassa. Se as argamassas apresentarem maior durabilidade, consequentemente terão uma vida útil maior e necessitarão de reposições menos frequentes ao longo da vida útil.

Revestimentos de terra podem ter uma menor vida útil quando comparados a revestimentos de argamassas de cimento ou mistas (cimento e cal), fazendo com que o ganho ambiental inicial seja perdido com a quantidade de reposições durante o ciclo de vida da edificação. Desta forma, é importante determinar a vida útil mínima para os revestimentos de terra, capaz de torná-los ambientalmente vantajosos quando comparados com os convencionais. Uma das ferramentas que pode ser utilizada para obtenção desse parâmetro é a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV).

A ACV pode ser definida como uma metodologia de avaliação de potenciais impactos ambientais de um produto, processo ou serviço ao longo de seu ciclo de vida, que pode envolver desde a extração dos materiais, o transporte, o uso até o fim de vida. Nessa metodologia são quantificados os principais dados ambientais de entrada e saída, possibilitando uma avaliação objetiva e melhorando a tomada de decisão para uma gestão ambientalmente mais responsável (ABNT NBR ISO 14040, 2009). Nos últimos anos, a ACV tem sido frequentemente aplicada para a avaliação ambiental de produtos do setor da construção civil, sejam edificações, sistemas construtivos e materiais (ANAND; AMOR, 2017).

O revestimento de terra, quando aplicado em uma vedação vertical, pode ser substituído de forma global, abrangendo todo o pano de alvenaria, ou de forma pontual, abrangendo pequenas regiões do pano. O grau de intervenção vai depender de alguns fatores principais: composição e execução do revestimento, projeto arquitetônico (influência da cobertura e proteções), condições climáticas, preferência e condições (econômicas, sociais, etc.) dos usuários da edificação. O pior caso é a substituição total, conduzindo a maior consumo de material, e, consequentemente, impactos ambientais mais acentuados ao longo do ciclo de vida da edificação. Esses impactos ainda são majorados, de forma adversa, quando os materiais utilizados na reposição estão localizados em áreas distantes da edificação. Portanto, esses dois fatores, vida útil do revestimento e distância de transporte dos materiais, podem influenciar de forma significativa nos impactos ambientais do revestimento argamassado.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os potenciais impactos ambientais de argamassas e revestimentos internos e externos à base de terra, areia e estabilizados com cal e/ou cimento, que podem ser utilizados sobre blocos cerâmicos ou de concreto, e estimar os valores mínimos de vida útil que esses revestimentos precisam apresentar para obtenção de um melhor desempenho

ambiental, quando comparados a revestimentos convencionais, de cimento e cal. Foi avaliado também como diferentes distâncias de transporte dos materiais utilizados na produção e como a reposição do revestimento influenciam nos impactos do ciclo de vida.

O presente trabalho inova por apresentar uma avaliação ambiental para argamassas de terra levando em consideração a realidade brasileira, não tendo sido encontrado nenhum estudo similar no país. Traz como contribuição a avaliação ambiental de um tipo de revestimento argamassado não convencional, porém com potencial de ser amplamente utilizado no Brasil, podendo atender tanto às demandas de novas edificações em áreas rurais e urbanas quanto às intervenções de restauro em edificações históricas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A utilização da terra como material de construção é utilizada desde os primórdios da humanidade em diferentes sistemas construtivos. Dentro deste contexto as argamassas de terra podem ser utilizadas para diferentes finalidades tais como argamassas de assentamento, argamassas de reparação para paredes monolíticas e argamassas de revestimento interno e externo (VITOR *et al.*, 2020). O interesse pelas argamassas de terra com e sem estabilização tem sido objeto de pesquisa e aplicação tanto em países desenvolvidos como Espanha, Itália, Portugal e França (MELIÀ *et al.*, 2014; GARCÍA-VERA; LANZÓN, 2018; PERROT *et al.*, 2018; SANTOS *et al.*, 2019;) quanto em países em desenvolvimento como, por exemplo, Índia, Ghana, Botswana e Burkina Faso (NGOWI, 1997; HEMA *et al.*, 2017; KULSHRESHTHA *et al.*, 2020; DANSO; MANU, 2020). No Brasil, o emprego dessas argamassas destina-se principalmente para a restauração de centros históricos como Salvador - BA, São Luís - MA, Pirenópolis - GO, Diamantina - MG, Ouro Preto - MG e Olinda - PE (UNESCO, 2019) e para técnicas modernas e sustentáveis de construção (ATELIER O'R, 2019). Vitor *et al.* (2020) avaliaram a aderência e a aplicabilidade de diferentes argamassas de revestimento de terra em paredes de *bahareque* em uma construção na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

No ano de 2013 foram publicadas na Alemanha as primeiras normas específicas para argamassas de terra sem ligantes químicos: DIN 18946 (*Earth masonry mortar – Requirements, test and labelling*) e DIN 18947 (*Earth plasters – requirements, test and labelling*). Portanto, em função da ausência de referências normativas específicas para argamassas de terra estabilizadas, observou-se que a maioria dos estudos internacionais utilizam as normas europeias EN 1015-11 (CEN, 1999) a EN 1015-12 (CEN, 2016) (*Methods*

of test for mortar for masonry), enquanto os nacionais utilizam a NBR 13281 (ABNT, 2005), todas elaboradas para argamassas convencionais.

De acordo com Eires *et al.* (2014) e Faria (2016) as argamassas de terra estabilizadas quando comparadas com argamassas apenas de cal podem apresentar vantagens econômicas e ambientais porque consideram na sua formulação a fração argila como ligante.

A terra, na forma de material escavado ou na forma de resíduo de construção e demolição (RCD), tende a ser um recurso abundante, de baixo custo e disponível localmente, o que confere ao material credenciais econômicas e ambientais muito vantajosas. Essas argamassas de terra estabilizadas também possuem vantagens técnicas tais como trabalhabilidade, boas propriedades mecânicas e termohígricas, resistência à ação da água e erosão, retração controlada, redução da porosidade e da permeabilidade, além de serem naturalmente pigmentadas, o que pode ser aproveitado esteticamente (SANTOS *et al.*, 2014).

A incorporação de areia contribui para a otimização do esqueleto granular e redução da retração por secagem (QUAGLIARINI; LENCI, 2010; PERROT *et al.*, 2018). Na Figura 1 são observadas três regiões argamassadas, com misturas contendo areia (partes esquerda e superior direita) e apenas terra (parte inferior direita).



Figura 01 - Aplicação de revestimento de terra sobre alvenaria de blocos de concreto durante o evento Terra Brasil 2018, Rio de Janeiro
Fonte: Autores (2018).

Existem poucas experiências sobre a aplicação da metodologia de ACV em materiais construtivos à base de terra, sendo que alguns merecem destaque, como é

apresentado a seguir. Serrano *et al.* (2013) desenvolveram uma terra compactada estabilizada (SRE) visando à melhoria das propriedades térmicas através de materiais de mudança de fase (PCM) micro encapsulados. A incorporação de PCM na dosagem das misturas proporcionou otimização das propriedades térmicas, entretanto, os impactos ambientais aumentaram consideravelmente devido ao PCM micro encapsulado. Os autores concluíram que o uso desse material exige obrigatoriamente uma seleção adequada dos mesmos para diminuir os impactos ambientais em pesquisas futuras.

Melià *et al.* (2014) compararam através da ACV os impactos ambientais de argamassas de terra (ligante natural) com argamassas industriais convencionais (ligantes industrializados: cimento e/ou cal). Os resultados mostraram que o desempenho ambiental dos materiais de terra, cuja produção é baseada em processos simples que requerem quantidade relativamente pequena de energia, é substancialmente melhor do que o desempenho das argamassas convencionais. O maior componente de impacto é, para todas as argamassas, a energia consumida proveniente de combustíveis fósseis, responsável por uma faixa de 63% a 85% da energia incorporada total. No entanto, os maiores impactos das argamassas comerciais decorrem principalmente das emissões de CO₂ durante o processo de calcinação na fabricação de cimento. Por outro lado, o transporte é muito importante, pelo menos em termos relativos, na determinação do impacto geral dos rebocos de terra. Isso destaca a importância de encontrar fontes locais de matérias-primas para não diminuir os benefícios ambientais dos produtos naturais de construção.

Christoforou *et al.* (2016) estudaram o ciclo de vida, por meio da ACV, da fabricação de tijolos de adobe onde diferentes cenários de produção foram analisados: (1) produção no local com solo localmente disponível e palha ou serragem transportada, (2) produção no local com solo e palha / serragem transportados, e (3) produção industrial. Os resultados, em termos de energia incorporada e emissões de CO₂, confirmaram que a minimização das necessidades de transporte e a utilização de recursos disponíveis localmente podem afetar significativamente a pegada ambiental de um sistema de produção de adobe. Eles também mostraram que o uso de serragem em vez de palha de trigo conduziu a um melhor desempenho ambiental do produto final. A energia e o carbono incorporados foram comparados com dados equivalentes referentes a outros materiais comuns de alvenaria, destacando a vantagem ecológica apresentada pelo material.

Ouellet-Plamondon e Habert (2016) avaliaram a pegada de carbono de um concreto de argila autoadensável e verificaram que o impacto Mudanças Climáticas desse material é inferior ao do concreto convencional produzido na Suíça.

Arrigoni *et al.* (2017) avaliaram a relevância de dois testes de durabilidade reconhecidos (erosão acelerada com a pulverização de água e perda de massa devido à escovação) e relacionaram os resultados à resistência e ao impacto ambiental de várias misturas de terra compactada. Os resultados demonstraram que é possível ter misturas duráveis de terra compactada, mesmo sem o uso de estabilizantes químicos com elevados impactos ambientais.

Marcelino-Sadaba *et al.* (2017) empregaram a ACV para avaliar tijolos cerâmicos queimados e não queimados e verificaram que o processo de queima é uma das etapas mais impactantes devido ao consumo de combustíveis. Sendo assim os tijolos não queimados possuem menores impactos ambientais. Por outro lado, possuem um desempenho mecânico muito inferior. Com base nos resultados obtidos os autores ressaltaram a necessidade de definir muito bem a aplicação de cada tipo de tijolo. Apontaram também que uma das maiores dificuldades da pesquisa foi obter dados de inventário que levassem em conta a variabilidade do solo.

Ben-Alon *et al.* (2019) avaliaram a demanda de energia e emissões de CO₂-eq no ciclo de vida de um sistema de Cob com argamassa de terra, em comparação com uma parede de alvenaria de blocos de concreto e *wood framing*. O sistema de Cob apresentou ganhos consideráveis, de até 75%, em relação ao consumo de energia, e de até 80% em termos de emissões. Fernandes *et al.* (2019) aplicaram a ACV para o estudo de terra compactada e blocos comprimidos de terra para o contexto de Portugal e verificaram redução nos impactos ambientais em torno de 50% quando os sistemas de terra são comparados com as paredes de tijolos cerâmicos e blocos de concreto.

Miranda e Yuba (2016) quantificaram as emissões de CO₂ e energia incorporada de paredes de taipa de pilão no Brasil, utilizando a ACV modular (ACV-m). Eles compararam esse sistema com alvenaria de blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto moldado *in loco*. Os referidos autores concluíram que a taipa de pilão é mais vantajosa que os outros sistemas quando as microfibras de polipropileno não são consideradas no escopo do estudo.

Martins *et al.* (2018) analisaram o desempenho ambiental de materiais compósitos constituídos por uma matriz de solo-cimento autoadensável reforçada com diferentes teores de fibras de sisal através da ACV. Foram avaliados os impactos ambientais de cada mistura

produzida e os resultados foram normalizados em relação aos parâmetros de resistência mecânica (resistência à compressão e à tração) e de durabilidade (absorção capilar). Os resultados obtidos indicaram que a mistura com teor de fibras de 1,0% apresentou o melhor desempenho em comparação com uma parede de blocos cerâmicos vazados revestida com argamassa convencional.

Com base na pesquisa realizada na literatura verificaram-se algumas conclusões comuns, entre elas: (1) o uso da terra como material de construção tende a ter um baixo impacto ambiental, por requerer processamento simples, exceto nos casos em que as distâncias de transporte são longas (que dependerá das características locais e geográficas de cada país); (2) o estabilizante químico (cal ou cimento) quando utilizado se mostra como o material mais impactante, principalmente para o impacto de potencial de aquecimento global; (3) é recomendado a substituição de parte desse estabilizante por materiais menos impactantes, como resíduos de outros processos industriais com propriedades pozolânicas; (4) os materiais à base de terra quando comparados com outros convencionais apresentam vantagens ambientais significativas. Dentre os materiais avaliados, os que mais têm recebido atenção são os painéis monolíticos de terra compactada e os tijolos/blocos, provavelmente devido ao fato de serem os elementos principais de uma vedação vertical. Especificamente sobre argamassas de revestimento de terra foi encontrado somente um estudo, o que mostra ser um campo com necessidade de ser mais explorado.

Foi verificado também na maioria dos trabalhos de ACV encontrados que a análise de sensibilidade de parâmetros importantes para materiais à base de terra, como por exemplo distância de transporte (principalmente da terra) e vida útil, não são investigados, o que evidencia a existência de uma lacuna de conhecimento que será explorada no presente estudo.

3. MÉTODO

3.1 Composição das argamassas avaliadas

Os traços (em volume) das argamassas convencionais adotadas no estudo foram 1:2:9 e 1:3:12 (cimento: cal: areia), obtidos do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) (3), de códigos 88715 e 87295, respectivamente. Foram avaliadas nove argamassas de terra, sendo três delas sem estabilizante (uso interno): 1:1,9; 1:2,4 e 1:3,8 (terra: areia) e seis estabilizadas, três com cal e três com cimento, para uso no lado externo. Os traços em massa das argamassas de terra foram

desenvolvidos em laboratório a partir de traços obtidos na literatura, sendo: 1:0,05:3,75 (terra: cal: areia ou terra: cimento: areia); 1:0,10:3,70 (terra: cal: areia: água ou terra: cimento: areia) e 1:0,15:3,65 (terra: cal: areia: ou terra: cimento: areia). Para todos os traços foi adicionado um volume de água mínimo necessário à obtenção de boa trabalhabilidade e facilidade de aplicação manual.

3.2 Avaliação do ciclo de vida (ACV)

A ACV é dividida em quatro etapas, segundo a NBR ISO 14040 (ABNT, 2009): (1) Definição do objetivo, escopo e unidade funcional; (2) Inventário do ciclo de vida; (3) Avaliação do impacto do ciclo de vida; (4) Interpretação. Essas etapas serão descritas a seguir.

3.2.1 Definição do Objetivo, escopo e Unidade Funcional

O presente estudo de ACV tem os seguintes objetivos: (1) comparar diferentes misturas de argamassa de terra e convencionais (em m³); (2) avaliação para a vedação vertical, considerando a unidade funcional adotada; (3) e (4) Análises de sensibilidade relacionadas ao teor de estabilizante e distância de transporte do solo.

O escopo considerado consistiu nas etapas de produção dos materiais utilizados na argamassa (A1-A3), transporte até o canteiro de obras (A4), mistura e execução da argamassa (A5) e reposição das argamassas (de terra), considerando o transporte das novas argamassas e destinação final das antigas (B4). Foi também avaliada a etapa de fim de vida (C1-C4), como é verificado na Figura 2.

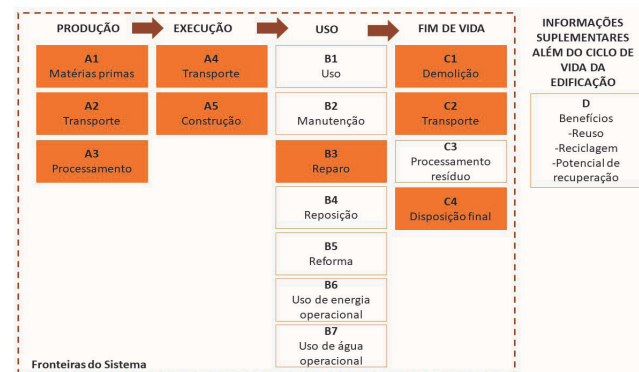


Figura 02 - considerado no estudo Escopo conforme organização da EN 15804 (CEN, 2012)
 Fonte: Autores (2020).

Foi utilizada como unidade funcional a “área de vedação vertical de 1 m²” com revestimento argamassado em ambos os lados, com espessura de 30 mm de cada lado (interno e externo). Para o lado externo foi considerado revestimento com cal hidratada ou cimento

Portland, terra e areia, enquanto que para o lado interno foi considerado revestimento de terra e areia de traço 1:2,4 (em massa). Para as argamassas convencionais foi considerada a aplicação em ambos os lados da alvenaria sobre uma camada de chapisco (5 mm de cada lado), sendo constituídas por uma camada única (25 mm de cada lado). Foram contabilizados somente os revestimentos argamassados, sendo que o substrato da vedação vertical (exemplo: blocos cerâmicos) e revestimento final não foram incluídos.

As argamassas e os sistemas de revestimento avaliados apresentam diferentes formulações, resultando em desempenhos distintos. Entretanto essas diferenças tornam-se diluídas quando consideramos o sistema de vedação vertical de forma global, incluindo também os acabamentos após o revestimento de argamassa (pintura ou cerâmica). Essa abordagem já foi utilizada por outros estudos de ACV de revestimentos argamassados como o de Caldas *et al.* (2020b), e, portanto, pode ser considerado válido.

O estudo foi conduzido segundo a NBR ISO 14040 (ABNT, 2009) e NBR ISO 14044 (ABNT, 2009) e as recomendações da EN 15804 (CEN, 2012).

3.2.2 Análise de inventário do ciclo de vida

Foram avaliadas as argamassas em volume (m³) para posterior avaliação na unidade funcional adotada, em m². Para o inventário do ciclo de vida foram utilizados dados do banco de dados do Ecoinvent v. 3.3, com adaptação à realidade brasileira para o consumo de energia elétrica, transporte e para o tipo de cimento utilizado. Para o solo foi considerada a produção de argila, com extração mecanizada do material. No caso da areia britada, foram levadas em conta as operações para sua britagem. Foi utilizado o cimento Portland CP II-E32 (NBR 16.697 (ABNT, 2018)), considerando 5% de filer e 10% de escória de alto forno. Para a cal hidratada (NBR 7175 (ABNT, 2003)) foram analisadas as etapas de produção e ensacamento. A água foi retirada da avaliação devido a sua pequena participação nos impactos ambientais (menor que 1% para as categorias de impacto avaliadas).

Para a etapa A4 foi adotado o transporte rodoviário com caminhões de carga de 10-32 toneladas, do tipo EURO 3, disponibilizados no Ecoinvent v.3.3. Para as distâncias de transporte foram adotados valores mínimos, intermediários e máximos, considerando uma variação dependendo dos insumos. Os valores adotados foram de 5, 50 e 200 km para a terra; 50, 200 e 500 km para cimento e cal; e 20, 50 e 100 km para areia, com base no estudo de Martins *et al.*

(2018). Essa variação foi calculada como desvio-padrão nos resultados encontrados. Na etapa A5 foi considerado que as argamassas são misturadas em betoneira de 400 L, com potência de 2 CV, retirado do banco de dados do SINAPI (2017) e que o trabalho de execução do revestimento é realizado manualmente, e, portanto, não sendo contabilizados os impactos ambientais para esse processo.

Para o fim de vida (C1-C4) das argamassas substituídas foram adotadas distâncias de transporte de 20, 40 e 60 km e destinação em aterro de resíduos inertes. Metodologia similar àquela empregada por Martins *et al.* (2018). A água foi desconsiderada da avaliação após ter sido verificado que sua participação é desprezível, menor que 1% (regra de corte adotada), para todas as categorias de impacto avaliadas. O resumo dos dados utilizados está apresentado na Tabela 1.

Insumos	Datasets e fontes
Terra	Clay {RoW}, Ecoinvent v. 3.3
Cimento Portland CII-E32	Modelado pelos autores com base Cement, Portland {RoW}, Blast furnace slag {GLO} e Limestone, crushed, for mill {RoW}, MME (2018) e Ecoinvent v. 3.3
Areia britada	Sand {RoW} gravel and quarry operation, Ecoinvent v. 3.3
Cal hidratada CHI	Lime, hydrated, packed {RoW}, Ecoinvent v. 3.3
Eletricidade para mistura	Electricity, medium voltage {BR}, Ecoinvent v. 3.3
Transporte materiais e resíduos	Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 {GLO}, Ecoinvent v. 3.3
Aterro resíduos inertes	Inert waste, for final disposal {RoW} treatment of inert waste, inert material landfill, Ecoinvent v. 3.3

Tabela 01 - Insumos e atividades principais consideradas no inventário do ciclo de vida. Legenda **Fonte:** Autores (2020).

3.2.3 Avaliação do impacto do ciclo de vida

Foi utilizado o método de avaliação de impactos do ciclo de vida (AICV) IMPACT 2002+, considerando as seguintes categorias de impactos ambientais: (1) Mudanças Climáticas; (2) Saúde Humana; (3) Qualidade dos Ecossistemas; e (4) Depleção de Recursos. A modelagem foi realizada no software SimaPro v.8.5.

Nesse método, as categorias de impacto orientadas a problema ("midpoint") - potencial de aquecimento global, eutrofização, acidificação, depleção da camada de ozônio, etc. - são agrupados em quatro categorias de danos que podem ser considerados do tipo "endpoint", conforme Humbert *et al.* (2012). Esse método foi escolhido por reduzir as categorias de impacto avaliadas e facilitar a interpretação dos resultados.

3.2.4 Estimativa da quantidade de reposições dos revestimentos de argamassa de terra

Para a etapa de reposição da argamassa de revestimento terra (B4), além da etapa de produção, transporte e aplicação dos materiais utilizados no novo revestimento, foi contabilizado o revestimento de terra antigo que é removido, transportado e enviado para destinação final, conforme recomendações da EN 15804 (CEN, 2012).

As atividades de manutenção, reparo e substituição (módulos de B2, B3, B4, respectivamente) envolvem tipicamente intervenções periódicas (isto é, substituições de materiais ou elementos) para assegurar o desempenho funcional da edificação. Essa avaliação calcula o número de vezes que uma tarefa ocorre durante a vida útil da construção, de acordo com a Equação 1, que é utilizada por Bowick (2018).

$$N_x = \frac{(S - F_x)}{F_x} \quad (1)$$

onde,

N_x é o número de vezes que a tarefa x ocorre, considerando arredondamento; S é o período de estudo da referência do edifício (em anos); F_x é a frequência da tarefa para a tarefa x (anos).

Posteriormente foi utilizada a Equação 2 para calcular o total de material substituído ao longo da vida útil da edificação.

$$Q_{x,y} = N_x \times M_y \times P_{x,y} \quad (2)$$

onde,

$Q_{x,y}$ é a quantidade total de material y substituído devido à tarefa x ; N_x é o número de vezes que a tarefa x ocorre; M_y é a quantidade total de material y na construção; $P_{x,y}$ é a porcentagem de M_y substituído devido à tarefa x .

Foi considerado a vida útil da edificação (S) como sendo de 50 anos, conforme a ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013). Como foi realizado uma análise de sensibilidade para saber qual a vida útil mínima do revestimento de terra, a frequência da tarefa (F_x) variou de 1 ano a 50 anos. O parâmetro $P_{x,y}$ foi considerado igual a 100%, ou seja, todo o revestimento é substituído.

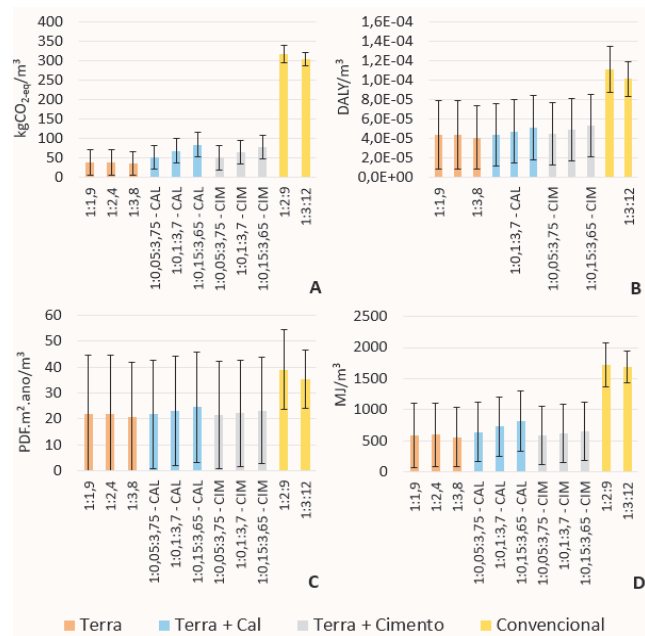
Para as argamassas convencionais de cimento e cal adotou-se que não haverá reposição das mesmas (mesma vida útil da edificação de 50 anos). Embora as argamassas de terra utilizadas nas faces internas e externas da fachada sejam diferentes, foi considerado que ambas são substituídas durante a reposição do revestimento e enviadas para aterro de resíduos inertes. Foi contabilizado que o revestimento de tinta acrílica também é substituído nos revestimentos com argamassa de terra, considerando o *dataset Acrylic varnish, without water, in 87.5% solution state {GLO}* do Ecoinvent v. 3.3. Outras atividades como limpeza não foram consideradas.

Brás e Faria (2017) propuseram uma equação para a estimativa da vida útil das argamassas à base de cimento e cal hidráulica, para estudos de ACV, com base na perda do ligante da argamassa devido ao efeito de lixiviação. No entanto, decidiu-se não aplicar o modelo, tendo em vista que as argamassas estudadas no presente estudo são à base de terra e algumas delas foram confeccionadas com cal hidratada.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Avaliação das argamassas

Nas Figuras 3, 4, 5 e 6 são apresentados os potenciais impactos ambientais das diferentes argamassas avaliadas (em m^3), sem considerar a unidade funcional.



CAL – Argamassas de terra com cal hidratada. CIM – Argamassas de terra com cimento Portland.

Figura 03 - Comparação dos potenciais impactos ambientais das argamassas avaliadas (em m^3). (A) Mudanças Climáticas. (B) Saúde Humana. (C) Qualidade do Ecossistema. (D) Depleção de Recursos.

Fonte: Autores (2020).

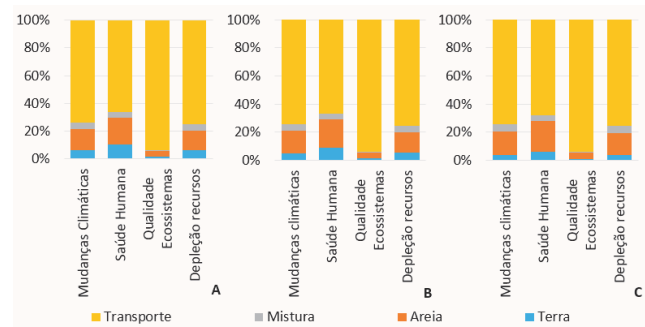


Figura 04 - Argamassa de terra sem ligante químico. (A) Traço 1:0,05:3,75. (B) Traço 1:0,1:3,7. (C) Traço 1:0,15:3,65. As barras de erros representam a variação nas distâncias de transporte utilizadas para a produção das argamassas.

Fonte: Autores (2020).

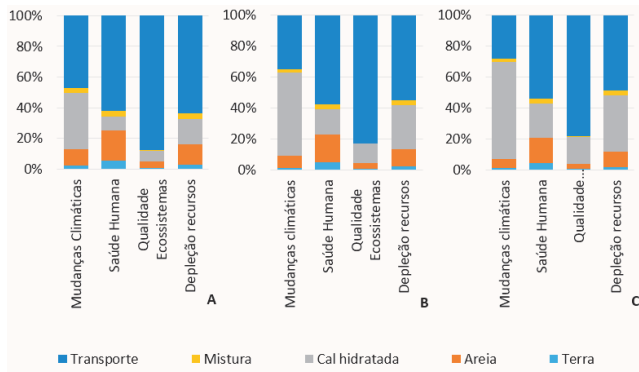


Figura 05 - Argamassa de terra com cal hidratada. (A) Traço 1:0,05:3,75. (B) Traço 1:0,1:3,7. (C) Traço 1:0,15:3,65.

Fonte: Autores (2020).

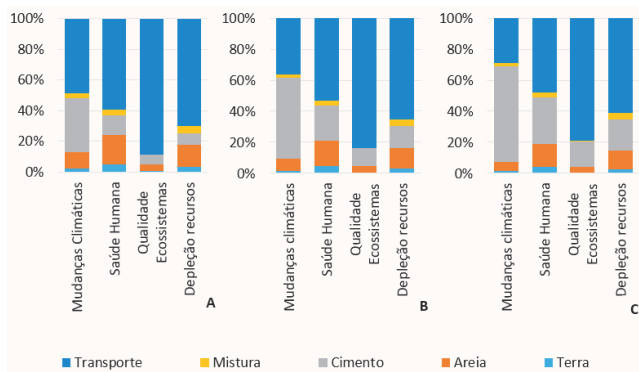


Figura 06 - Argamassa de terra com cimento, traços em massa. (A) Traço 1:0,05:3,75. (B) Traço 1:0,1:3,7. (C) Traço 1:0,15:3,65.

Fonte: Autores (2020).

Para as argamassas de terra e areia, a areia foi o material mais impactante. A sua produção a partir do processo de britagem gera um maior consumo de diesel de acordo com os dados utilizados, quando comparado com a extração da argila (material considerado no inventário). Vale ressaltar que o teor de areia no traço da argamassa vai depender do tipo de terra utilizada (em função da quantidade e natureza de argilominerais). É uma prática comum, durante a execução de revestimentos de terra, a adição de areia para diminuir o efeito de retração plástica e retração por secagem, que ocorrem principalmente em terras muito argilosas. A redução da fissuração associada à retração é uma medida muito importante quando se considera a questão da durabilidade e da vida útil, tendo em vista que as fissuras abrem caminho para ingresso de água e outros agentes deletérios.

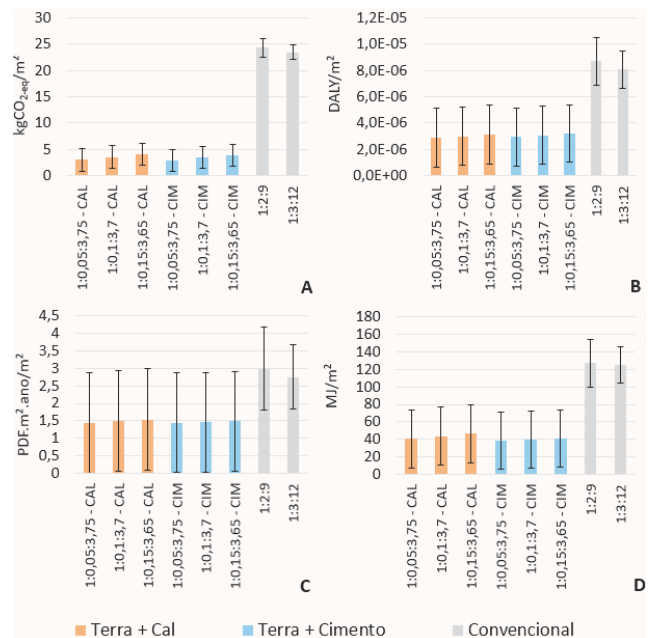
Para as argamassas de terra estabilizada, os estabilizantes químicos (cal e cimento) foram os materiais mais impactantes para todas as categorias de impacto avaliadas. Arrigoni *et al.* (2017) e Martins *et al.* (2018), que estudaram terra estabilizada comprimida e terra autoadensável

com fibras de sisal, respectivamente, verificaram que o estabilizante químico (cimento) foi o insumo mais impactante, corroborando os resultados encontrados no presente trabalho. Fernandes *et al.* (2019) também estudaram o sistema de terra comprimida estabilizada com cal e concluíram que a cal é um dos materiais mais impactantes. Isso se dá pelo fato de serem materiais industriais de elevada intensidade energética e não estarem tão próximos aos locais de uso, como a terra (na maioria dos casos).

Quando são avaliadas distâncias intermediárias e máximas, o transporte apresentou maior participação nas etapas avaliadas para as argamassas de terra. Esse fato está relacionado à pequena contribuição de impactos para a extração de terra e pelo fato de o processo de mistura das argamassas (que normalmente consome energia elétrica) apresentar uma participação que pode ser desprezada. Em alguns casos, como construções mais simples e locais com menor quantidade de recursos e condições de logística, a mistura pode ser realizada de forma manual, o que resulta em impactos ambientais nulos nessa etapa.

4.2 Avaliação da vedação vertical

Na Figura 7, são apresentados os potenciais impactos ambientais dos revestimentos avaliados, considerando as etapas produção dos materiais, transporte e execução do revestimento (A1-A5) e fim de vida do revestimento (C1-C4) e a unidade funcional definida (em m²).



CAL – Argamassas de terra com cal hidratada. CIM – Argamassas de terra com cimento Portland.

Figura 07 - Comparação dos potenciais impactos ambientais dos revestimentos avaliados (em m²). (A) Mudanças Climáticas. (B) Saúde Humana. (C) Qualidade do Ecosistema. (D) Depleção de Recursos.

Fonte: Autores (2020).

Os revestimentos de terra quando comparados com as argamassas convencionais apresentam menores potenciais impactos ambientais, principalmente para as categorias de Mudanças Climáticas, Saúde Humana e Depleção de Recursos, chegando a diferenças de 80%, para a primeira categoria.

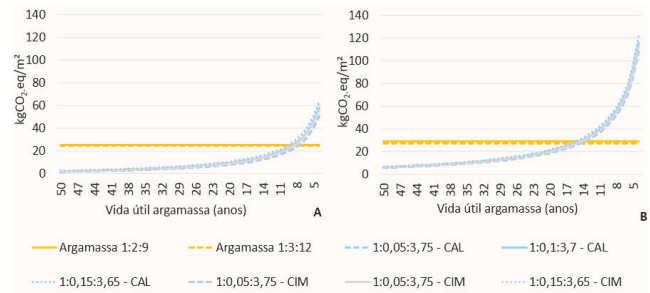
A maior diferença na categoria de Mudanças Climáticas se deve ao fato de grande parte do impacto das argamassas convencionais estar relacionado ao processo de calcinação do cimento Portland e da cal hidratada, que libera CO₂ na reação química. Caldas e Toledo Filho (2018) verificaram que esses materiais em conjunto são responsáveis por mais de 80% do impacto para essa categoria de impacto. Em contrapartida, o baixo teor de ligantes químicos nas argamassas de terra faz esse impacto diminuir.

A variação nas distâncias de transporte dos insumos constituiu um fator bastante importante, principalmente para os revestimentos de terra, em especial para a categoria de Qualidade do Ecossistema, que possui uma grande influência da queima de diesel. Caldas *et al.* (2020a) também verificaram uma grande participação da etapa de transporte para essa categoria de dano, quando são avaliadas edificações de container.

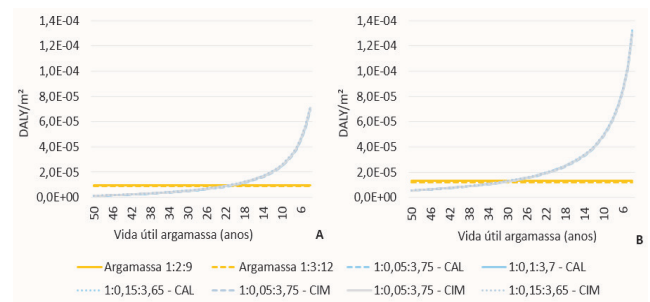
Dentre as etapas do ciclo de vida consideradas, a produção dos insumos (A1-A3) e transporte (A4) foram os mais impactantes, somando mais de 90%. As etapas de mistura (A5) e fim de vida (C1-C4) tiveram participação pouco expressiva, sendo que juntas somaram menos de 10% dos impactos. Isso aconteceu para as quatro categorias avaliadas. Esses resultados se justificam porque nessas etapas ocorre somente consumo de energia elétrica para a mistura e consumo de diesel para o transporte (sendo consideradas pequenas distâncias, de 20 a 60 km), e a destinação final é o processo de aterramento.

4.3 Análise de sensibilidade da vida útil e distâncias de transporte

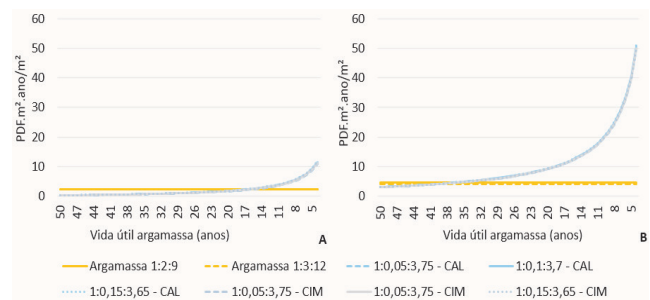
Nas Figuras 8, 9, 10 e 11, são apresentados cenários quando são considerados os diferentes valores de vida útil e distâncias de transporte (mínimas e máximas) das argamassas de terra para os danos avaliados. Nas Tabelas 2 e 3, são apresentados os valores de vida útil mínimos necessários para que as argamassas de terra sejam ambientalmente mais vantajosas (para as quatro categorias avaliadas) que as convencionais.



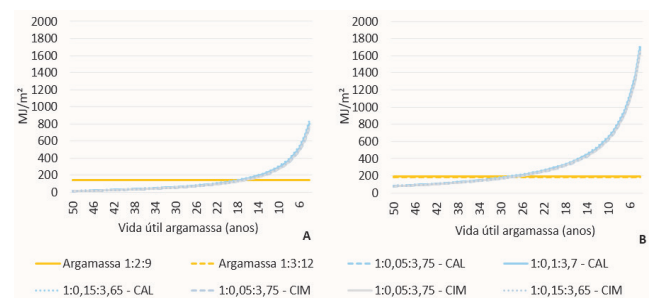
CAL – Argamassas de terra com cal hidratada. CIM – Argamassas de terra com cimento Portland.
Figura 08 - Avaliação da vida útil das argamassas de terra para a categoria de Mudanças Climáticas. (A) Distâncias mínimas. (B) Distâncias máximas
Fonte: Autores (2020).



CAL – Argamassas de terra com cal hidratada. CIM – Argamassas de terra com cimento Portland.
Figura 09 - Avaliação da vida útil das argamassas de terra para a categoria de Saúde Humana. (A) Distâncias mínimas. (B) Distâncias máximas.
Fonte: Autores (2020).



CAL – Argamassas de terra com cal hidratada. CIM – Argamassas de terra com cimento Portland.
Figura 10 - Avaliação da vida útil das argamassas de terra para a categoria de Qualidade do Ecossistema. (A) Distâncias mínimas. (B) Distâncias máximas.
Fonte: Autores (2020).



CAL – Argamassas de terra com cal hidratada. CIM – Argamassas de terra com cimento Portland.
Figura 11 - Avaliação da vida útil das argamassas de terra para a categoria de Depleção de Recursos. (A) Distâncias mínimas. (B) Distâncias máximas.
Fonte: Autores (2020).

Categorias de impacto	1:0,05:3,75 CIM	1:0,1:3,7 CIM	1:0,15:3,65 CIM
Mudanças climáticas - Min	8	8	8
Mudanças climáticas - Max	15	15	16
Saúde humana - Min	21	21	22
Saúde humana - Max	29	29	30
Qualidade ecossistema - Min	16	16	17
Qualidade ecossistema - Max	39	40	40
Depleção de recursos - Min	16	16	17
Depleção de recursos - Max	27	27	28

Verde – menor valor de vida útil mínima do revestimento de terra. Vermelho – maior valor de vida útil mínima do revestimento de terra.

Tabela 02 - Valores de vida útil mínimas necessárias para que o revestimento de terra seja mais vantajoso que o revestimento argamassado convencional contemplando os cenários de transporte (mínimo - Min e máximo - Max).

Fonte: Autores (2020).

Categorias de impacto	1:0,05:3,75 CAL	1:0,1:3,7 CAL	1:0,15:3,65 CAL
Mudanças climáticas - Min	8	9	9
Mudanças climáticas - Max	15	16	16
Saúde humana - Min	21	21	22
Saúde humana - Max	29	29	30
Qualidade ecossistema - Min	16	16	17
Qualidade ecossistema - Max	39	40	40
Depleção de recursos - Min	17	17	18
Depleção de recursos - Max	28	28	29

Verde – menor valor de vida útil mínima do revestimento de terra. Vermelho – maior valor de vida útil mínima do revestimento de terra.

Tabela 03 - Valores de vida útil mínimas necessárias para que o revestimento de terra seja mais vantajoso que o revestimento argamassado convencional contemplando os cenários de transporte (mínimo - Min e máximo - Max).

Fonte: Autores (2020).

Para os cenários envolvendo maiores distâncias de transporte dos materiais, os valores de vida útil dos revestimentos de terra precisam ser maiores caso se deseje maior competitividade em relação aos revestimentos convencionais. Principalmente quando se considera na avaliação o transporte dos novos materiais e do revestimento antigo incluindo sua destinação final.

Para a categoria de Mudanças Climáticas, em um cenário de menores distâncias de transporte dos insumos, o revestimento de terra precisaria ter pelo menos uma vida útil de 8 anos. Por outro lado, para o cenário de maiores distâncias, a vida útil precisaria ser de, pelo menos, 16 anos, considerando as combinações mais impactantes (traços 1: 0,05: 3,65).

Para as outras categorias de dano, esse intervalo foi de 21 a 30 anos para Saúde Humana, 16 a 40 anos para a Qualidade do Ecossistema e 17 a 29 anos para a Depleção de Recursos. Portanto, evidencia-se a importância da elaboração de projetos que aumentem a vida útil dos revestimentos de terra, incorporando consequentemente detalhes construtivos tais como proteção da base, beirais maiores e proteções laterais (como por exemplo brises), objetivando maximizar o potencial dos ganhos ambientais.

Brás e Faria (2017) verificaram a importância de considerar a vida útil de revestimentos à base de cimento e cal, mostrando que um maior impacto ambiental de produção (no caso desses revestimentos o potencial de aquecimento global) pode ser compensado com a ampliação da vida útil ao longo do ciclo de vida da edificação. Elas observaram que argamassas com maior teor de cimento na composição, embora tenham um maior impacto ambiental inicial, possuem um menor impacto global, pois a vida útil é aumentada devido à diminuição do fenômeno de lixiviação.

A categoria de Qualidade do Ecossistema, seguida da Saúde Humana e Depleção de Recursos, foram as mais influenciadas pela distância de transporte da terra, aumentando consideravelmente a vida útil mínima necessária. Isso se dá pelo fato dessas categorias de dano serem sensíveis à queima de diesel que ocorre durante o transporte.

A categoria de Depleção de Recursos foi a mais influenciada pela tinta, que também será reposta quando o revestimento argamassado de terra for substituído.

4.4 Análise de sensibilidade do teor de estabilizante e distância de transporte da terra

Ainda em relação ao transporte, verifica-se que a terra em si é o material que exerce maior impacto, fato este também verificado por Martins *et al.* (2018) e Ben-Alon *et al.* (2019), corroborando, de forma quantitativa, para a recomendação de usar terra local, isto é, quando existir terra em quantidade e qualidade disponível próxima ao canteiro de obras. Como o estabilizante químico é o material de maior impacto, talvez seja mais interessante obter uma terra mais distante, mas que requeira um menor teor de estabilizante.

Pensando nisso foi realizada uma análise de sensibilidade, onde foram considerados teores de cal de 2,5%; 5%; 10% e 15% (em relação à massa de terra), sendo considerado para o

caso de 15% um solo local com distância de 5 km. E para os teores de 2,5%; 5% e 10% foi verificado até quais valores de distâncias a terra utilizada na mistura das argamassas pode ser transportada. Nas Figuras 12 e 13, são apresentados os resultados quando a análise de sensibilidade é realizada considerando diferentes teores de estabilizantes químicos, cal e cimento, respectivamente, e distância de transporte da terra utilizada.

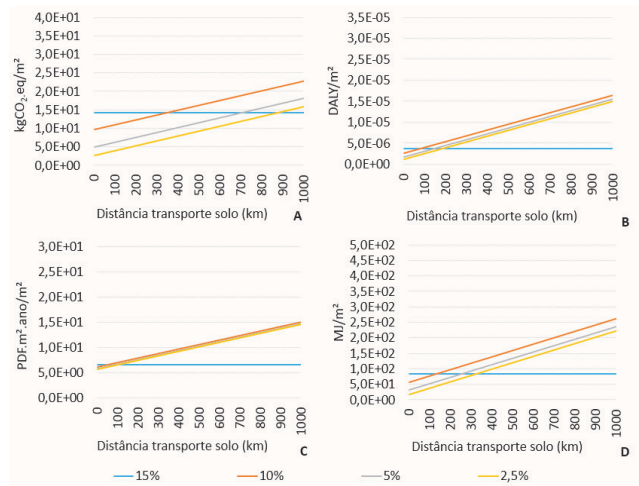


Figura 12 - Análise de sensibilidade entre teor de cal e distância de transporte do solo nos impactos ambientais do revestimento de terra (em m²). (A) Mudanças Climáticas. (B) Saúde Humana. (C) Qualidade do Ecossistema. (D) Depleção de Recursos.
Fonte: Autores (2020).

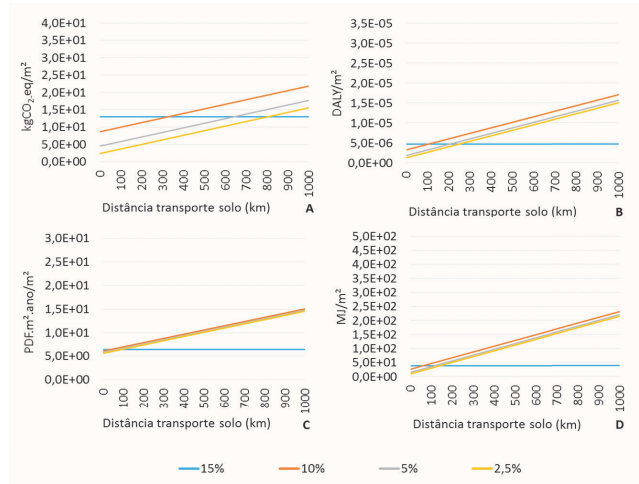


Figura 13 - Análise de sensibilidade entre teor de cimento e distância de transporte do solo nos impactos ambientais do revestimento de terra (em m²). (A) Mudanças Climáticas. (B) Saúde Humana. (C) Qualidade do Ecossistema. (D) Depleção de Recursos.
Fonte: Autores (2020).

Com base nos resultados verifica-se que para o dano de Mudanças Climáticas é mais vantajoso utilizar solos de locais mais distantes, podendo chegar a uma distância superior a 850 km (para cal) e 800 km (para o cimento), caso seja necessário um teor de estabilizante de 2,5% (na hipótese de os solos serem de melhor qualidade e precisarem de um menor teor de estabilizante).

Por outro lado, para as outras categorias de dano, principalmente para Qualidade dos Ecossistemas, o uso de terra de locais mais distantes não é uma alternativa tão vantajosa, com um limite estimado de no máximo 100 km, para ambos os ligantes, devido ao impacto da queima do diesel para essa categoria, que é superior aos impactos dos ligantes químicos.

Comparando os dois cenários com ligantes químicos diferentes, a maior diferença ocorre para a categoria de Depleção de Recursos. Para o caso da cal é mais vantajoso utilizar solos de melhor qualidade, porém mais distantes, com distância até 300 km, do que aumentar seu teor na mistura. Isso ocorre porque a produção de cal tem um impacto superior ao dobro da produção de cimento para essa categoria de dano.

Esses achados são importantes quando se pensa em uma especificação ambientalmente mais responsável de revestimentos de terra, tendo em vista que a terra é um material natural e não homogêneo e pode ter sua disponibilidade comprometida, tanto em quantidade (por exemplo em locais muito adensados (CORDEIRO *et al.*, 2019), quanto em qualidade. Pensando em um futuro próximo, em que são incentivadas cidades cada vez mais compactas, do ponto de vista da sustentabilidade e economia de recursos, como aponta Leite (2010), é de se esperar que o uso de terra local para centros urbanos seja cada vez mais difícil. Por outro lado, nos centros urbanos muito adensados pode existir a oferta de terra de obras de terraplanagem e obras de escavação de pavimentos subterrâneos, pois quanto maior o adensamento maior tende a ser o aproveitamento dos níveis subterrâneos.

Essa discussão mostra a importância de se avaliar diferentes alternativas, do ponto de vista ambiental, para a produção de revestimentos de terra mais adequados e mais duráveis.

Esses resultados também evidenciam que dependendo do impacto ambiental avaliado as diretrizes de projeto e especificação podem ser completamente diferentes. Dessa forma, pensando em uma especificação de menor impacto ambiental, é importante definir primeiramente qual o impacto que se pretende reduzir, em seguida pensar nas estratégias e possibilidades disponíveis e por fim compatibilizar as variáveis visando à obtenção de uma solução particularizada otimizada.

5. CONCLUSÕES

Embora os revestimentos de terra apresentem menores potenciais impactos ambientais que os convencionais, uma vida útil menor pode mudar completamente a avaliação dos resultados finais. Por outro lado, se eles tiverem

uma vida útil similar à dos revestimentos convencionais, é possível obter consideráveis ganhos ambientais, por exemplo, podendo chegar a mais de 80% de redução para o impacto de Mudanças Climáticas. Verificou-se que a disponibilidade local de solo, o tipo e teor de estabilizante químico e a vida útil são fatores importantes para uma especificação ambiental de argamassas de terra.

Dependendo da qualidade do solo local, em alguns casos, como para o impacto de Mudanças Climáticas e Depleção de Recursos, é mais vantajoso utilizar solos de distâncias maiores se eles necessitarem de um menor teor de estabilizante químico. Por outro lado, para impactos na Saúde Humana e Qualidade do Ecossistema, o uso de solos locais constituiu um item mais importante que o aumento do teor do estabilizante. Nessa ótica, cada caso e categoria de impacto devem ser avaliados de forma pontual.

Esse estudo contribuiu para definição de parâmetros de projeto importantes para a formulação de revestimentos de terra, com base em um melhor desempenho e sustentabilidade ambiental. Esses achados podem auxiliar o desenvolvimento de uma norma sobre especificação de argamassa de terra para a realidade brasileira com base em critérios ambientais e vida útil, corroborando os requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2013).

Para estudos futuros pretende-se explorar como outros requisitos de desempenho, como higrotérmico e acústico, podem influenciar nos impactos ambientais do ciclo de vida desses revestimentos, como também incluir a avaliação de outros materiais de revestimento, por exemplo, cerâmica e rochas ornamentais. Pretende-se também correlacionar modelos de vida útil mais precisos para essas argamassas, com base em resultados experimentais, como foi apresentado por Brás e Faria (2017).

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer o apoio e concessão de bolsas de doutorado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

REFERÊNCIAS

ANAND, C. K. and AMOR, B. Recent developments, future challenges and new research directions in LCA of buildings: A critical review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, January 2017, vol. 67, nº1, p. 408-416.

ARRIGONI, A.; BECKETT, C.; CIANCIO, D.; DOTELLI, G. Life cycle analysis of environmental impact vs. durability of stabilized rammed earth. **Construction and Building Materials**, v. 142, n. 1, p.128-136. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 14040**: Gestão Ambiental - Avaliação do Ciclo de vida. Rio de Janeiro, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 15575**: Edificações Habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 16697**: Cimento Portland – Requisitos. Rio de Janeiro, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR 7175**: Cal hidratada para argamassas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2003.

ATELIER O'R, **Site oficial**. 2019 Disponível em: <><http://atelieroreilly.com.br/?p=5079>. Consulta em setembro de 2019.

BEN-ALON, A.; LOFTNESS, V.; HARRIES, V. K.; DIPIETRO, G.; HAMEEN, E. C. Cradle to site Life Cycle Assessment (LCA) of natural vs conventional building materials: A case study on cob earthen material. **Building and Environment**. 160, p. 1-10., 2019.

BOWICK, M. Brock Commons Tallwood House, University of British Columbia An Environmental Building Declaration According to EN 15978 Standard. **Athena Sustainable Materials Institute**, 2018.

BRÁS, A. and FARIA, P., November 2017. Effectiveness of mortars composition on the embodied carbon long-term impact. **Energy and Buildings**, v. 154, p. 523-528, 2017.

CALDAS, L. R.; ABREU-HARBICH, L. V.; HORA, K. E. R. Avaliação ambiental de alternativas construtivas de um edifício container. **PARC Pesquisa Em Arquitetura E Construção**, v. 11, e020008, 2020a.

CALDAS, L. R.; CARVALHO, M. T. M.; TOLEDO FILHO, R. D. Avaliação de estratégias para mitigação dos impactos ambientais de revestimentos argamassados no Brasil. **Ambiente Construído**, v. 20, n.3, p. 343-362, 2020b.

CALDAS, L. R.; TOLEDO FILHO, Romildo Dias, Avaliação do Ciclo de Vida de materiais cimentícios utilizados no Brasil: estudo para argamassas, graute e bloco de concreto. **LALCA - Revista Latino-amer. em Aval. do Ciclo de Vida**, Brasília, v. 2, n. 2, p. 34-61, 2018.

CARASEK, H. Argamassas. In: ISAIA, G.C. (Ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e**

- Engenharia de Materiais.** São Paulo: IBRACON, 2ª edição, volume 2, Capítulo 28, p. 893-944, 2010.
- CEN (1998) - **EN 1015-3:** Methods of test for mortar for masonry - Part 3: Determination of consistence of fresh mortar (by flow table), Brussels.
- CEN (1999) - **EN 1015-11:** Methods of test for mortar for masonry - Part 11: Determination of flexural and compressive strength of hardened mortar, Brussels.
- CEN (2012) - **EN 15804:** Sustainability of construction works: environmental product declarations: core rules for the product category of construction products. Brussels.
- CEN (2016) - **EN 1015-12:** Methods of test for mortar for masonry. Part 12: Determination of adhesive strength of hardened rendering and plastering mortars on substrates, Brussels.
- CHRISTOFOROU, E.; KYLILI A, FOKAIDES PA, IOANNOU I, Cradle to site life cycle assessment (LCA) of adobe as a building element, **Journal of Cleaner Production**, v. 112, n. 20, p. 443-452, 2016.
- CORDEIRO, C. C. M. et al. Construções vernáculas em terra: perspectiva histórica, técnica e contemporânea da taipa de mão. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v. 10, p. e01906, 2019.
- DAMME, H.; HOUBEN, H. Earth concrete. Stabilization revisited. **Cement and Concrete Research**, v. 114, p. 90-102, 2018.
- DANSO, H.; MANU, D. Influence of coconut fibres and lime on the properties of soil-cement mortar. **Construction and Building Materials**, v.12, p. 1-12, 2020.
- EIRES, R.; CARDOSO, C.; CAMÕES A. Argamassas de terra e cal reforçadas com fibras naturais. **Anais... Primeiro Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis**, Portugal, 2014
- EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION. **CEN EN 15804:** sustainability of construction works: environmental product declarations: core rules for the product category of construction products. Brussels, 2012.
- FARIA, P. Argamassas de cal e terra: características e possibilidades de aplicação. **Ambiente Construído**, v. 18, n. 4, p. 49-62, 2018.
- FARIA, P. Argamassas de terra e cal - características e campos de aplicação, **Anais...V Jornadas Fiscal, Fórum Ibérico de Cal**, p. 277 – 286, 2016
- FARIA, P.; HENRIQUES, F.; RATO, V. Comparative Evaluation of Aerial Lime Mortars for Architectural Conservation. **Journal of Cultural Heritage**, v. 9, n. 3, p. 338-346, 2008.
- FERNANDES, J.; PEIXOTO, M.; MATEUS, R.; GERVÁSIO, H. Life cycle analysis of environmental impacts of earthen materials in the Portuguese context: Rammed earth and compressed earth blocks, **Journal of Cleaner Production**, v. 241, n.20, 82-86, 2019.
- GARCÍA-VERA, V.E.; LANZON, M. Physical-chemical study, characterization and use of image analysis to assess the durability of earthen plasters exposed to rain water and acid rain, **Construction and Building Materials**, v.187, p. 708-717, 2018.
- GOMES, M. I.; FARIA, P.; GONÇALVES, T. D. Earth-based mortars for repair and protection of rammed earth walls. Stabilization with mineral binders and fibers. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p.2401-2414, 2018.
- HEMA, C.M.; MOESEKE, G.V.; EVRAD, A.; COURARD, L.; MESSAN, A. Vernacular housing practices in Burkina Faso: representative models of construction in Ouagadougou and walls hygrothermal efficiency. **Energy Procedia**, v. 122, p. 535-540, 2017.
- KULSHRESHTHA, Y.; MOTA, N.J.A.; JAGADISH, K.S.; BREDENOORD, J.; VARDON, P.J.; VAN LOOSDRECHT, M.C.M.; JONKERS, H.M. The potential and current status of earthen material for low-cost housing in rural India. **Construction and Building Materials**, v.247, pp. 1-14, 2020.
- LEITE, C.. Cidades sustentáveis? Desafios e oportunidades. **ComCiência**, Campinas, n. 118, 2010.
- MARCELINO-SADABAA, S.; KINUTHIA, J.; OTI, J. E.; SECO, A. 2017. Challenges in Life Cycle Assessment (LCA) of stabilized clay-based construction materials. **Applied Clay Science**, v. 144, p. 121–130, 2017.
- MARTINS, A. P. S.; CALDAS, L. R, PAIVA, R. L. M.; TOLEDO FILHO, R. D. Avaliação do ciclo de vida de compósitos solo-cimento-fibras de sisal considerando diferentes distâncias de transporte. VII Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. In: **Anais...Rio de Janeiro**, 2018.
- MELIÀ, P.; RUGGIERI, G.; SABBADINI, S.; DOTELLI, D. Environmental impacts of natural and conventional building materials: a case study on earth plasters. **Journal of Cleaner Production**, v. 80, p. 179 – 186, 2014.
- MIRANDA, A.; YUBA, A. N.. Comparação de impactos ambientais de sistemas construtivos de paredes utilizando avaliação do ciclo de vida modular. In: **Anais... ENTAC**, 16., 2016, São Paulo. **Anais[...]** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

NGOWI, A.B. Improving the traditional earth construction: a case study of Botswana. **Construction and Building Materials**, v.11, n.1, p. 1-7, 1997.

OUELLET-PLAMONDON, C. M.; HABERT, G. Self-Compacted Clay based Concrete (SCCC): proof-of-concept. **Journal of Cleaner Production**, v. 117, p. 160-168, 2016.

PERROT, A.; RANGEARD, D.; MENASRIA, F.; GUIHÉNEUF, S. Strategies for optimizing the mechanical strengths of raw earth-based mortars. **Construction and Building Materials**, v. 167, p. 496 – 504, 2018.

QUAGLIARINI, E.; LENCI, S. The influence of natural stabilizers and natural fibres on the mechanical properties of ancient Roman adobe bricks. **Journal of Cultural Heritage**, v.11, p. 309 – 314, 2010.

SANTOS, T.; FARIA, P.; SILVA, V. Can an earth plaster be efficient when applied on different masonries? **Journal of Building Engineering**, v.23, pp. 314-323, 2019.

SANTOS, T.; SILVA, V.; FARIA, P. Caracterização de Argamassa Pré-Dosada de Terra, I Simpósio de **Argamassas e Soluções Térmicas de Revestimento**, 2014

SERRANO, S.; BARRENECHE, C; RINCÓN, L.; BOER, D.; CABEZA, L. F. Optimization of three new compositions of stabilized rammed earth incorporating PCM: Thermal properties characterization and LCA, **Construction and Building Materials**, v.47, p. 872 – 878, 2013.

SINAPI. **Cadernos Técnicos de Composições para Argamassas e Grautes**. Lote 1, Caixa Econômica Federal, 2017.

SOUZA, D. M.; LAFONTAINE, M.; CHARRON-DOUCET, F.; CHAPPERT, B.; KICAK, K.; LIMA, L. Comparative life cycle assessment of ceramic brick, concrete brick and cast-in-place reinforced concrete exterior walls. **Journal of Cleaner Production**, v.137, n. 20, p. 70-82, jan. 2016.

TORGAL; F. P.; EIRES; R. M. G.; JALALI, S. **Construção em Terra**. Guimarães: Publidisa, 2009.

UNESCO, **Historic Centre of Brazil**, 2019 site: <http://www.unesco.org>

VITOR, A. O.; LISBÔA, S.; LIBRELOTTO, L. I. Argamassas de revestimento com terra: finalização do protótipo Experimental em bambu da UFSC. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v.6, n.1, p.29-44, 2020.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3108-2833>

LUCAS ROSSE CALDAS, Dr. | Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) | Programa de Engenharia Civil (COPPE/PEC) | Rio de Janeiro, RJ - Brasil | Correspondência para: NUMATS/COPPE/UFRJ –Avenida Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bloco I-110, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21945-970 | E-mail: lrc@coc.ufrj.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9392-9238>

RAYANE DE LIMA MOURA PAIVA, M.Sc. | Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) | Programa de Engenharia Civil (COPPE/PEC) | Rio de Janeiro, RJ - Brasil | Correspondência para: NUMATS/COPPE/UFRJ –Avenida Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bloco I-110, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21945-970 | E-mail: rayane@coc.ufrj.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6448-2641>

ADRIANA PAIVA DE SOUZA MARTINS, Dra. | Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) | Programa de Engenharia Civil (COPPE/PEC) | Rio de Janeiro, RJ - Brasil | Correspondência para: NUMATS/COPPE/UFRJ –Avenida Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bloco I-110, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21945-970 | E-mail: adrianapsmartins@globocom

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5867-4452>

ROMILDO DIAS TOLEDO FILHO, Dr. | Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) | Programa de Engenharia Civil (COPPE/PEC) | Rio de Janeiro, RJ - Brasil | Correspondência para: NUMATS/COPPE/UFRJ –Avenida Athos da Silveira Ramos, Centro de Tecnologia, Bloco I-110, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, Rio de Janeiro, RJ, 21945-970 | E-mail: toledo@coc.ufrj.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

CALDAS, Lucas Rosse; PAIVA, Rayane de Lima Moura; MARTINS, Adriana Paiva de Souza; FILHO, Romildo Dias Toledo. Argamassas de Terra *Versus* Convencionais: Avaliação do Desempenho Ambiental Considerando o Ciclo de Vida. **MIX Sustentável, [S.l.]**, v. 6, n. 4, p. 115-128, ago. 2020. 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.MIX2020.v6.n4.115-128>.

DATA DE ENVIO: 21/05/2020

DATA DE ACEITE: 20/07/2020

FIBRAS VEGETAIS E COMPÓSITOS NA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA

VEGETAL FIBERS AND COMPOSITES IN AUTOMOTIVE INDUSTRY

ILOR BRESSIANI JUNIOR | UTFPR

ANDRÉ CHRISTIAN KEINERT | UTFPR

ALESSANDRO ELLENBERGER, M.Sc. | UTFPR

UGO LEANDRO BELINI, Dr. | UTFPR

RESUMO

A indústria automotiva investe intensamente em pesquisa e trava uma busca contínua por novas tecnologias objetivando redução de custos e maximização de desempenho, sendo que a otimização da relação peso-consumo é crucial em seus veículos. Deste modo, há uma crescente inserção de fibras vegetais e compósitos com objetivo de reduzir a massa de seus produtos, pois o uso destes materiais é uma das maneiras de melhorar a eficiência energética, mantendo-se os quesitos de sustentabilidade. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo apresentar algumas aplicações de fibras vegetais e compósitos nas indústrias automotivas nacional e internacional, discorrendo sobre perspectivas de seus usos, atualidades, incentivos, o programa Rota 2030 e exemplos (cases) reais de aplicação. De modo geral, os resultados indicam que o uso destes materiais tende a aumentar, devido a seu desempenho físico-mecânico e suas qualidades em substituir os materiais convencionais que são, muitas vezes, oriundos de fontes não renováveis.

PALAVRAS CHAVE: Fibras vegetais; Compósitos; Indústria automotiva; Novos produtos.

ABSTRACT

Automotive industry invests heavily in research and engages in a continuous search for new technologies in order to reduce costs and maximize performance and the optimization of the weight-consumption ratio is crucial in their vehicles. Therefore, there is a growing insertion of vegetal fibers and composites in order to reduce the mass of their products, as the use of these materials is one of the ways to improve energy efficiency, while maintaining sustainability requirements. In this context, the present work aims to present some applications of vegetal fibers and their composites in the national and international automotive industries, discoursing about perspectives of their uses, news, incentives, Rota 2030 program and real application examples. In general, the results indicate that the use of these materials tends to increase, due to their physical-mechanical performance and their qualities in replacing conventional materials, which are often from non-renewable sources.

KEY WORDS: *Vegetal fibers; Composites; Automotive industry; New products.*



1. INTRODUÇÃO

Na busca da eficiência energética, as indústrias automobilísticas travam uma busca incessante para reduzir a massa de seus produtos, já que o consumo de combustíveis tem relação direta com a quantidade de massa. Neste contexto, os polímeros e compósitos têm sido uma ferramenta extremamente útil para atingir este objetivo, em substituição aos materiais mais pesados, como os metais. Em face de seu apelo ecológico, paralelamente ao uso dos plásticos, introduziu-se a utilização de fibras naturais agregadas aos materiais comumente utilizados.

O objetivo do presente trabalho é destacar a utilização dos compósitos e principalmente das fibras vegetais na indústria automobilística, na atualidade e suas perspectivas.

Os primeiros registros que se têm notícia da utilização de fibras naturais pelo homem, remonta aos tempos do antigo Egito, onde já se faziam o uso do linho e da lã. O Antigo Testamento faz menção de tijolos de argila reforçados com fibras de palha. Na mesma linha ecológica, tem-se registro que em 1915, Henry Ford, um dos precursores da indústria automobilística, já usava uma cola feita à base de trigo. As fibras vegetais já tiveram largo uso no passado na indústria do automóvel, como foi o caso de compósitos de látex de borracha natural reforçado com fibra de coco para uso em estofamentos de automóveis. No entanto, a partir da década de 60 estes começaram a ser gradativamente substituídos pelas espumas de poliuretano (MARROQUIM, 1994).

As fibras naturais de origem vegetal são uma alternativa ambientalmente mais correta e de menor custo, pois são renováveis, biodegradáveis e dependendo do composto, diminuem a emissão de dióxido de carbono (CO₂). Juntamente às fibras, os compósitos têm sido muito aplicados em diversos segmentos da indústria.

A indústria aeronáutica, por exemplo, vem se modernizando com o uso cada vez maior de compósitos, pois atualmente já se tem aeronaves com 50% de compósitos em sua composição. O mesmo acontece na indústria náutica, já que a utilização de compósitos permite uma grande flexibilidade na execução das mais diversas formas.

Porém, devido à sua alta escala de produção, o foco para a introdução das fibras naturais é a indústria automobilística, pois em 2018 sua produção mundial registrou a marca de 97 milhões de veículos. As fibras naturais são um recurso renovável por excelência e neutras em carbono. Durante o seu processamento, geram principalmente resíduos orgânicos e deixam resíduos que podem ser usados para gerar eletricidade ou fabricar material ecológico para habitação. E, no final de seu ciclo de vida, são 100% biodegradáveis (NATURAL FIBERS, 2009).

2. ATUALIDADES

As fibras naturais estão atraindo interesse nos diversos setores de engenharia devido às suas vantagens específicas e, apesar de sua incipiente utilização, o futuro já prospecta um aumento significativo do uso destas fibras na indústria do automóvel. Um dado importante para o uso das fibras vegetais é sua resistência mecânica, onde por exemplo, a fibra de vidro possui uma massa específica de 2,6g/cm³, comparativamente à fibra de coco que possui cerca de 1,33g/cm³. Na indústria automotiva, estas fibras além de substituírem recursos não renováveis, permitem a fabricação de peças mais leves, além de apresentar boas propriedades físico-mecânicas (SILVA et al., 2009).

As fibras vegetais podem ser classificadas conforme a sua origem na estrutura da planta e se dividem em fibras dos frutos, como coco e açaí, fibras de caule, como linho, juta e kenaf, fibras das folhas, como sisal e curauá e fibras de sementes, como o algodão. As oriundas do caule ou folhas são chamadas de fibras duras e são as mais utilizadas como reforço em compósitos poliméricos.

Define-se compósitos como um conjunto de pelo menos dois materiais formados com o objetivo de se obter um produto de maior qualidade. Os compósitos se referem a materiais heterogêneos, multifásicos, podendo ser ou não poliméricos, em que um dos componentes é descontínuo e dá a principal resistência ao esforço e o outro componente é contínuo e representa o meio de transferência desse esforço (MANO et al., 1999).

Além de exibir as propriedades inerentes de cada constituinte, os compósitos exibem propriedades intermediárias que vêm da formação de uma região interfacial e suas principais características são:

- I) Densidade baixa (de 1 a 2g/cm³),
- II) Permitem redução de massa (de 30 a 50%),
- III) Excelente comportamento à corrosão,
- IV) Comportamento acústico favorável,
- V) Possuem bom comportamento ao choque, com absorção progressiva de energia.

Se no início, há mais de cem anos, um carro era feito principalmente de madeira e aço, hoje reúne muitos materiais pertencentes a diversas famílias: materiais ferrosos e não ferrosos, minerais e orgânicos.

Atualmente, um veículo médio tem uma massa equivalente a 1.300kg, onde 15% desta massa, ou seja, cerca de 200kg são de materiais plásticos.

As fibras vegetais por serem provenientes de recursos renováveis, estão disponíveis em grandes quantidades, contribuindo ainda mais para o interesse no seu estudo. Contudo, algumas desvantagens são apresentadas na

utilização destas fibras em compósitos, tais como elevada absorção de umidade, baixa temperatura de decomposição e fraca adesão entre fibra e matriz. Apesar dessas desvantagens, o uso dessas fibras em compósitos vem crescendo devido à possibilidade destes problemas serem contornados. Estas fibras são utilizadas na indústria combinadas com componentes sintéticos, como o polipropileno, para a produção de materiais mistos mais resistentes. Exemplificando, usa-se o polipropileno com carga ou reforço de fibras de sisal, que é um composto desenvolvido para ser aplicado no processo de injeção de peças plásticas automotivas.

No Brasil, há pesquisas voltadas para a utilização de materiais como fibras de coco e palmeira na produção de peças de veículos, como também o uso de soja para confeccionar a espuma dos bancos. Até o cânhamo aparece como alternativa, que é uma variação da planta que dá origem à maconha, para fazer o suporte de retrovisores internos.

3. INCENTIVOS

Buscando a eficiência energética, foi criado pelo governo federal para a indústria automobilística brasileira o programa denominado de Rota 2030, que entrou em vigor em 2018 e tem validade até o ano de 2026.

Sob número 13.755, a lei que passou a ser conhecida como Rota 2030 é uma remodelação do extinto programa Inovar Auto. Mais abrangente, este programa segue uma linha estratégica similar, mas o foco principal é incentivar os projetos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) em toda a cadeia do setor. Assim, o Rota 2030 se estendeu aos setores das autopeças e dos sistemas estratégicos para a produção dos veículos, não se limitando unicamente às montadoras.

Em linhas gerais, as diretrizes do programa são:

- I) Estabelecer requisitos obrigatórios para a comercialização de veículos no Brasil,
- II) Incrementar a eficiência energética, o desempenho estrutural e a disponibilidade de tecnologias assistivas,
- III) Aumentar os investimentos em P&D no país,
- IV) Estimular a produção de novas tecnologias e inovações,
- V) Promover o uso de biocombustíveis e de formas alternativas de propulsão e valorizar a matriz energética brasileira,
- VI) Automatizar o processo de manufatura e o incremento da produtividade,
- VII) Garantir a capacitação técnica e a qualificação profissional no setor de mobilidade e logística,
- VIII) Garantir a expansão ou manutenção do emprego no setor de mobilidade e logística.

Considera-se inovação tecnológica a concepção de um novo produto ou processo de fabricação, bem como a agregação de novas funcionalidades ou características ao produto ou processo que implique melhorias incrementais e efetivo ganho de qualidade ou produtividade, resultando em maior competitividade no mercado.

Este programa está focado em gerar investimentos em P&D, como também inclui incentivos à produção de veículos elétricos e híbridos. Na época do lançamento deste programa, informes divulgados pelo governo brasileiro, estimava um investimento anual de R\$ 5 bilhões em pesquisa e desenvolvimento.

Uma das maneiras de se atingir os objetivos de eficiência energética é a redução de massa dos veículos, já que estudos mostram que uma redução de 10% na massa de um veículo compacto pode diminuir consumo de combustível em até 4,6%. A influência é direta: quanto mais pesado estiver o veículo, ou seja, quanto maior a sua massa, maior será o gasto de combustível para uma mesma rota e perfil de condução. Nos últimos anos os veículos apresentaram um acréscimo de massa, conforme mostra figura 1, onde no início dos anos 80 tinha-se em média um veículo com cerca de 850kg e no início da segunda década deste século, os veículos já possuíam cerca de 1.300kg de massa, mantendo-se estável até os dias de hoje.

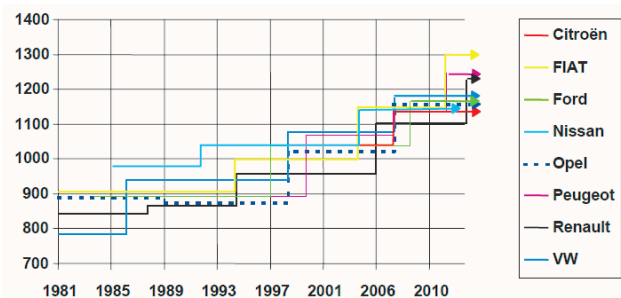


Figura 1 - Evolução da massa nos veículos
Fonte: Autores

O setor automobilístico sempre fez fortes investimentos no desenvolvimento de novas tecnologias que pudessem reduzir a massa de seus produtos e de olho nisso, a indústria apostou nas fibras vegetais para fabricar peças com melhor absorção de impacto e, ao mesmo tempo, capazes de deixar o carro mais leve. Ao se optar pela adoção destas fibras, contribui-se para a preservação dos recursos naturais, além de haver uma redução nos custos de produção.

As fibras naturais são em geral adequadas para serem utilizadas como reforço de plásticos (termoplásticos), devido à sua boa resistência, rigidez e baixa densidade (BLEDSKI; GASSAN, 1999).

4. FIBRAS VEGETAIS

As principais fibras vegetais utilizadas na indústria automotiva são:

I) juta (*Corchorus capsularis*) é uma fibra vegetal que floresce de 4 a 5 meses depois de semeada. As altas temperaturas das regiões nas quais é cultivada favorece sua fermentação e, dessa forma, consegue-se a maceração entre 8 a 10 dias, permitindo assim, a fácil retirada da casca da planta e separação da fibra da parte lenhosa do talo, sendo em seguida, enxaguada e empacotada. A Índia é o maior produtor mundial e há importante produção na região norte do Brasil, em comunidades ribeirinhas, contribuindo para a manutenção destas populações, evitando o êxodo rural. A figura 2 ilustra as fibras de juta em processo de secagem ao ar livre.



Figura 2 - Fibras de juta em secagem
Fonte: Revista Globo Rural 2010

II) coco, provém do coqueiro comum (*Cocos nucifera*). A figura 3 ilustra sua fibra, de cor marrom, sendo a única fibra de fruta que é usada comercialmente em grande volume. México, Brasil e Venezuela lideram a produção na América Latina e atualmente a Índia é líder mundial na sua comercialização.



Figura 3 - Fibras de coco
Fonte: Projeto Coco Vivo, 2011

III) curauá (*Ananás erectivo*) é uma planta nativa da floresta amazônica e sua fibra é um material atrativo do ponto de vista econômico e tecnológico devido às facilidades de obtenção, à baixa densidade e elevada resistência mecânica. Atualmente esta fibra (Figura 4) é utilizada para diversos fins, mais recentemente como substituta da fibra de vidro na indústria automotiva e, alternativamente, também com uso diversificado como composto de vigas resistentes a terremotos na construção civil. Suas folhas secas também têm amplo uso para roupas e medicamentos.



Figura 4: Planta de curauá
Fonte: Correio da Amazônia, 2017

IV) sisal (*Agave sisalana*) é originário do México e o Brasil é o principal produtor mundial, atendendo a 60% da demanda, sendo que o estado da Bahia é responsável por 95% da produção nacional. O sisal (Figura 5) se destaca entre as fibras foliares em termos de qualidade e de aplicação comercial, bem como por possuir um dos maiores valores de módulo de elasticidade. Estudos comprovam que a fibra do sisal pode ser utilizada como reforço para polímeros comerciais, tais como o polietileno e a borracha natural.



Figura 5 - Planta de sisal
Fonte: Embrapa, 2014

V) bucha (*Luffa cylindrica*) é uma espécie nativa das regiões tropicais e comercializada no Brasil. A aplicação desta fibra, em estado seco, conforme Figura 6, tem estudos recentes para utilização em assentos e encostos dos bancos na indústria automobilística, já que apresenta maior perspirabilidade, que é a capacidade de absorver umidade da transpiração humana, o que proporciona maior conforto, essencial para os motoristas profissionais que ficam longos períodos de tempo sentados. A *Luffa cylindrica* também pode ser aproveitada na forma de esponja para banho, na limpeza geral e no artesanato.



Figura 6 - *Luffa cylindrica* seca
Fonte: Wikipedia, 2006

VI) cânhamo (*Cannabis ruderalis*) é o nome que recebe uma variedade da planta Cannabis e tem seu uso, entre outros, nos produtos têxteis e como reforço em autopeças, sendo que na Europa há incentivos fiscais para seu cultivo visando extração de fibras do caule, conforme ilustra a Figura 7.



Figura 7 - Fibras de cânhamo extraída do caule
Fonte: Wikipedia, 2013

Em todas estas fibras vegetais, um dos principais componentes é a celulose, presente na parede celular do tecido vegetal. A celulose é um polímero natural, constituído por unidades de Dglicose (KUMAR et al., 2011; MONTE, 2009).

A molécula da celulose é o principal constituinte da parede das células vegetais (cerca de 33% da massa total da planta) e é, quantitativamente, o composto orgânico mais abundante no planeta. Estima-se que mais de 50% do carbono da biosfera esteja presente nas molecular de celulose.

Segundo RAVEN et al. (2001), a celulose é o principal componente polissacarídeo da parede celular das plantas, sendo o mais abundante composto orgânico conhecido. São as moléculas de celulose que formam as partes fibrosas da parede celular vegetal e apresentam alto percentual em fibras utilizadas e com potencial de utilização nas indústrias de mobilidade, conforme Tabela 1.

Teor de Celulose	
Fibra	% Celulose
Banana	50,05
Coco	47,63
Curauá	61,28
Sisal	59,50
Taboa	57,31

Tabela 1 - Teor de celulose nas fibras vegetais
Fonte: (adaptado de Raven et al., 2001)

5. FIBRAS NATURAIS E COMPÓSITOS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA

O baixo custo, a baixa densidade e o fato de serem recicláveis e biodegradáveis, fazem das fibras de juta um material muito atrativo para reforço de materiais compósitos para a indústria do automóvel. Exemplos disso são alguns painéis de portas ou porta-pacotes (Figura 8) que são produzidos em material polimérico reforçado com fibras de juta.



Figura 8 - Porta-pacotes
Fonte: Autores, 2019

O Grupo FCA (Fiat Chrysler Automóveis) também utiliza diversos materiais renováveis nos automóveis que produz em todo o mundo. Um deles é o Ecomold, nome comercial

para uma mistura de fibra de juta e polipropileno, que foi usada no acabamento do painel de instrumentos do veículo Uno e hoje aplicada nas portas do veículo Renegade.

Os componentes de fibra vegetal chegam a pesar 40% menos que os constituídos exclusivamente por resinas plásticas, mas existem vantagens adicionais além da redução de massa. Por ser um material reciclável, requer pouca energia na termoformagem, proporcionando uma economia de até 55% graças à redução no tempo de aquecimento, com boa estabilidade térmica e dimensional.

A montadora Ford substituiu em 30% o plástico à base de petróleo de sua linha de veículos pelo material à base da fibra do sisal. A fibra é mais rentável, pois exige uma área plantada menor e pode ser colhida em apenas 2,5 anos. O sisal foi escolhido devido a ter apresentado os melhores resultados mecânicos. A Ford, por sua vez, registrou pedido de patente para o EcoProject, nome dado à tecnologia desenvolvida para utilização desta fibra como componente de partes de seus veículos. A linha de caminhões Cargo também usa no painel de instrumentos (Figura 9) um composto de fibra de sisal (REVISTA PLANETA, 2016).



Figura 9 - Painel de instrumentos
Fonte: Amigos da sua estrada, 2011

Também esta mesma empresa estuda a utilização de fibras da casca de tomate para desenvolvimento de porta-objetos internos aos carros, em substituição ao plástico (O MUNDO EM MOVIMENTO, 2019).

Atualmente algumas montadoras utilizam fibras de curauá em compósitos em revestimentos laterais de portas, maçanetas e estofamentos. Estas fibras têm sido amplamente usadas como reforço em materiais plásticos na tentativa de substituir a fibra de vidro, como também na utilização em forros internos de alguns modelos. Os modelos Fox e Polo da Volkswagen, já usam este material no teto, na parte interna das portas e na tampa do compartimento de bagagens. O mercado consumidor do curauá tem se apresentado de várias formas, tanto para o consumo da folha in natura, quanto para a fibra e

mucilagem. Atualmente fibras picadas de curauá estão sendo misturadas com sobras de cobertores e tapetes, descartadas pela indústria têxtil, para reforçar matriz de polipropileno em compósitos utilizados no teto e na parte interna do compartimento de bagagem de automóveis como o Fox e o Polo da Volkswagen do Brasil (ERENO, 2004).

Em função da densidade, os compósitos com a fibra do curauá podem apresentar uma redução de massa de até 15% em comparação com os materiais reforçados com fibras de vidro, com a possibilidade de melhorarem ou manterem suas propriedades mecânicas (KLEBA, 2004).

O curauá mostrou ser uma fibra imbatível no quesito resistência quando comparado com a bucha, a banana, o bagaço de cana-de-açúcar, o cânhamo, o sisal ou a juta. Montadoras como Mitsubishi, General Motors e Honda também já fazem uso desta planta. Outra aplicação de fibras naturais é encontrada em modelos de luxo da Mercedes-Benz, onde os revestimentos das portas já são feitos com linho, sisal e cânhamo.

A fibra de coco tem outra aplicação conhecida, onde a Mercedes Benz adota uma política ambientalista, que procura reduzir ao máximo materiais que afetem o meio ambiente e para tanto, seus caminhões utilizam assentos fabricados à base desta fibra com látex.

A montadora Fiat em 2010, mostrou o veículo Uno Ecology, um carro com interior composto de fibra de coco nos bancos. Esta fibra oferece muitas vantagens em relação às espumas de poliuretano, que são geralmente usadas nos estofamentos, por ser biodegradável e menos volumosa em relação à sintética.

A empresa europeia APM desenvolveu o NAFILean que é um composto de polipropileno reforçado com 20% de fibras de cânhamo, que foi projetado para peças estruturais automotivas por processo de injeção. No que diz respeito às questões ambientais e à exaustão progressiva dos recursos fósseis, o NAFILean é uma resposta clara à tendência da indústria automotiva em direção a conceitos e biomateriais leves.

O NAFILean já foi incorporado com sucesso nos painéis das portas (Figura 10) do veículo 308 da Peugeot-Citroen, já que os 1,2kg do material proporcionaram uma redução 25% na massa. Posteriormente foi utilizado no painel do modelo 508, da mesma Peugeot-Citroen, que propiciou uma redução de massa de 1kg por veículo.

Também já fazem uso desta matéria-prima a FCA (Fiat Chrysler Automóveis), a Jaguar Land Rover e o Grupo Renault, incluindo Nissan e Mitsubishi.



Figura 10 - Painel de porta
Fonte: APM Planet, 2019

A Ford da China pesquisa o bambu, planta tradicional e abundante naquela região, como possível matéria-prima sustentável para a produção de componentes automotivos, já que o bambu é um material renovável, considerado um dos mais fortes e versáteis da natureza.

A montadora alemã Daimler Chrysler passou a utilizar fibra de banana abacá no desenvolvimento de seus veículos. Produto proveniente das Filipinas, esta fibra tem alto índice de resistência e é usada nas partes externas do automóvel, como na proteção inferior do compartimento do estepe do veículo Mercedes-Benz Classe A. Esta fibra (Figura 11) pode ser aplicada em substituição à fibra de vidro e tem ainda a vantagem de ser reciclável. O composto é misturado com termoplástico polipropileno e seu processo de produção economiza 60% de energia, além de reduzir as emissões de dióxido de carbono (CO₂) na sua fase de fabricação (CASAS, 2010).



Figura 11 - Fibras de banana abacá
Fonte: Galus Australis, 2020

Além dos já mencionados, a Ford usa também o kenaf, uma planta da família do algodão, em revestimentos de porta de seus veículos. Bem como se utiliza do woodstock,

que é um composto de madeira triturada com polipropileno. Outra empresa que também faz uso deste mesmo material é a FCA, em Betim estado de Minas Gerais, na fabricação dos painéis de porta e tampa do porta-malas. Também nesta mesma montadora, os bancos dos veículos que saem da sua produção contêm 5% de espuma derivada da soja.

Os compósitos têm utilização principalmente em peças que exijam reforço estrutural, por exemplo o compartimento da roda estepe é composto de um termofixo poliéster reforçado com fibra de vidro ou na estrutura frontal da carroceria que é composta de poliamida com fibra de vidro e aço estrutural.

6. IMDS

O IMDS - *International Material Data System* (Sistema Internacional de Dados de Materiais) é um sistema baseado na internet para cadastro de materiais utilizados pela indústria automotiva para atender seus requisitos ambientais. Em 2000 foi aprovada a diretiva europeia ELV – *End-Of-Life Vehicles* (“fim de vida” dos veículos), que tem por objetivo reduzir os impactos ambientais causados pelos veículos no fim do seu ciclo de vida, através da coleta, reuso e reciclagem de seus componentes. Os principais objetivos da ELV é garantir que os fabricantes:

- I) aumentem o percentual de componentes recicláveis, e
- II) respeitem as aplicações e concentrações de materiais como chumbo, cromo hexavalente, cádmio e mercúrio.

Para tanto, percebeu-se a necessidade de levantar as informações sobre a composição química de cada material utilizado no veículo e em resposta à diretiva ELV, alguns fabricantes reuniram-se para criar um sistema único onde seus fornecedores cadastrassem os dados dos materiais de seus componentes.

O sistema funciona basicamente com o envio de informações em cadeia: cada fornecedor cadastra os materiais utilizados e os envia para seus clientes, até chegar ao cliente final – o fabricante do veículo. Dessa forma, cada peça tem uma planilha de dados de material e, portanto, tem-se a informação da quantidade de cada material que o veículo possui. Esse cadastro passou a ser requisito para a aprovação das peças e assim, o IMDS difundiu-se na cadeia automotiva e passou a ser utilizado por quase todas as empresas que trabalham com algum material agregado nos veículos.

7. PERSPECTIVAS

A indústria automotiva mundial caminha para produzir veículos com todos os componentes recicláveis ou biodegradáveis. A tecnologia para que o objetivo seja

alcançado encontra-se em plena fase de desenvolvimento e montadoras do mundo inteiro expõem suas melhores propostas em carros-conceito. Mesmo as marcas menores têm uma chance de crescimento graças à inovação, já que as melhores ideias podem partir de coisas tão simples e cotidianas quanto uma casca de banana, soja, coco, cana-de-açúcar, milho ou algas.

Além desse coquetel de frutas, grãos e leguminosas, outros produtos agrícolas equipam veículos automotores, como casca de arroz e palha de trigo. A Ford pesquisa em parceria com a Heinz, fabricante de ketchup, o uso da fibra de tomate para o desenvolvimento de um material alternativo ao plástico para a produção de suportes de fiação e porta-objetos (CNN BUSINESS, 2014), além de que está ampliando a lista de biomateriais pesquisados na fabricação de veículos, testando a cana-de-açúcar, o milho, o bambu, o dente-de-leão e as algas (REVISTA PLANETA, 2016). Outras possibilidades de utilização são as fibras e o caroço do açaí, pois apresentam comportamento térmico compatível com aplicações na indústria de materiais e automobilística. Deste modo, geram-se perspectivas para o emprego das fibras do açaí no desenvolvimento de novos materiais (MARTINS, et al., 2005; VALENÇA, et al., 2011).

A Waarmaker, um estúdio de design holandês em Amsterdã, apresentou em 2013 um conceito de scooter (Figura 12), denominado Bee, que usa compósitos naturais feitos de fibras vegetais, em vez dos tradicionais aço e plástico.



Figura 12 - Conceito de scooter fabricada em compósitos de fibras vegetais
Fonte: Waarmaker, 2013

O corpo da scooter é composto por fibra compactada de linho e bioresinas, além de cânhamo. O objetivo do projeto é mostrar que as estruturas de veículos de transporte podem ser substituídas por fibras naturais mais sustentáveis, sem perder força ou desempenho (WAARMAKER, 2013).

Também em 2013 em Paris, foi lançado o Grenelle do meio ambiente, que se trata de um fórum de discussão, onde foi lançado um desafio às indústrias automotivas para desenvolverem tecnologias e produzirem veículos consumindo apenas 2 litros de combustível a cada 100km. Tal desafio foi composto de três elementos: redução de massa, redução de perdas por atrito com melhoria aerodinâmica e otimização de motores. A Renault ampliou o desafio e partiu para conseguir um veículo que consumisse apenas 1 litro de combustível a cada 100km. O resultado foi o veículo híbrido Renault Eolab (Figura 13), com cerca de 900kg, ou seja, uma redução de 400kg em relação ao *hatch* equivalente. Este protótipo integra mais de cem inovações tecnológicas e apesar de tamanha eficiência não é simples a sua implementação imediata, pois necessário seria transformar toda a ferramenta industrial de chapa e aço em compósitos. Isto requer um investimento pesado nas linhas de produção e demanda muito tempo.



Figura 13 - Híbrido Renault Eolab
Fonte: Revue de Presse Renault, 2014

Em seu relatório de sustentabilidade de 2014, a Renault do Brasil apresenta que 2,4% da massa total de têxteis usados na fabricação dos veículos na sua fábrica em São José dos Pinhais são de fibras naturais, que correspondem a 25kg.

Importante ressaltar que ainda o desenvolvimento do uso das fibras naturais é muito incipiente em todo o mundo, porém segundo as previsões do professor Mohini Sain, da Universidade de Toronto no Canadá, em 2033 cerca de 50% dos materiais utilizados na fabricação dos carros serão feitos de fibras vegetais (O MUNDO EM MOVIMENTO, 2016).

A nível nacional temos um caso interessante de inovação que é o carro de plástico (Figura 14) apresentado em 2010 pela empresa Plascar sediada em Jundiaí, estado de São Paulo. Fornecedora tradicional de peças plásticas para a indústria automobilística. A Plascar apresentou um protótipo que reúne toda a tecnologia desenvolvida pela empresa e segundo ela própria anuncia, a resistência em investir em carros de plástico está nas montadoras, que

precisariam quebrar o ciclo de produção para se adaptar. Uma das vantagens do plástico está a leveza, que permite a produção de motores menores sem a perda de desempenho. Neste carro-conceito também pôde ser conferida a roda de polímero, que absorve de três a quatro vezes mais impacto que a de alumínio, bem como a estrutura é em plástico reforçado com fibras naturais e os carpetes de material de garrafas recicladas.



Figura 14 - Protótipo Plascat
Fonte: Jornal do carro, 2010

8. CONCLUSÃO

Baseado nas pesquisas, conclui-se que as indústrias automobilísticas estão na vanguarda da pesquisa e utilização de novos materiais e produtos, promovendo um rearranjo cultural e organizacional, integrando novas tecnologias surgidas com a globalização e o desenvolvimento tecnológico mundial. Há presentes iniciativas de grandes corporações no sentido de melhoria da eficiência energética e uso de materiais e produtos sustentáveis. Neste contexto, a utilização dos compósitos e das fibras vegetais tem uma participação significativa e crescente, pois além das exigentes legislações mundiais, o apelo da sociedade obriga as indústrias cada vez mais encontrarem alternativas para diminuir a emissão de poluentes e correspondente impacto ambiental. Assim as fibras vegetais e os compósitos são excelentes opções para a redução de massa dos meios de transporte visando atingir os objetivos da eficiência energética, aliando ainda quesitos de renovabilidade e desempenho físico-mecânico.

REFERÊNCIAS

ABGI. **Ebook-Rota 2030**. Disponível em: <https://brasil.abgi-group.com/radar-inovacao/noticias/glossario-de-conceitos-tecnicos-para-o-rota-2030/>. Acesso em: 24 nov 2019.

BLEDZKI, A.K.; GASSAN, J. **Composites Reinforced**

with Cellulose Based Fibres. Prog. Polym. Sci., v.24, p.221-274, 1999.

CASAS, G.R. **A biotecnologia a serviço da indústria automotiva**, 2010. Disponível em: <http://www.portal-domeioambiente.org.br/>. Acesso em 28 de novembro de 2019

CNN. **Business**. Disponível em: <https://money.cnn.com/2014/06/10/autos/ford-heinz/>, 2014. Acesso em: 25 nov 2019.

COELHO PIRES, J.S. **FIBRAS NATURAIS – Características químicas e potenciais aplicações**. Botucatu, 2009. 12 f. Trabalho de conclusão de curso de bacharel em Ciências Biológicas – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho.

DOU, **lei nº 13.755**. De 10 dezembro 2018. Disponível em: <http://www.in.gov.br/web/dou/-/lei-n-13.755-de-10-de-dezembro-de-2018-167070058>, 2018. Acesso em 16 de novembro de 2019.

ERENO, D., **Revista Pesquisa FAPESP**. Disponível em <https://revistapesquisa.fapesp.br/fibra-para-toda-obra/>, 2004. Acesso em 18 de novembro de 2019.

IMDS. **Information pages**. Disponível em: <https://public.mdsystem.com/en/web/imds-public-pages>. Acesso em: 23 nov 2019.

KLEBA, I.; ZABOLD, J. **Poliuretano com fibras naturais ganha espaço na indústria automotiva**, 2004.

KUMAR, R.; OBRAI, S.; SHARMA, A. **Chemical modifications of natural fiber for composite material**. Pelagia Research Library: Der Chemica Sinica, v.2 nº4 p.219- 228, 2011.

MANO, E. B; MENDES, L.C. **Introdução a Polímeros**. 2ª Edição, Rio de Janeiro: Editora Edgard Blücher Ltda, 1999.

MARROQUIM, S. **Uso da fibra de coco e látex na engenharia automotiva: memorial da Crina-Látex do Brasil**. Abreu e Lima: ABRACOCO, 1994.

MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H.; PESSOA, J. D. C. **Comportamento Térmico da Fibra de Açaí**. São Carlos: EMBRAPA, 2005.

MONTE, J. R. **Sacarificação da polpa celulósica do bagaço de cana-de-açúcar com celulasas e xilanasas de *Thermoascus aurantiacus***. Lorena, 2009. 138 f. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia Industrial) - Universidade de São Paulo.

NATURAL FIBERS. **Why natural fibers?** Disponível em: <http://www.fao.org/natural-fibres-2009/about/why-natural-fibres/en/>, 2009. Acesso em: 22 nov 2019.

O MUNDO EM MOVIMENTO. **Em busca da mobilidade sustentável**. Disponível em:

<https://omundoemovimento.blogosfera.uol.com.br/2016/08/10/em-busca-da-mobilidade-sustentavel/>, 2016. Acesso em: 25 nov 2019.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHORN, S.E. **Biologia Vegetal**. Ed. Guanabara Koogan S.A., Rio de Janeiro - RJ, 2001.

RENAULT DO BRASIL. **Relatório de Sustentabilidade**. Disponível em: <http://instituto-renault.com.br/relatorio-sustentabilidade/index/>, 2014. Acesso em: 24 nov 2019.

REVISTA PLANETA. **Empresas Verdes**. Disponível em: <https://www.revistaplaneta.com.br/empresas-verdes/>, 2016. Acesso em: 29 nov 2019.

SILVA, R. et al. **Aplicações de fibras lignocelulósicas na química de polímeros e em compósitos**. Química Nova, v.32, n°3, p.661-671, 2009.

TROMBETTA, E. **Utilização de Fibra Natural de Pinus (Serragem) como Reforço em Componentes Automotivos Compostos de Polipropileno**. Curitiba, 2010. 14 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal do Paraná.

VALENÇA, P. M. A.; FROTA, C. A. **Misturas Areia – Asfalto com Fibra do Açaí e Resíduo da Construção Civil para a Cidade de Manaus**. T e C Amazônia, Ano 9, n. 21, 2011.

WAARMAKER, **Bee**. Disponível em: <https://www.waarmakers.nl/bee>, 2013. Acesso em 18 de novembro de 2019.

WEISS, D.C. **Estudo da *Luffa Cylindrica* em assento e encosto**. Curitiba, 2017. 36 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Paraná.

AUTORES

ORCID 0000-0001-6763-8912

ILOR BRESSIANI JUNIOR | Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Engenharia Mecânica e de Materiais | Correspondência para: PPGEM UTFPR - Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Ecoville, Bloco M – 3º Andar - Sala 302, CEP 81280-340 - Curitiba - PR – Brasil | email: ilor.bressiani@gmail.com

ORCID 0000-0001-9697-9548

ANDRÉ CHRISTIAN KEINERT | Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Engenharia Mecânica e de Materiais | Correspondência para: PPGEM UTFPR, Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Ecoville, Bloco M – 3º Andar - Sala 302, CEP 81280-340 - Curitiba - PR – Brasil | email; andre.keinert@gpcquimica.com.br

ORCID 0000-0002-1452- 6885

ALESSANDRO ELLENBERGER, M.Sc. | Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Engenharia Mecânica e de Materiais | Correspondência para: PPGEM UTFPR, Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Ecoville, Bloco M – 3º Andar - Sala 302, CEP 81280-340 - Curitiba - PR – Brasil | email: ellenberger@utfpr.edu.br

ORCID 0000-0002-5025-8582

UGO LEANDRO BELINI, PhD. | Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Engenharia Mecânica e de Materiais | Correspondência para: PPGEM UTFPR, Rua Deputado Heitor Alencar Furtado, 5000 – Ecoville, Bloco M – 3º Andar - Sala 302, CEP 81280-340 - Curitiba - PR – Brasil | email: ubelini@utfpr.edu.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

JUNIOR, Ilor Bressiani; KEINERT, André Christian; ELLENBERGER, Alessandro; BELINI, Ugo Leandro. Fibras Vegetais E Compósitos Na Indústria Automotiva. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p.129-138, ago. 2020**. 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.MIX2020.v6.n4.129-138>.

DATA DE ENVIO: 29/04/2020

DATA DE ACEITE: 27/07/2020

DETERMINATION OF CONSTANT ELASTIC OF PEQUI WOOD USING ULTRASOUND

DETERMINAÇÃO DAS CONSTANTES ELÁSTICAS DA MADEIRA PEQUI UTILIZANDO ULTRASSOM

EDGAR VLADIMIRO MANTILLA CARRASCO, Dr. | UFMG

REJANE COSTA ALVES, Dra. | UFES

PAULO GUSTAVO VON KRÜGER, Dr. | UFMG

MARCO ANTONIO PENIDO DE REZENDE, Dr. | UFMG

VINNICIUS DORDENONI PIZZOL, Dr. | UNIBH

JUDY NORKA RODO MANTILLA, Dra. | UFMG

MÔNICA AZEVEDO SMITS DE CAMPOS GUIMARÃES, Dra. | FAMIB-BH

RESUMO

A madeira é um material de construção com elevado nível de sustentabilidade e renovável que captura e retém CO₂ durante todo seu ciclo de vida. Devido a esta peculiaridade é importante que o dimensionamento, quando utilizado como material estrutural, seja o mais preciso possível. Assim será possível utilizar este material com maior desempenho. Para isto é necessário conhecer, com maior precisão, as características mecânicas da madeira. Os ensaios mecânicos, devido a ser um material ortotrópico, são difíceis e de elevado custo. É necessário determinar três módulos de elasticidade, três módulos de deformação transversal e seis coeficientes de Poisson. Assim o objetivo deste artigo é determinar as constantes elásticas utilizando o método de propagação de ondas ultrassônicas na madeira Pequi (*Caryocar Villosum*). O aparelho utilizado foi o Panametrics – NDT EPOCH4, com transdutores de ondas longitudinais e transversais e frequência de 1 MHz. Foram utilizados corpos de prova com dimensões de 5x5x15 cm, sendo necessários seis tipos de corpos de prova e sete repetições. Cada corpo de prova foi preparado com a direção necessária das fibras, para determinar as constantes de rigidez. Com a aplicação das equações de Christoffel determinou-se as 12 constantes elásticas. Conclui-se que é possível determinar os valores das constantes elásticas utilizando o método de propagação de ondas ultrassônicas, com boa precisão, de forma rápida e com custo reduzido.

PALAVRAS CHAVE: Ensaios não destrutivos; módulo de elasticidade; madeira

ABSTRACT

Wood is a building material with high level of sustainability and renewable that captures and retains CO₂ throughout its life cycle. Due to this peculiarity, it is important that the design when used as a structural material be as accurate as possible. Thus, it will be possible to use this material with greater performance. For this, it is necessary to know, with the highest accuracy, the mechanical characteristics of the wood. Mechanical tests, due to being an orthotropic material, are difficult and expensive. It is necessary to determine three modules of elasticity, three modules of transversal deformation and six Poisson's ratio. So the objective of this paper is to determine the elastic constants using the ultrasonic wave propagation method in Pequi wood (*Caryocar Villosum*). The device used was the Panametrics - NDT EPOCH4 with longitudinal and shear wave transducers and a frequency of 1MHz. Specimens with dimensions of 5x5x15 cm were used, requiring six types of specimens and seven repetitions. Each specimen was prepared, with the necessary fiber direction, to determine the stiffness constants. With the application of Christoffel's equations, the 12 elastic constants were determined. It is concluded that it is possible to determine the values of the elastic constants using the ultrasonic wave propagation method, with good precision, fast and with reduced cost.

KEY WORDS: Not destructive tests; elasticity module; wood.



1. INTRODUCTION

With the devastation of forests raised the concern about the use of wood properly characterized and methods development and faster analysis, which generate fewer losses. In this context, are introduced non-destructive methods for evaluation of the material. The study of wave propagation principle applies to moving orthotropic materials began in 1880 with the development of the Christoffel equation (BUCUR, 1984). In addition, about a century later, initiated studies aimed at physical and mechanical characterization of wood (STANGERLIN et al., 2010). Authors like Bolza and Kloot (1963), Kennedy (1965), Bodig and Godmann (1972), Curry and Tory (1976), Warren (1979), Atherton (1980), Oberhofnerová et al. (2016) and Haseli, et al. (2020) have contributed to the perception of the importance of acoustic wave propagation technique to estimate the properties of the wood.

To the present day, there are differences of opinions regarding the evaluation of the modulus of elasticity of wood through wave propagation. Some authors, such as Steiger (1997), Ross et al. (1998), Gautam and Bartholomeu (2000), and Bjelanović et al. (2019), used the Edin (dynamic modulus of elasticity) of the relationship between the speed of wave propagation and wood density (EQ. Christoffel), doing an approximation of equation, without taking into account the various influences of the Poisson coefficient and of transverse elasticity modules. Other authors such as Bucur (1983), Sandoz (1989), Bartholomeu et al. (2003), Gonçalves et al. (2011) and Haseli et al. (2020) called the Christoffel equation of elastic constant. They claim to be considered like and d_{in} is required to be taken into account a number of other factors, such as the Poisson coefficients. The purpose of this study is to estimate the elastic properties of wood with the use of non-destructive method of ultrasonic wave propagation considering orthotropic material.

2. MATERIALS AND METHODS

The non-destructive tests were performed in the laboratory of construction materials and structures, Lab END-UNICAMP. Woods tested were in the form of polyhedra (Caryocar villosum), pequi. In all, were used in the six directions, oriented CPs the three major, longitudinal (I), radial (II), tangential (III) and three intermediate, longitudinal – radial (IV), tangential – radial (V), longitudinal – tangential (VI), figure 1. It is worth mentioning that most of the works in Brazilian woods is carried out only with wood oriented in three main directions. Took care to use seven repetitions in order to determine the characteristic values for the calculation of these properties, these data were not available in the literature.

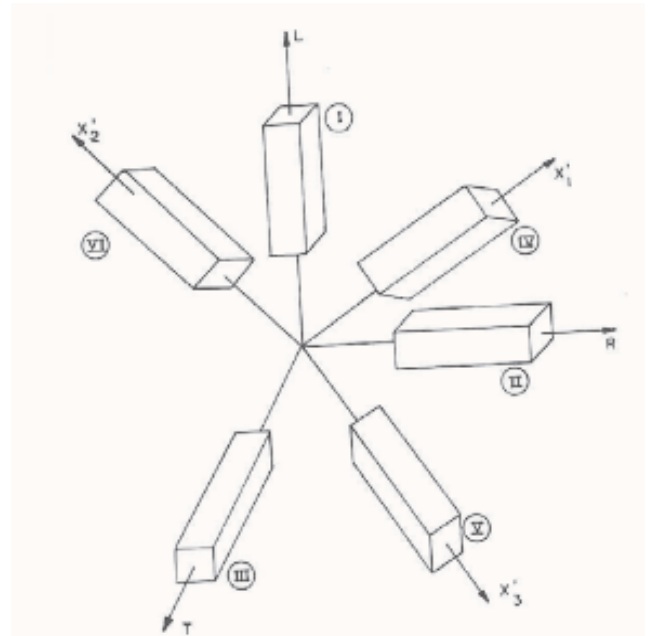


Figure 1 - Types of specimens
 Fonte: Ballarin e Nogueira (2003)

The device used was the Panametrics-NDT EPOCH4 (Olympus Panametrics NDT/Inc, San Diego, CA), and use of longitudinal and transverse transducers, with frequency of 1 MHz.

For each wood pequi were used seven beams of 2.5 m length and cross section of 150 x 150 mm. They were air dried and subsequently deployed in smaller pieces. Then were stored for stabilization of humidity, and subsequently made-of-proof bodies (CPs) in accordance with Brazilian standard NBR 7190 (1997), for determination of the moisture content.

2.1 Wave propagation

The wave propagation in wood is described by movement equations established for an anisotropic solid, which can be found through a combination of Newton's law and the generalized Hooke's law (Bucur (1984), Carrasco and Azevedo Junior (2003), Equation (1).

$$\rho \ddot{u}_i = C_{iklm} \frac{\partial}{\partial x_k} \left(\frac{\partial u_m}{\partial x_l} \right) \quad (1)$$

Assuming that plane harmonic waves are spreading in the material, the solution of Equation (3) is the Equation (2).

$$(\rho \omega^2 \delta_{im} - C_{iklm} k_k k_l) u_m = 0 \quad (2)$$

Where u_{0i} are the amplitudes of the components of the displacement vector and k_j are the components of the wave vector. The value u_{0i} can be written as $u_{0\alpha i}$, where

u_0 is the amplitude of the displacement and α_i are the direction cosines of the displacement vector of the particle.

Substituting the value expressed by Equation (2) into Equation (1) yields to Equation (3). This equation can be written in a more homogeneous by making $u_i = u_m \delta_{im}$, where the tensor δ_{im} is the unit tensor or Kronecker delta, Equation (4).

$$\rho \omega^2 u_i = C_{iklm} k_k k_l u_m \quad (3)$$

$$(\rho \omega^2 \delta_{im} - C_{iklm} k_k k_l) u_m = 0 \quad (4)$$

Equation (4) developed by Christoffel (Bucur, 1984) is commonly known as Christoffel's equation. It represents a set of three homogeneous equations of first degree (linear) in u_1, u_2 and u_3 . These equations have nonzero, not trivial solutions if, and only if, the determinant of coefficient matrix is equal to zero, Equation (5).

The development of this equation provides a cubic equation in ω^2 (or in terms of v^2). The three roots of the equation are different, generating three different values of propagation velocities.

$$|C_{iklm} k_k k_l - \rho \omega^2 \delta_{im}| = 0 \quad (5)$$

In general, it is more convenient to write Equation (4) in the form of Equation (6), where in tensor λ_{im} , known as Christoffel's tensor, defined in Equation (7).

$$(\lambda_{im} - \rho v^2 \delta_{im}) u_m = 0 \quad \text{or}$$

$$\begin{bmatrix} \lambda_{11} - \rho v^2 & \lambda_{12} & \lambda_{13} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} - \rho v^2 & \lambda_{23} \\ \lambda_{31} & \lambda_{32} & \lambda_{33} - \rho v^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_1 \\ u_2 \\ u_3 \end{bmatrix} = 0 \quad (6)$$

$$\lambda_{im} = C_{iklm} n_k n_l \quad (7)$$

In Equation (6), v represents the phase velocity of the waves and n_i , implicit in λ_{im} , denote the direction cosines of the normal of the wavefronts. Thus, the new factor must be calculated by Equation (7). The tensor λ_{im} depends on the structural symmetry of the material and direction of this wave in this material. Therefore, Equation (7) can be rewritten in the matrix format, Equation (8).

$$|\lambda_{im} - \rho v^2 \delta_{im}| = 0 \quad (8)$$

$$\begin{bmatrix} (\lambda_{11} - \rho v^2) & \lambda_{12} & \lambda_{13} \\ \lambda_{12} & (\lambda_{22} - \rho v^2) & \lambda_{23} \\ \lambda_{13} & \lambda_{32} & (\lambda_{33} - \rho v^2) \end{bmatrix} = 0 \quad (9)$$

It is often convenient to use matrix notation instead of tensor notation. For this, the following scheme is adopted: 11-(1), 22-(2), 33-(3), 23-(4), 13-(5), 12-(6).

Thus, expanding the equation (7) and using the symmetry of the tensor C_{iklm} , Equations (10) are obtained.

$$\lambda_1 = C_{11} n_1^2 + C_{66} n_2^2 + C_{55} n_3^2 + 2C_{16} n_1 n_2 + 2C_{15} n_1 n_3 + 2C_{56} n_2 n_3$$

$$\lambda_2 = C_{66} n_1^2 + C_{22} n_2^2 + C_{44} n_3^2 + 2C_{26} n_1 n_2 + 2C_{46} n_1 n_3 + 2C_{24} n_2 n_3$$

$$\lambda_3 = C_{55} n_1^2 + C_{44} n_2^2 + C_{33} n_3^2 + 2C_{45} n_1 n_2 + 2C_{35} n_1 n_3 + 2C_{34} n_2 n_3$$

$$\lambda_4 = C_{65} n_1^2 + C_{24} n_2^2 + C_{43} n_3^2 + C_{64} n_1 n_2 + C_{63} n_1 n_3 + C_{25} n_2 n_1 + C_{23} n_2 n_3 + C_{45} n_3 n_1 + C_{44} n_3 n_2$$

$$\lambda_5 = C_{15} n_1^2 + C_{64} n_2^2 + C_{53} n_3^2 + C_{14} n_1 n_2 + C_{15} n_1 n_3 + C_{65} n_2 n_1 + C_{63} n_2 n_3 + C_{55} n_3 n_1 + C_{54} n_3 n_2$$

$$\lambda_6 = C_{15} n_1^2 + C_{62} n_2^2 + C_{54} n_3^2 + C_{12} n_1 n_2 + C_{14} n_1 n_3 + C_{66} n_2 n_1 + C_{64} n_2 n_3 + C_{56} n_3 n_1 + C_{52} n_3 n_2$$

(10)

A careful examination of Equation (9) shows that the displacement vectors (eigenvectors) associated with each eigenvalue, ρv^2 , are mutually perpendicular. For a given direction of propagation, defined by the wave vector \vec{k} , three waves propagate with displacement vectors mutually perpendicular to each other and with different velocities. In general, these waves are not purely longitudinal or purely transverse.

However, for certain directions of propagation in a given medium material, in which \vec{k} is an eigenvector of λ_{im} , a wave is strictly longitudinal and the other two are purely transverse. For a pure longitudinal wave the displacement vector of the particle \vec{u} is parallel to the unit vector perpendicular to the wave fronts \vec{n} . Therefore, the vectorial product $\vec{u} \times \vec{n}$ is zero. On the other hand for a pure transverse wave, the same vectors are perpendicular to each other and, consequently, the scalar product $\vec{u} \cdot \vec{n}$ is zero.

Christoffel has demonstrated that the direction cosines α_i of the displacement of the particles of the wave fronts are connected with the corresponding wave velocities, Equation (11).

$$\begin{aligned} \alpha_1 \lambda_{11} + \alpha_2 \lambda_{12} + \alpha_3 \lambda_{13} &= \alpha_1 \rho v^2 \\ \alpha_1 \lambda_{12} + \alpha_2 \lambda_{22} + \alpha_3 \lambda_{23} &= \alpha_2 \rho v^2 \\ \alpha_1 \lambda_{13} + \alpha_2 \lambda_{23} + \alpha_3 \lambda_{33} &= \alpha_3 \rho v^2 \end{aligned} \quad (11)$$

This set of equations can be easily deduced from Equation (6), replacing u_m for the direction cosines α_i of the particle \vec{u} displacement vector, Equation (12). Thus, the known propagation velocity of the wave propagation direction and density of the wood the elements of the matrix elastic constants can be determined.

$$\begin{aligned} \lambda_{mi} \alpha_i - \rho v^2 \delta_{mi} \alpha_i &= 0 \quad \therefore \\ \lambda_{mi} \alpha_i &= \rho v^2 \delta_{mi} \alpha_i \end{aligned} \quad (12)$$

The determination of elastic constants of wood can be simplified when considering it, as a first approximation, as a solid orthogonally isotropic or simply orthotropic. The matrix of elastic coefficients of an orthotropic solid is given by equation (13). Thus, it is possible to distinguish, in a wooden piece, three structural planes of symmetry that are both elastic planes of symmetry, as illustrated in figure 1.

$$[C]_{\text{Orthotropic}} = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{12} & c_{22} & c_{23} & 0 & 0 & 0 \\ c_{13} & c_{23} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{55} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & c_{66} \end{bmatrix} \quad (13)$$

With the velocity of wave propagation in the ultrasonic tests and wood apparent density, using Christoffel's equation, the wood stiffness constant values were estimated to be approximately the dynamic moduli of elasticity. This equation (14) used by Gonçalves and Bartholomeu (2000) and Bucur (2006), obtained good results.

$$c = \frac{\rho V^2}{g} \quad (14)$$

Where: C = stiffness constant, MPa; V= velocity of wave propagation, m.s⁻¹; ρ = wood apparent density, at 12% moisture content, kg.m⁻³ and g= acceleration of gravity, 10 m.s⁻².

	E _L	E _R	E _T	G _{TR}	G _{TL}	G _{LR}	v _{RL}	v _{TL}	v _{LR}	v _{TR}	v _{LT}	v _{RT}
Average	11561	2315	1598	800	1087	1355	0.12	0.09	0.58	0.36	0.59	0.53
Standard Deviation	2413	406	333	48	109	124	0.05	0.04	0.19	0.13	0.22	0.19
Variation Coefficient	20.87	17.53	20.82	6.06	10.03	9.17	44.34	47.16	32.64	35.57	37.51	36.51

Table 2 - Average values of the elastic constants.
 Fonte: prepared by the author

In the Figure 2 is shown the relation between the static values and the appreciated ones by the non-destructive method of ultrasonic wave's propagation, for the 3 directions (L, T and R).

4. CONCLUSIONS

It is possible to determine the values of the elastic constants using ultrasonic wave propagation. The theory C11 > C22 > C33, C44 < C55 < C66 and C12 > C13 > C23 was attended.

It is possible to estimate with precision the value of Estatic based on the propagation of ultrasonic waves.

3. RESULTS AND CONSIDERATIONS

In the table 1 is presented the numerical values of speed of propagation of the wave and their respective constant elastics (CE). It is worth emphasizing that, the direction 1 refers to the longitudinal direction, the 2 to the radial one, and the 3 to the tangential one (BUCUR, 2006).

CE	N	Average	S.D.	95% CI
C11	7	14612	1864	(12888 ; 16336)
C22	7	3555	544	(3052 ; 4058)
C33	7	2413	511	(1940 ; 2886)
C44	7	800	48	(754 ; 844)
C55	7	1087	109	(986 ; 1187)
C66	7	1355	124	(1240 ; 1470)
C12	7	14612	1864	(12888 ; 16336)
C13	7	3555	544	(3052 ; 4058)
C23	7	2413	511	(1940 ; 2886)

Table 1 - Average speeds of ultrasonic waves in the specimens
 Fonte: prepared by the author

Bucur (2006) affirms, that to attend the basic theory, the value must be C11 > C22 > C33, C44 < C55 < C66 and C12 > C13 > C23, and the same took place for all the rehearsed samples.

In the table 2 there are presented the appreciated values of each one of constant elastics, it is noticed that the biggest values of coefficient of variation were for the Poisson's, which variation was from 32.64 to 47.16%. Bucur (2006) affirms that this phenomenon was already expected, because of being treated as a heterogeneous material.

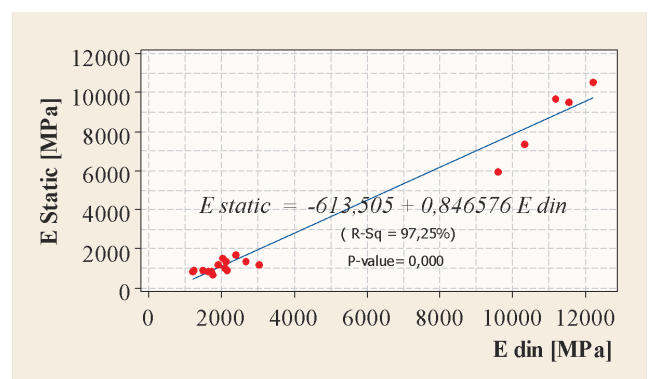


Figure 02 - Static vs. dynamic longitudinal elasticity module (EL, ET, and ER)
 Fonte: prepared by the author

ACKNOWLEDGEMENTS

National Counsel of Technological and Scientific Development (CNPq) and Foundation for Research Support of the State of Minas Gerais (FAPEMIG), for the financial support given to this research., for the financial support given towards this research project.

REFERENCES

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 7190; “**Projeto de estruturas de madeira**”. Rio de Janeiro, 1997.
- ATHERTON, G.H.; “**Preliminary study of proportional limit as a predictor of ultimate strength in bending**”. Forest. Prod. J. v. 30, n. 1, p. 47-53, 1980.
- BALLARIN, A.W.; NOGUEIRA, M.; “**Caracterização elástica da madeira de Eucalyptus citriodora**” CERNE, v. 09, n.1, p. 69-83, 2003.
- BJELANOVIĆ, A.; FRANKOVIĆ, T.; GRANDIĆ, I.Š.; “**Adjustments of dynamic MOE on referent moisture content of wood and temperature in grading of small-sized samples**” Građevinar, v.71, n.2, p. 125-135, 2019
- BODIG J.; GODMANN, J.R.; “**Prediction of elastic parameters for Wood**” Wood Sci. v. 5, p. 249-264, 1972.
- BOLZA, E.; KLOOT, N.M.; “**The mechanical properties of 174 Australian timbers**” Div. For. Prod. CSIRO Melbourne Tech. Paper. n. 2, 1963.
- BUCUR, V.; “**An ultrasonic method for measuring the elastic constants of wood increment cores bored from living trees**” Ultrasonics, v. 21, p. 116-126, 1983.
- BUCUR, V.; “**Acoustics of Wood**”, 2. ed. new York, CRC press, v. 1, 399 p., 2006.
- BUCUR, V.; “**Elastic constants for wood by an ultrasonic method**” Wood Sci. Technol. v.18, p. 255-265, 1984.
- CARRASCO, E.V.M.; AZEVEDO JÚNIOR, A.P.; “**Avaliação não-destrutiva de propriedades mecânicas de madeiras através de ultra-som – fundamentos físicos e resultados experimentais**” Engenharia Civil, v. 1, n. 16, p. 27-37, 2003.
- CURRY, W.T.; TORY, J.R.; “**The relation between the modulus of rupture and modulus of plasticity of timber**”. Aylesbury, Bucks Building Research Establishment, Princess Risborough Laboratory, Current paper. n. 30. 1976.
- GONÇALVES, R.; BARTHOLOMEU, A.; “**Avaliação do desempenho de ensaio não destrutivo em vigas de madeira de Eucalyptus citriodora e Pinus elliottii**” Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.4, n.2, p.269-274, 2000.
- GONÇALVES, R.; TRINCA, A.J.; CERRI, D.G.P.; “**Comparison of elastic constants of wood determined by ultrasonic wave propagation and static compression testing**” Wood and Fiber Science, v. 43, n. 1, p. 64-75, 2011.
- HASELI, M.; LAYEGHI, M.; HOSSEINABADI, H.Z.; “**Evaluation of modulus of elasticity of date palm sandwich panels using ultrasonic wave velocity and experimental models**” Measurement, v. 149, n. 107016, p. 1-9, 2020.
- KENNEDY, E.I.; “**Strength and related properties of wood grown in Canada**”. Dept. of Forestry Publications. n. 1104, Ottawa. 1965.
- OBERHOFNEROVÁ, E.; ARNETOVÁ, K.; HOLEČEK, T.; BORŮVKA, V.; BOMBA, J.; “**Determination of Correlation between Destructive and Nondestructive Test Methods Applied on Modified Wood Exposed to Natural Weathering**” BioResources, v. 11. n. 2, p. 5155-5168, 2016.
- ROSS, R.J.; BRASHAW, B.K.; PELLERIN, R.F.; “**Nondestructive evaluation of Wood**” Forest Products Journal, v. 48, n. 1, p. 14-19, 1998.
- SANDOZ, J.L.; “**Triage et fiabilité de bois de construction**”. 186f. Tese (Doutorado em Sciences Techniques) – Departamento de Génie Civil, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Lausanne, Suisse. 1989.
- STANGERLIN, D.M.; GONÇALEZ, J.C.; GONÇALVES, R.; SANTINI, E.J.; CALEGARI, L.; MELO, R.R.; GATTO, D.A.; “**Avaliação de tipos de ondas geradas por dois modelos de transdutores para determinação do módulo de elasticidade dinâmico**” Floresta, v. 40, n. 4, p. 691-700, out.-dez. 2010.
- STEIGER, R.; “**Sortierung von Rund-und Schnittholz mittels Ultraschall**” Holzforschung und Holzverwertung, v. 49, n. 2, p. 28-35, 1997.
- WARREN, W.G.; “**A critical examination of the statistical techniques available for estimating exclusion limits from in-grade tests**”. Technical Rapport, Western Forest Prod. Lab., Vancouver, B. C. 1979.

AUTORES

ORCID: 0000-0001-7870-0283

EDGAR VLADIMIRO MANTILLA CARRASCO, Dr. | Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Belo Horizonte, MG, Brasil. | Correspondência para: R. Paraíba, 697 – Funcionários, Belo Horizonte – MG, 30130-140. | E-mail: mantilla.carrasco@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4059-3974

REJANE COSTA ALVES, Dra. | Universidade Federal de Espírito Santo, Engenharia Industrial Madeireira, Jerônimo Monteiro, ES, Brasil. | Correspondência para: Av. Gov. Lindemberg, nº 316 - Centro, Jerônimo Monteiro – ES, 29550-000 | E-mail: rejanealves.ufes@gmail.com

ORCID: 0000-0003-3628-911X

PAULO GUSTAVO VON KRÜGER, Dr. | Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Curso de Design, Belo Horizonte, MG, Brasil. | Correspondência para: R. Paraíba, 697 – Funcionários, Belo Horizonte – MG, 30130-140. | E-mail: paulovonkruger@gmail.com

ORCID: 0000-0001-7896-8669

MARCO ANTÔNIO PENIDO DE REZENDE, Dr. | Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Arquitetura, Belo Horizonte, MG, Brasil. | Correspondência para: R. Paraíba, 697 – Funcionários, Belo Horizonte – MG, 30130-140. | e-mail: marco.penido.rezende@hotmail.com

ORCID: 0000-0002-2979-3046

VINNICIUS DORDENONI PIZZOL, Dr. | Centro Universitário de Belo Horizonte - UNIBH, Engenharia Civil, Belo Horizonte, MG, Brasil. | Correspondência para: Rua dos Goitacazes, Nº 365, Apto 603, Centro, Belo Horizonte- MG CEP 30190-050. | E-mail: vinnicius.pizzol@prof.unibh.br

ORCID: 0000-0001-7426-0970

JUDY NORKA RODO MANTILLA, Dra. | Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, MG, Brasil. | Correspondência para: R. Ouro Preto, 1240/1201 – Santo Agostinho, Belo Horizonte – MG, 30170-048. | E-mail: judynorka@gmail.com

ORCID: 0000-0002-7672-6428

MÔNICA AZEVEDO SMITS DE CAMPOS GUIMARÃES, Dra. | Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix FAMIH, Curso de Arquitetura, Belo Horizonte, MG, Brasil. | Correspondência para: R. Espírito Santo, 1100/1501 – Centro, Belo Horizonte – MG, 30160-031. | E-mail: azevedosmits@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

CARRASCO, Edgar Vladimiro Mantilla; ALVES, Rejane Costa; VON KRÜGER, Paulo Gustavo; REZENDE, Marco Antônio Penido de; PIZZOL, Vinnicius Dordenoni; MANTILLA, Judy Norka Rodo; GUIMARÃES, Mônica Azevedo Smits de Campos. Determination Of Constant Elastic Of Pequi Wood Using Ultrasound. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 139-144, ago. 2020.** 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.MIX2020.v6.n4.139-144>.

DATA DE ENVIO: 12/05/2020

DATA DE ACEITE: 28/07/2020

LAS FRONTERAS ENTRE DISEÑO DE MODA Y TECNOLOGÍA: POSIBILIDADES PARA UNA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE

THE FRONTIERS BETWEEN FASHION DESIGN AND TECHNOLOGY: POSSIBILITIES FOR SUSTAINABLE PRODUCTION

ELENIR CARMEN MORGENSTERN, Dra. | UNIVILLE

EFRAÍN FOGLIA, DR. | UOC

SILVANA SILVA REITER WITKOSKI, M.Sc. | UNIVILLE

LETICIA HERMES, M.Sc. | UNIVILLE

HELENA MORGENSTERN ZAMBERLAN | UNIVILLE

RESUMEN

El artículo se adentra en cuestiones relacionadas con las fronteras disciplinares del diseño. Se centra, más concretamente, en las prácticas relacionadas con los campos del diseño de la moda y la tecnología para el desarrollo de productos de moda. En este sentido, el texto destaca teorías conexas a una producción de diseño de moda sostenible evidenciando prácticas relacionadas con proyectos sociales en Brasil, de extensión universitaria, que invierten en tecnología social que, en sus métodos, procesos y materialidad, minimicen impactos ambientales. Con la intención de transponerse a la visión romántica acerca del potencial de las tecnologías para el campo de la moda, el artículo plantea cuestionamientos acerca de la contribución de los avances tecnológicos al medio ambiente, específicamente en el campo de la moda. La reflexión profundiza en la medida, en que las tecnologías sociales y los procesos tecnológicos aplicados en el desarrollo de productos de moda pueden contribuir con la sostenibilidad, minimizando los impactos ambientales. El texto en su desarrollo describe tecnologías actualmente aplicables a los productos de moda; presenta un caso ilustrativo escudriñando la intención teórica por medio de un breve historial sobre la evolución tecnológica de la pieza "camiseta" (T-shirt; semarreta); contextualiza prácticas relacionadas con la producción de moda en España/Barcelona; y, finalmente, analiza y emite posicionamientos de valor por medio de cruce entre las reflexiones teóricas y los casos prácticos.

PALABRAS LLAVE: Diseño de moda; tecnología; sustentabilidad.

ABSTRACT

The article delves into issues related to the disciplinary boundaries of design. It focuses more specifically on practices related to the fields of fashion design and technology for the development of fashion products. In this sense, the text highlights theories related to a production of sustainable fashion design evidencing practices related to social projects in Brazil, university extension, that invest in social technology through methods, processes and materials that minimize environmental impacts. The article raises questions about the contribution of technological advances to the environment, specifically in the field of fashion. The reflection questions the extent to which social technologies and technological processes applied to the development of fashion products can contribute to sustainability, minimizing environmental impacts. The text, in its development, describes technologies currently applied to fashion products; presents an illustrative case examining the theoretical intention by means of a brief history about the technological evolution of the piece "T-shirt" (semarreta); contextualizes practices related to fashion production in Spain / Barcelona; and, finally, analyzes and emits positions through the intersection between theoretical reflections and practical cases.

KEY WORDS: Fashion design; technology; sustainability.



1. INTRODUCCIÓN

Los datos y reflexiones presentados son el resultado de una pasantía posdoctoral (por Elenir Morgenstern bajo la supervisión del profesor Dr. Efraín Foglia) en la Universidad de Barcelona (UB), con investigación incluida en la línea de investigación Imagen y diseño, vinculada al programa de posgrado Estudios Avanzados en Producción Artística.

El artículo se centra en las prácticas relacionadas con los campos del diseño de la moda y la tecnología para el desarrollo de productos de moda sostenible, adentrando en cuestiones relacionadas con las fronteras disciplinares del diseño. Por tecnología se entiende, en este texto, el conocimiento técnico científico y sus aplicaciones a un campo particular. El concepto de tecnología, en el campo específico de la moda, es ampliamente abordado por Fletcher y Grose (2011) tratando de estudios sistemáticos acerca de técnicas, procesos, métodos, medios e instrumentos de aplicados específicamente a los procesos de moda.

En este sentido, el artículo destaca teorías conexas a una producción de diseño de moda sostenible evidenciando prácticas relacionadas con proyectos sociales, de extensión universitaria, que invierten en tecnología social que, por medio de manufacturas, en sus métodos, procesos y materialidad, minimicen impactos ambientales.

Es necesario aclarar que, con la expresión diseño para la sostenibilidad entendemos el acto de proyectar productos, servicios y sistemas con un bajo impacto ambiental y una alta calidad social; cuando hablamos de sostenibilidad ambiental relacionada al desarrollo de productos, nos referimos a los criterios, a los métodos ya las inversiones del mercado (VEZZOLI, 2008).

A partir del cruce entre los enfoques teóricos que anuncian tecnologías de última generación, aplicables en el desarrollo de productos de moda, y las prácticas analizadas junto a algunos proyectos sociales, de extensión universitaria, impulsados por los saberes del diseño de moda, el artículo plantea cuestionamientos acerca de la efectiva contribución de los avances tecnológicos al medio ambiente, específicamente en el campo de la moda. La reflexión presentada, con el fin de transponerse a la visión romántica acerca del potencial de las tecnologías para el campo de la moda, indaga de hecho, y en qué medida, las tecnologías sociales y los procesos tecnológicos aplicados en el desarrollo de artefactos de moda pueden contribuir con la sostenibilidad, minimizando los impactos ambientales. La intención del texto, en su conjunto, analiza el diseño de moda y las perspectivas de sostenibilidad; describe tecnologías actualmente aplicables a los artefactos de moda; presenta un caso ilustrativo escudriñando la

intención teórica por medio de un breve historial sobre la evolución tecnológica de la pieza “camiseta” (T-shirt; semarreta); contextualiza prácticas de tecnología social promovidas por proyectos de extensión universitaria en Brasil; y, finalmente, analiza y emite posicionamientos de valor por medio de cruce entre las reflexiones teóricas y los casos prácticos.

Al lector neófito, la redacción puede parecer multifocal; sin embargo, hay que evidenciar que la propuesta es intencional: la perspectiva ofrecida trata el campo de la moda como un sistema simbólico, interrelacionado con otros campos que, en su conjunto, constituyen un sistema mayor. Por esto motivo, estando convencidos de que no se llega a la comprensión analizando separadamente las partes (conocimiento disciplinario de la Modernidad), se propone el análisis del diseño de moda entrelazado en una tela (CAPRA, 2013), a otros campos, considerando en medio de los campos, las prácticas de los agentes. Así, en una perspectiva antropológica, se intenta un posicionamiento teórico a partir de las prácticas de los agentes y no meramente soportados por enfoques teóricos.

2. EL CAMPO DE LA MODA

El campo de la moda (diseñadores, productores, mercado...), en gran medida, se ha inclinado hacia una producción insostenible. La industria de la moda viene destacándose por el *fast fashion* (moda rápida), en producciones tendenciosas y de baja calidad en lo relacionado a materiales y procesos. Los artefactos, producidos y comercializados a gran escala, con bajos precios, estimulan el descarte y el ciclo vicioso en el sistema que sostiene su mercado.

Otro aspecto relevante está relacionado con el estímulo del consumo por medio de la producción de “objetos del deseo” (FORTY, 2007). La diversidad de los diseños de objetos, como bien destacó el historiador del diseño Adrian Forty, lleva a creer que siempre necesitamos algo más, pues el detalle, la forma, el color de un artefacto supera a su antecesor moviendo nuevas necesidades. Las tendencias, efímeras por naturaleza, hacen obsoletos incluso los productos que aún están en los estantes. Y, además, el aura trascendental de las marcas, destacadas en medio de cada sociedad, denotan el valor simbólico que va siendo instituido en la propia cultura (ver BOURDIEU, 2006).

Los enfoques teóricos, nacidos en buena parte en contextos académicos, han alertado sobre problemas generados por las prácticas productivas y comerciales de la industria de la moda. Surgen teorías relacionadas con la eco-moda, moda consciente, sostenibilidad para la moda, *slow fashion*, movimiento *maker*, entre otros.

El movimiento Eco-Moda se desarrolla pautado en el respeto al medio ambiente, ese perfil de producto/marca de moda ha conquistado adeptos principalmente en Europa. Bajo impacto ambiental, fibras naturales y orgánicas, teñidos ecológicos, reciclaje de objetos y prendas de vestir son la base en la que se sustentan dichas prácticas proyectuales (SCHULTE; LOPES, 2008).

El "Slow Fashion" se configura en movimiento inspirado en "Slow Food", propone la producción de ropas para ser usadas, mantenidas y cuidadas. Se trata de piezas de ropa transzonales, es una propuesta contraria al Fast Fashion, rompiendo con las prácticas actuales de la industria de la moda, orientadas siempre al crecimiento (FLETCHER; GROSE, 2011).

Moda Consciente y sostenibilidad para la moda encajan en los principios definidos por la "ecomoda".

El movimiento "maker" propone el uso de herramientas digitales o manuales, así como el conocimiento técnico democratizado, para que comunidades, en redes globales, puedan producir por sí mismas los artefactos. Un autor importante, que ayudó en la eclosión del Movimiento Maker fue Chris Anderson, que definió a los fabricantes de una forma más estructurada: los fabricantes están llevando el movimiento "hágalo usted mismo" a las comunidades globales, con tres características principales: uso de herramientas digitales para diseñar y modelar proyectos; cultura de compartir proyectos de diseño y de colaborar con otras comunidades en red; el uso de bases de datos de diseño común que democratizan el acceso a los desarrollos de los proyectos (ANDERSON *apud* MANICHINELLI, 2017).

Por otro lado, la concepción contemporánea acerca de lo que entendemos por conocimiento demuestra la evanescencia entre las fronteras de distintos campos, como por ejemplo la moda y la tecnología. El acceso casi ilimitado a los nuevos saberes producidos permite, en el mercado de la moda, una producción híbrida (CANCLINI, 2003) con lo que no solo vemos ropa o accesorios, o ni identificamos meramente tejido o materiales tecnológicos; vemos algo nuevo, una nueva cosa, que evidencia el cruce entre los saberes de ambos campos.

3. EL CAMPO DE LA TECNOLOGÍA Y POSIBILIDADES EXTENDIDAS AL DISEÑO DE LA MODA

La aplicación de la tecnología en los procesos en diseño de moda posibilita el desarrollo de tejidos inteligentes y anuncia la institución de nuevos hábitos (sociales) relacionados con cuerpo y la vestimenta. Estas prácticas se han denominado "wearable" o "tecnologías usables híbridos que surgen de la unión de las dos áreas y acrecientan otras posibilidades para el diseño de la moda.

Empresas y escuelas desdoblaron investigaciones posibilitadas por el cruce de los conceptos de moda y los procesos tecnológicos actuales.

La empresa japonesa Riken (2017) presenta estudios desarrollados en conjunto con la Universidad de Tokio en la creación de una célula solar lavable capaz de suministrar energía para equipos electrónicos. De acuerdo con sus productores, el dispositivo se mostró eficiente cuando se probó debajo del agua o bajo compresión y distensión. Esta tecnología apunta la posibilidad para el desarrollo de células solares portátiles que puedan abastecer dispositivos acoplados a la vestimenta.

El sitio del grupo Rhodia (2017) divulga la creación de un hilo, denominado Emaná. El hilo, constituido por minerales bioactivos, posibilita absorber el calor del cuerpo y transmitir a la misma onda de infrarrojo que auxilia en la circulación sanguínea y en la temperatura corporal.

Recientemente, la compañía Sasawashi (2017) anunció el desarrollo de un tejido a partir de la técnica de producción del papel washi. El material, que se define sostenible es fabricado en conjunto con fibras de la planta kumazaca, que posee propiedades antibacterianas y desodorantes. Además, el papel washi posee ligereza, no hay pelusas, propicia la protección UV y demuestra alta durabilidad, manteniendo sus propiedades después de varios lavados. De acuerdo con el diario *The Guardian* (2017), la startup Qmilk creó, a partir de leche agria, una fibra sostenible que tras una mezcla especial producida en laboratorio se transforma en líneas y consecuentemente en tejido. La fibra, generada a partir de la leche, presenta un aspecto similar al de la seda, pero con el diferencial de no utilizar pesticidas para ser constituido, lo que lo hace 100% natural. De acuerdo con la citada fuente, este tejido también presenta una función antibacteriana y se muestra eficiente en circunstancias de regulación de la temperatura corporal.

Aparte de los desdoblamientos mercadológicos, hay que destacar las investigaciones presentadas en un importante congreso brasileño "Il Congresso Brasileiro Design e Materiais". Investigaciones vinculadas al campo de la moda vienen destacando ensayos que aplican las nuevas posibilidades tecnológicas. Entre las investigaciones socializadas, destacamos el experimento relacionado con procesos creativos de estampación a partir del cultivo de hongos y bacterias ("BioStudio: seres vivos, tejidos e innovación" presentado por Breno Tenório Ramalho de Abreu a congreso Diseño y Materiales, 2017) e investigaciones desarrolladas por la Universidad de la Región de Joinville UNIVILLE (SETE; MORGENSTERN, 2017), que invierten en la proposición de un nuevo hilo a partir de la mezcla entre

fibra de la "paina" y fibra del "pseudo-caule" del plátano ("Fibras Naturales en la producción de hilos textiles: mejoras en el estudio del uso de la fibra de Paineira y aplicaciones en artefactos de Diseño de Moda"). Los experimentos que invierte en la transformación textil por medio de la electrónica y la nanotecnología (BERGMANN; MAGALHÃES, 2017). Aun así, algunas publicaciones recientes, en formato libro, destacan el interés por las discusiones que relacionan moda y tecnología, como "Moda, globalización y nuevas tecnologías", de Avelar (2009).

4. MODA, TECNOLOGÍA Y SOSTENIBILIDAD, LAS DOS CARAS DE LA MONEDA

Anteriormente hemos discutido sobre la producción de artefactos de moda. La intención es averiguar si la inclusión de nuevas tecnologías en las producciones de grupos de artesanos, pueden realizarse de forma sostenible. Entendemos de antemano, que la mera aplicación de tecnologías puede, al contrario de lo esperado, generar nuevos problemas al medio ambiente y, por consiguiente, afectar a las sociedades en su conjunto. Pensamos que los intercambios comerciales deben ser consecuencia de un proceso de reflexión en sintonía con el momento actual de nuestra sociedad, entendiendo que ese debate, debe ser promovido en el escenario de una sociedad que pretende ser participativa y cuestionadora de los sistemas provenientes del capitalismo voraz (FOGLIA, 2017). Creemos que la evolución tecnológica no puede basarse en la referencia de los beneficios de vender tecnologías, si no que se hace necesario averiguar concretamente cuáles son los beneficios sociales que obtenemos al utilizarla.

Nuestro interés en este artículo es desplegar, más adelante, las prácticas de proyectos sociales, cuya realización está conectada a una tecnología social y, en las cuales, el apoyo en tecnologías del diseño de moda (materiales, métodos y procesos) son aplicados con el fin de efectuar una producción sostenible que considere el medio ambiente conectada al paradigma ecológico de la contemporaneidad (CAPRA, 2013). Sin embargo, nos parece pertinente, antes de entrar en el ámbito de estos proyectos, presentar brevemente un estudio de un caso que evalúa la relación entre producción tecnológica e impactos ambientales. Así, presentamos una breve historia de la camiseta (T-shirt; semarreta), esta labor la llevaremos a cabo apoyados en una fuente histórica específica: Boucher (2010).

Los orígenes de la camiseta son antiguos, los romanos de la antigüedad ya usaban una túnica doble, llamada suéter, que es el ancestro de nuestras camisetas. Era siempre blanca, hecha casi siempre de lino. Se utilizaba

debajo de la única para proteger de la transpiración. En el siglo IV, en Constantinopla, seguía utilizándose bajo la ropa. Los tejidos de las piezas superiores eran muy ricos, bordados con oro, plata y piedras preciosas, y por eso no eran lavados. El suéter se utilizaba debajo de esas piezas nobles para evitar que se ensuciara. En el siglo XIV, Miguel Ángel, en su estatua "El esclavo moribundo", ya retrata a un hombre vestido exclusivamente con una prenda muy diferente de las usadas en la época: una camiseta sin mangas. Miguel Ángel anunciaba una moda que más tarde sería de referencia (lo que hoy los diseñadores llamarían "el buen diseño"). En el siglo XIX, la ropa de los niños empieza a ser más infantil, en lugar de ser reproducciones de las de los adultos en miniatura. "Camisia" era la única vestimenta hasta los 5 o 6 años, usada también para bautizar a los niños. A principios del siglo XX la camiseta, todavía era usada como ropa de interior, para proteger a los hombres de la transpiración y del frío. Para no rasgar las camisas, los trabajadores usaban sólo la camiseta para trabajar. A partir de la 1ª Guerra Mundial, soldados europeos usaron, bajo los uniformes, cómodas camisetas de algodón. Los estadounidenses, muriendo de calor en sus uniformes de lana, adoraban la novedad de las camisetas y la llevan a Estados Unidos. El diseño en formato de T lleva la pieza a ser conocida como camiseta, en inglés. En la 2ª Guerra Mundial - La camiseta es pieza clave en el uniforme de la Armada y del Ejército Americano siendo todavía considerada ropa de interior, pero el público se acostumbra a ver en las revistas fotos de los soldados con camiseta, sin camisa por encima, al hacer trabajos pesados o en lugares calientes. En 1948 el candidato a la presidencia de Estados Unidos, Thomas E. Dewey, hace una de las primeras camisetas de propaganda de la historia, con las palabras "Dew it for Dewey". A partir de ahí, en la década de 1950, celebridades pasan a aparecer en películas vistiendo camisetas sin camisa por encima. En los años 60, los movimientos antiguerra y a favor de la libertad, comienzan a usar la camiseta con colores psicodélicos-hippies que ya cuentan con mensajes pacifistas impresos, en la línea de "Hacer Amor, No Hacer Guerra". En esa época, las mujeres también pasan a usar la pieza, que se vuelve unisex. En los años 70 las camisetas se utilizan tanto como medio de expresión de los anhelos de la juventud como como soporte para propaganda, cargando símbolos de marcas de refrigerante. Años 80, década de los yuppies, jóvenes ligados al consumismo y al individualismo, la moda pasa a ser ostentación de dinero y poder, y la camiseta empieza a traer las marcas de las marcas en gran tamaño. En los años 90, la falta de ideología de los jóvenes de la década aparece

en las ropas largas y largas de los grunges. La camiseta es usada por cualquier segmento de la sociedad, sin ningún compromiso político, sin ideologías o delimitación de edad. En los años 2000, la camiseta continúa siendo una ropa democrática y sirviendo a todos los gustos, desde las campañas políticas, pasando por la promoción de películas, entre otros usos.

Por fin, hasta el comienzo del siglo XX, la mayor pre-tensión de una camiseta era proteger a los hombres de incomodidades como la transpiración. Si se exhibían, era en el cuerpo de trabajadores: verduleros, jornaleros y obreros en general. La conexión con la idea de libertad y confort estuvo siempre presente en la historia de la camiseta. En 1934, durante sus vacaciones en la Riviera Francesa, Coco Chanel apareció vistiendo un pantalón masculino y una camiseta de marinero, hecha de un tejido tan "inadecuado, miserable, frágil y bueno sólo para ropa de interior" (como escribió Edmond Charles-Roux en "Le Temps Chanel -" Los Tiempos de Chanel", sin traducción en portugués), que parecía impensable que estuviera siendo exhibida por una de las estilistas más exitosas de todos los tiempos. El mensaje era claro: el confort estaba de moda. Y ninguna otra pieza podría ser una mejor aliada que la ropa suave de algodón. En la secuencia histórica, la camiseta asumió un potencial de marketing siendo que muchas empresas pasaron a colocar estampas en las camisetas (<https://super.abril.com.br>).

De esta manera, en la historia de la camiseta, la gran revolución de los años 90 podía ser vista en su forma y tejidos. Telas hechas de bolsas de supermercados, de tejidos sintéticos; con cortes en V, sin mangas, con una sola manga, con una amplia gama de colores. El formato en T se estaba transformando en todas las formas posibles.

Actualmente, la camiseta se presta tanto para lides domésticas como para eventos sociales de lujo. La innovación tecnológica en su historia se nota más recientemente (a partir de la década de 2000) en la aplicación de tejidos compuestos por hilos de orígenes y composiciones diversas y por medio de procesos variados.

Tenemos hoy camisetas en hilos de seda, nylon, algodón y sintéticos de las más osadas y efímeras conjugaciones. Nos proponemos, a continuación, analizar algunos de los resultados de las tecnologías aplicadas vislumbrando los efectos e impactos ambientales provenientes de las innovaciones:

- Fibra de algodón: El algodón es una de las fibras más utilizadas en el área textil. Se trata de una fibra natural, considerada mejor que otros productos sintéticos, pero que produce un impacto ambiental significativo. "El algodón es una cultura comercial de gran importancia

económica, siendo cultivado en más de 70 países. La producción mundial de la fibra es superior a 19 millones de toneladas" (SOUZA, 2000, P.88). Los avances tecnológicos para la siembra y el aprovechamiento de la fibra trajeron beneficios económicos y una reducción del tiempo en los procesos, sin embargo, impactaron negativamente en el terreno. Según Capra (2013, P.195), la utilización de máquinas en el cultivo del algodón fue responsable del aumento significativo de la producción, no obstante, "el uso masivo de fertilizantes y pesticidas químicos cambió todo el modo de hacer agricultura". De acuerdo con el mencionado teórico, a medida que las mismas especies fueron siendo plantadas año tras año y fertilizadas sintéticamente, el equilibrio de los procesos ecológicos del terreno se rompió; la cantidad de materia orgánica disminuyó y, con ella, la capacidad de este de retener la humedad. Capra alerta que los cambios en la textura de la tierra acarrearán consecuencias nocivas interrelacionadas: pérdida de humus, suelo seco y estéril, erosión por el viento y el agua, etc. Igualmente, la aplicación de productos químicos y pesticidas, además de perjudicar el terreno, es también perjudicial para la salud de los agricultores. El uso de combustible en las máquinas para la cosecha del algodón, pulverización, desmotado, envasado y para el transporte de las fibras, causa liberación de dióxido de carbono en la atmósfera, contaminando el medio ambiente, sin contar que la fibra pierde calidad en muchos de estos procesos realizados con máquina (CAPRA, 2013, p. 195). Vemos que tiene en cuenta también que, en los procesos de transformación y acabado, se aplican colorantes a gran escala para el teñido y estampado - para una camiseta de 200 gramos se utilizan alrededor de 16 a 20 litros de agua, además de productos químicos para el blanqueamiento (BERLIM, 2012).

Por último, la industria textil es responsable de generar muchos residuos en los procesos de tejer y cortar. En la página web de Dalila Textil, empresa con sede en Jaraguá do Sul, se informa que las pérdidas en los procesos representan entre el 15 y el 30% de todo lo que se consume. No se tienen datos estadísticos de los residuos generados por la sociedad, una buena parte se dona y otra va a la basura. Estas piezas de ropa, con composición 100% algodón, son biodegradables y tardan alrededor de 1 año en descomponerse en la naturaleza;

- Algodón Orgánico: La producción de algodón orgánico, aún pequeña, viene creciendo lentamente y promoviendo cambios en el mercado. Todo algodón para ser comercializado como orgánico necesita certificación. En Brasil, esta certificación es hecha por una agencia, la Federación Internacional de Movimientos de Agricultura

Orgánica (IFOAM). Todo el proceso es inspeccionado y garantiza que el algodón orgánico se produzca dentro de un conjunto mínimo de normas. El cultivo del algodón orgánico, de acuerdo con Souza (2000), prioriza la rotación de los cultivos para disminuir el desgaste del terreno; utiliza compuesto y abono orgánico; la siembra es hecha manual y mecánicamente; asimismo, implica la utilización de insectos benéficos y el uso de trampas para el control de plagas en lugar de pesticidas.

El proceso de hilado en el algodón convencional y orgánico es igual, pero el algodón orgánico pasa por certificación. En el proceso de transformación de los tejidos orgánicos existen diferencias. Souza (2000) explica que "los colorantes utilizados son de bajo impacto ambiental y las cantidades de agua y de energía utilizadas en el proceso son más reducidas". Uno de los problemas planteados es el coste de implementar medios menos contaminantes en el tinte, ya que el valor de estos equipos es muy elevado. Los residuos textiles de ambas materias primas (orgánica y convencional), son iguales. Las dos fibras son biodegradables y tienen una descomposición más rápida en la naturaleza. El cultivo del algodón orgánico trata mejor el medio ambiente ya que el avance tecnológico incide positivamente promoviendo un cultivo sostenible. La certificación del material es un factor preponderante para la garantía en los procesos y la fiabilidad para los compradores.

• Fibra del Poliéster: Bezerra (2017) explica que es una fibra química hecha de polímeros sintéticos, provenientes del petróleo. Estas fibras fueron creadas para sustituir las naturales, siendo más fuertes y resistentes a temperaturas más elevadas y generando mayor productividad. Normalmente pasan por el proceso de extrusión, para luego transformación en hilo, que ocurre por monofilamento (un solo filamento continuo), multifilamento (la unión de dos o más filamentos) y fibra cortada (cuando el filamento es cortado en tamaños determinados, pudiendo ser mezclado con las fibras del algodón, viscosa, nylon, lino, etc., formando la mezcla). En cuanto a los beneficios generados por la tecnología aplicada a este hilado, se evidencia que la camiseta hecha de poliéster posee alta resistencia a la humedad, se arruga con menos frecuencia, seca rápidamente y no se desvanece, además de ser más ligera que el algodón. El aspecto negativo, en el uso de la camiseta de esta fibra es que, por ser sintética, retiene el calor del cuerpo, generando sudor y mal olor. Igualmente, está el factor estético negativo, pues puede generar "bolitas" al frotarse. La tecnología aplicada a la fibra, al provenir de combustible fósil no renovable, provoca aspectos negativos al medio ambiente. Cuando tiramos una camiseta con

esta composición, se mantiene mucho tiempo en la naturaleza. La fabricación de poliéster utiliza grandes cantidades de agua para su enfriamiento, junto con una gran cantidad de químicos nocivos, como lubricantes, que pueden convertirse en fuentes de contaminación si no se toman los cuidados debidos. El proceso de producción también utiliza grandes cantidades de energía. El poliéster no es biodegradable, pudiendo tardar hasta 400 años en descomponerse en la naturaleza. "Otro problema ambiental que envuelve al poliéster es la contaminación por micro plásticos, que son partículas de plástico de tamaño entre 1 mm y 5 mm. Estas micro partículas de plástico se desprenden de los tejidos en los lavados y van a los ríos y mares, causando la contaminación de las playas y perjudicando a los animales marinos. Los experimentos de muestreo de aguas residuales de lavadoras domésticas demostraron que una sola pieza de prendas puede producir 1900 fibras por lavado, según Browne et al. (2011). Esto sugiere que una gran proporción de fibras micro plásticas encontradas en el ambiente marino proviene, como consecuencia, de lavado de ropa. De acuerdo con la mencionada fuente, por tratarse de una fibra sintética, los tejidos 100% poliéster pueden ser reciclados, volviéndose a convertir en fibra y generar nuevos productos. Hoy en día ya existen empresas que transforman botellas PET en tejido 100% poliéster o las mezclan con otra fibra, como la de algodón. En este caso, este último producto, ya no puede reciclarse más, debido a la dificultad de separar las fibras. Desafortunadamente, el proceso de reciclaje de botellas PET encarece los productos debido al precio de la maquinaria utilizada, sin contar que la calidad de esta segunda fibra no es igual a la de la primera fabricación.

• Mezcla de fibras: La más famosa mezcla de fibras para la producción de camisetas es la "mezcla íntima" de algodón con poliéster, normalmente 67% poliéster y 33% algodón o 50% poliéster y 50% algodón. Algunas empresas también optan por la mezcla con la fibra de la viscosa - algodón y viscosa o aún algodón, poliéster y viscosa. Mezcla íntima es un proceso realizado en el hilado, en el cual la materia prima tratada (fibras) es transformada en hilo. Estas fibras se cortan en tamaños similares - fibra del poliéster y del algodón - y son retorcidos, formando un hilo simple. Este hilo puede volver a ser retorcido con otro hilo sencillo para formar un hilo retorcido de dos cables y éste puede sufrir el mismo proceso con el fin de obtener un hilo más grueso y/o patrón diferenciado según el sector de desarrollo y aceptación del mercado. El problema con esta mezcla de fibras para la confección de camisetas es que las fibras ya no pueden separarse, imposibilitando el proceso de reciclaje, en el cual ambas vuelven a convertirse en materia prima.

• Fibra de viscosas: Fibracel (2000) nos dice que los hilos y fibras de (raiom) viscosa, fibras químicas artificiales, son producidas por medio de la extracción de la celulosa encontrada principalmente en la madera de árboles de rápido crecimiento, pobres en residuos y fácilmente transformadas en pulpa o en el lenter de la semilla del algodón. Se forma una pasta celulósica que por extrusión en hileras y con el contacto de otras soluciones se hace la fibra. El problema en la utilización de esta fibra, según el mismo manual, es que cerca del 30% de la viscosa utilizada en la confección de ropas procede de árboles de bosques nativos y amenazados de extinción, incluyendo la Amazonia. Estamos hablando de la deforestación, entonces, aunque la viscosa provenga de fuentes renovables, la extracción y el consumo de materia prima ocurren en pasos mucho más rápidos que la capacidad de renovación de esos bosques.

En cuanto a las decisiones de los agentes consumidores en las elecciones de los productos, como existen pocos órganos que fiscalizan y certifiquen los materiales y procesos, y los pocos existentes son muy caros, todo sucede a través de la confianza. En el caso de las empresas de servicios públicos, se debe tener en cuenta que, en el caso de las empresas, su palabra es, por regla general, evaluada de modo indirecto por el comprador y representa la confianza basada en la evidencia externa y en el grado de honestidad, competencia y determinación de la calidad del producto ofertado (SOUZA, 2000, P.87).

5. PRÁCTICAS DE PRODUCCIÓN ASOCIANDO DISEÑO DE MODA Y TECNOLOGÍA

A partir de las reflexiones desarrolladas más arriba, acerca de la relación entre las tecnologías de punta y efectividad de una producción sostenible, proponemos analizar, en consecuencia, el caso específico de proyectos sociales de producción artesanal, desarrollados en el sur de Brasil. En primer lugar, es necesario mencionar que, a partir de investigaciones realizadas en 2015 y 2016 (HERMES; MORGENSTERN, 2017), se evidenció que en la región Sur de Brasil se crean proyectos sociales, vinculados a la "extensión universitaria", que, apoyados en los conocimientos del diseño, capacitan y promueven la creación manual de productos para su comercialización y generación de ingresos:

a) SempreViva: es un proyecto que se desarrolla por medio de una asociación entre la UNIVILLE - Universidad de la Región de Joinville y la SAS - Secretaría de Asistencia Social de Joinville, apoyado por empresas asignadas en la región catarinense. Intenta formar entre 25 y 30 mujeres anualmente, con edades entre 18 y 55 años, a partir de prácticas

y teorías pautadas en los saberes del diseño, buscando generación de trabajo y renta. Se mantiene activo desde 2007;

b) Recosturas de la Moda: con apoyo de la Feevale (universidad de la ciudad de Novo Hamburgo) propone capacitar a mujeres de barrios en situación de riesgo, vulnerabilidad social, con edades entre 20 y 70 años. Intenta unir prácticas de artesanía y conocimientos del diseño de moda, para capacitación para la creación de productos ambientalmente conscientes. El objetivo de este trabajo es estimular la socialización y la emancipación productiva de dichos agentes, teniendo en cuenta la formación cualificada, el ejercicio de la ciudadanía, la actualización para el trabajo y la generación de ingresos. Fundado en 2008, se mantiene activo, a pesar de algunas modificaciones;

c) Asociación Damas & Tramas: resultado de una asociación entre diseñadores y artesanos de la ciudad de Caxias do Sul, con apoyo de la UCS - Universidad de Caxias do Sul. Tiene como objetivo incluir la artesanía como valor simbólico aliado a productos de moda y el diseño. Se desarrolla con éxito desde 2010, empezó como proyecto de extensión de ProModa y se ha convertido en Asociación Damas & Tramas. Busca en sus acciones, como asociación, formalizar y poner en valor el mercado de actuación de artesanos;

d) Mujeres del Barrio: contempla el grupo de proyectos de extensión de la Univali - Universidad del Valle de Itajaí, campus de Balneário Camboriú. Tiene como objetivo la formación a partir de la teoría y las prácticas provenientes del diseño de moda y de la confección. El público objetivo de esa formación congrega a mujeres jóvenes, adultas y ancianas, buscando la orientación hacia el mercado de trabajo relacionado con la moda. En desarrollo desde 2007, el proyecto se basa en el concepto de que la formación puede ser el engranaje del cambio social y de la generación de renta y trabajo.

Nuestra aportación, para el desarrollo del artículo y cruce entre tecnologías y diseño de moda, se posicionará en los proyectos desarrollados por UNIVILLE, en la ciudad de Joinville. Estos proyectos, fundados en el ámbito de la tecnología social, buscan innovación a través de prácticas híbridas entre diseño y artesanía. Las prácticas de tales grupos, extensivas a toda la sociedad, se desdoblán en los siguientes aspectos: todos los proyectos sociales están conectados a un Programa denominado ModaViva; el programa, a su vez, está vinculado al área de investigación y desarrollo de la universidad comunitaria de la Región de Joinville-Sc. Este proyecto

de investigación, que agrupa todas las investigaciones relacionadas con los proyectos de desarrollo, se denomina SIMBOL, el cual está registrado en el Grupo de

Investigación 'Diseño, cultura y sociedad' registrado en el CNPQ (Brasil). El programa ModaViva, según la figura 1, reúne los siguientes proyectos relacionados:

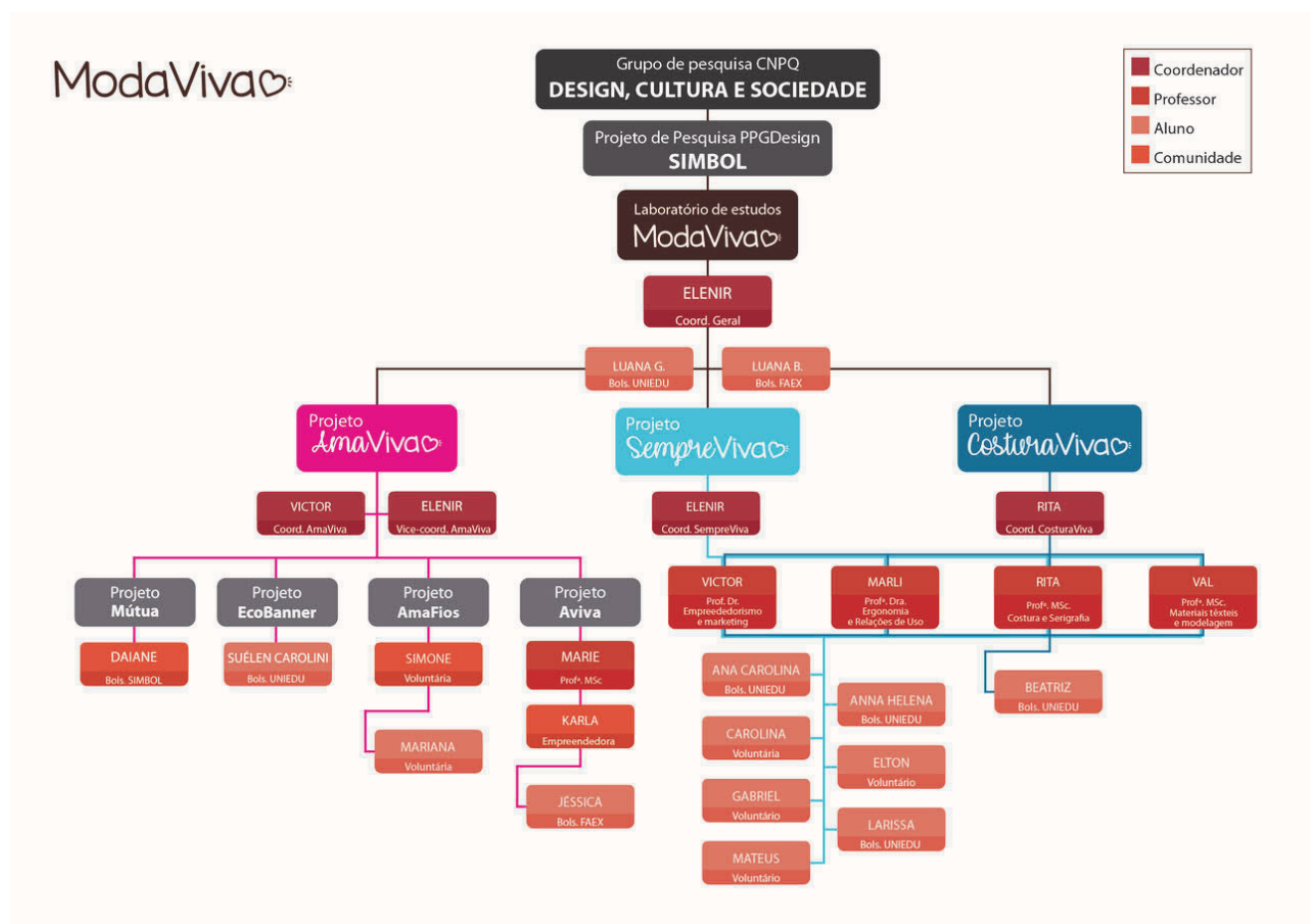


Figura 01 - Organograma Proyectos AMAVIVA/SEMPREVIVA.
 Fuente: Autores.

Pasaremos al caso específico del proyecto AmaViva. El proyecto AmaViva congrega artesanas, provenientes de otros proyectos desarrollados por la misma universidad, que capacitan para el trabajo y la rentabilidad, con miras a la producción y comercialización de productos. El público objetivo está, por consiguiente, constituido por artesanas provenientes de los proyectos desarrollados en un histórico de diez años por la propia universidad en asociación con la Secretaría de Asistencia Social de Joinville. Cada año un número considerable de artesanas es formado por los referidos proyectos y, al término de la formación, algunas artesanas montan su propio negocio o se integran en el mercado de trabajo. Sin embargo, muchas sienten necesidad de proseguir sus actividades asociadas a un grupo. Así, el proyecto AmaViva posibilita esa oportunidad de seguir sus producciones de manera asociada y manteniendo la orientación de los profesores vinculados a los

Cursos de Diseño y Administración de UNIVILLE. El grupo está constituido por mujeres de familias con rentas hasta la mitad del salario mínimo per cápita, sin cualificación profesional y con baja escolaridad. El proyecto (fruto de asociación entre la UNIVILLE y la Secretaría de Asistencia Social) invierte en la cualificación profesional permanente de las artesanas, objetivando inserción social de las integrantes (por la generación de ocupaciones productivas y de renta). Los materiales utilizados, en buena parte, provienen de las donaciones de las asociaciones establecidas con las empresas.

El proyecto AmaViva, así como los demás proyectos de extensión está vinculado al Programa ModaViva y el referido programa, a su vez, integra las acciones del Grupo de investigación 'Diseño Cultura y Sociedad' registrado en el CNPQ. Dentro de cada uno de los proyectos se desarrollan investigaciones de iniciación científica, trabajos de

finalización de curso de graduación y maestría en Diseño e investigaciones científicas de profesores. De esta manera, se realiza un seguimiento de las producciones y se busca medir sus resultados efectivos.

El proyecto AmaViva contempla los siguientes subgrupos productivos:

- e) Aviva: Aviva Conciencia Colectiva, es un emprendimiento social que actúa en el segmento de moda ecológica y con destino de parte de las ganancias a proyectos sociales con niños en situación de vulnerabilidad.
- f) EcoBanner: Desarrollo de bolsos y pequeños contenedores para automóvil, utilizando lonas de banners descartados.
- g) Mútua: Producción de bolsos y carteras utilizando un rechazo de cuero y gemas.
- h) RedCarpet: Desarrollo de vestidos de fiesta a partir de desechos de talleres de Joinville.
- i) Tiwa: Producción de mochilas, estuches y neceseres utilizando telas de sombrillas y paraguas ya no utilizables.

De los grupos arriba citados pasaremos al análisis específico de uno de ellos: AVIVA Conciencia Colectiva. La intención aquí es evaluar las tecnologías en los materiales y procesos productivos de este subgrupo emprendiendo un análisis comparativo con el tema de la camiseta, anteriormente presentado.

AVIVA es una marca ambientalmente amigable y social, en fase de desarrollo. Nació a partir de la percepción de la necesidad de equidad en el ambiente laboral de la moda, de la preservación de los recursos naturales, de la posibilidad de generación de ingresos para personas en situación de vulnerabilidad y de la alternativa de destinación de beneficios para proyectos sociales con niños. Así, por medio de la moda y de los proyectos sociales, su intención es "avivar la conciencia colectiva y ambiental desde la infancia y formar una generación aún más crítica, que esté ligada a los verdaderos valores colaborativos". Se pretende, de forma práctica, actuar con transparencia de informaciones, divulgación de los impactos ambientales en los procesos, utilización de materiales menos agresivos al medio ambiente, cocción de los productos e inserción de la marca en la economía circular.

El actual sistema económico ha causado interferencias en la dinámica y estructuración familiar (material y emocional), ampliando las responsabilidades de la mujer en su sustento. Así, la referida marca social entiende que el impacto social primario ocurre en la generación de trabajo y renta, para las artesanas socias del proyecto de extensión, aliado a la capacitación (que incluye talleres para

discutir sobre precio justo de mano de obra y formación de precio del producto final) y satisfacción profesional y personal de los agentes involucrados. El impacto secundario está orientado a inversiones en proyectos sociales con los niños. En su primera colección (en desarrollo), la planificación para el impacto ambiental está relacionada con la elección de materias primas recicladas y orgánicas (algodón orgánico, media malla y papel de algodón reciclado y poliéster reciclado de garaje pet), utilización de residuos en la construcción de las plantas ropa y artesanías y cuidados en el proceso, para reducir al mínimo posible la producción de basura. La clasificación de los beneficios sociales producidos por el negocio se basará en los indicadores propuestos por el IRIS (Impact Reporting and Investment Standards) (2016), que toma en consideración dos variables: los impactados con el negocio (quienes reciben los beneficios) y el beneficio social generado mejora en el aspecto social y medioambiental) (BACK et al., 2013).

Las buenas intenciones de AVIVA puntúan un anclaje teórico en principios de la sostenibilidad. Sin embargo, en la práctica, y eso es lo que nos interesa en esta reflexión, se hace necesario, como se ha hecho más arriba, en el caso de la camiseta, además de los procesos tecnológicos, considerar aspectos integrantes de los materiales y procesos productivos, así como la relación que se establece entre los agentes implicados. Así, con el propósito de ir adelante de las constataciones acerca del proyecto AVIVA, y considerando que se trata de un proyecto embrión, aún en fase de formato, se presenta en la tabla 1, con base en toda fundamentación apresurada en este artículo, y a partir de datos levantados en investigación de maestría (por Silvana Witkoski; orientación de Elenir Morgenstern, 2018), directrices, en formato tabla con una clasificación de tejidos en cuanto a su constitución. La intención es que el proyecto, además de los ideales conceptuales, efectúe en la práctica opciones de tejido que en su fabricación consideren el medio ambiente.

	Algodón convencional	Algodón orgánico	Poliéster	Viscosa
Cultivo / Producción	Fibra natural	Fibra natural	Fibra química sintética	Fibra química artificial
	Monocultura - causando desequilibrio en el suelo: estéril, seco, sin humedad, erosión, disminución de materia orgánica.	Rotación de cultivos	Derivada de combustible fósil natural no renovable	Gran parte derivada de árboles de bosques nativos (deforestación)

Cultivo / Producción	Uso de fertilizantes químicos	Compuesto y Abono orgánico	Utiliza grandes cantidades de agua para el enfriamiento	La atmósfera del cableado es bastante tóxica
	Uso de pesticidas químicos	Trampas para control de plagas; uso de insectos benéficos	Uso de químicos nocivos, como lubricantes	-
	Uso de máquinas (combustible) para la cosecha, desmotado, pulverización	Cosecha manual; capina manual	Utiliza gran cantidad de energía en el proceso	-
	Uso de colorantes (teñido y estampado)	Colorantes de bajo impacto	Uso de colorantes (teñido y estampado)	Uso de colorantes (teñido y estampado)
	Uso excesivo de agua (en el proceso y limpieza)	Uso reducido de agua	Uso excesivo de agua (en el proceso y limpieza)	Uso excesivo de agua (en el proceso y limpieza)
	Productos químicos para blanquear y blanquear	Sin apuntamiento	Productos químicos para blanquear y blanquear	Productos químicos para blanquear y blanquear
	Procesos demorados y uso de energía	Uso reducido de energía	Procesos demorados y uso de energía	Procesos demorados y uso de energía
	Fibras fuertes y resistentes, en menor grado que la sintética	Fibras fuertes y resistentes, en menor grado que la sintética	Fibras fuertes y resistentes, generan productividad	Fibras fuertes y resistentes, en menor grado que la sintética
	Absorbe la humedad	Absorbe la humedad	Resistencia a la humedad	Absorbe la humedad
	Se seca rápidamente	Se seca rápidamente	Se seca rápidamente	Se seca rápidamente
	Desbota un poco con el tiempo	Desbota un poco con el tiempo	No se desvanece	No se desvanece
	Amasa levemente	Amasa levemente	No amasa	Amasa y encoge con facilidad
	Luz	Luz	Luz	Luz
	No hay bolitas	No hay bolitas	Produce bolitas en fricción	No hay bolitas
	No retiene el calor, la piel respira	No retiene el calor, la piel respira	Reten el calor del cuerpo, generando sudor y mal olor	No retiene el calor, la piel respira
	Biodegradable	Biodegradable	No biodegradable - 400 años para descomponerse	Biodegradable

Tabla 01 - Materia prima para la confección de la camiseta.
Fuente: Autores.

La tabla, desarrollada a partir de investigación bibliográfica y de campo (investigación de maestría en desarrollo, por Witkoski; Morgenstern, 2018) contiene informaciones acerca de las materias primas más utilizadas en la industria textil y moda: algodón, poliéster y viscosa (COLERATO, 2017; Dalila Têxtil, 2017; Fibracel, 2000; Hskins te, 2014; Jones, 2005). Ella compara los diferentes productos, desde su producción o cultivo, en el caso del algodón, abriéndose en convencional y orgánico, hasta el tejido liso; establece características de cada materia prima, procesos de acabado y situación después de la eliminación; destaca datos que evidencian calidad y cuidado con el medio ambiente. Se entiende que los resultados presentados en la tabla anterior pueden contribuir con emprendimientos sociales de moda, como es el caso de la aviva, orientando sobre opciones conscientes y sostenibles.

6. MODA Y TECNOLOGÍA EN CONTEXTO EUROPEO: PRACTICAS SITUADAS EN BARCELONA

La historia de la extensión universitaria es reciente en el contexto de la universidad. En una investigación anterior (HERMES; MORGENSTERN, 2017), constatamos que la extensión universitaria brasileña está configurada en moldes diferentes de los europeos.

El área de extensión universitaria se configura en uno de los tres pilares que estructuran la universidad: enseñanza, investigación y extensión. Su origen proviene de Europa, en el siglo pasado, y su objetivo principal era difundir la enseñanza técnica producida por la universidad. Partió de Inglaterra la proposición de que las instituciones de enseñanza deberían colaborar con la sociedad, en el sentido de contribuir por medio de conocimiento producido. La extensión estadounidense, por otro lado, desde su llegada, mantuvo la función de prestación de servicios. La extensión en América Latina se desarrolló en movimientos sociales, con la premisa de que la cultura fuese diseminada para las clases populares (MELO NETO, 2002).

Establecer un paralelo entre prácticas de extensión universitaria (inclinadas a la producción de moda y tecnología) en Brasil y en Barcelona, es inviable, considerando la naturaleza de las prácticas en ambos países. La extensión universitaria en Barcelona está dirigida a reforzar los programas de estudio que difícilmente observan los cambios sociales en el territorio del diseño. Los proyectos sociales, orientados a las producciones de moda, representan una parte casi imperceptible en las prácticas de la ciudad. De hecho, sí que existen proyectos que revisan de forma crítica esta problemática, pero es más fácil encontrarlos en el activismo

ciudadano o en los talleres urbanos. El colectivo "makea tu vida" con sede en Barcelona lleva tiempo explorando la potencia del "diseño abierto" entendido como un diseño más responsable. Su relato versa así: "makea tu vida es una entidad sin ánimo de lucro de carácter social y educativo, que trabaja en el territorio que existe entre los mundos del diseño y la ecología" (<http://www.makeatuvida.net/>). Los trabajos de este colectivo son solo un ejemplo de los avances en el mundo activista del diseño y que reflejan lo anquilosado de la extensión universitaria en el sur de Europa.

Otro factor que, posiblemente, intimida la formación de grupos de producción en moda, volcados a la comunidad y al medio ambiente, es la impactante producción de moda industrial en España, y ahí nos referimos, por ejemplo, a las empresas de *fast fashion* como zara y mango. Los precios son muy bajos, en comparación con el comercio de productos de moda en Brasil, este factor facilita el consumo que abastece al mercado local y también al internacional (a precios más elevados). Estas empresas de comercio global de moda, son famosas por no incluir en su adn corporativo los aspectos sociales o ambientales que afectan a los países en donde intervienen con sus productos. Según varias críticas, por investigadores sociales y activistas ambientales, estas empresas promueven sus productos a través de la amplia diseminación de puntos de venta y facilitación del comercio a través de precios muy bajos, que sólo son posibilitados por la falta de inversión en tecnologías que tomen en cuenta el respeto por el medio ambiente.

Consideramos interesante presentar, en esta parte final, un comparativo entre las prácticas productivas, que congregan moda y tecnología, situadas en dos contextos diversos, Brasil (Santa Catarina) y España (Barcelona). Este comparativo fue debido a la observación del contraste existente entre las prácticas en los dos contextos histórico-geográficos observadas a lo largo de tres meses de etapa postdoctoral desarrollada por esta investigadora brasileña (que os escribe) en Barcelona, bajo la supervisión del también autor del presente artículo, profesor Efraim Foglia.

7. CONSIDERACIONES FINALES

El artículo, resultado de estudios y reflexiones realizadas durante el posdoctorado (por Elenir Morgenstern bajo la supervisión del Prof. Dr. Efraim Foglia) en la Universidad de Barcelona (UB), abordó cuestiones relacionadas con las fronteras del diseño. Se enfocó en las prácticas relacionadas con los campos del diseño de la moda y la tecnología para el desarrollo de productos. En este sentido, el artículo destaca teorías conexas a una producción de

diseño de moda sostenible evidenciando prácticas relacionadas con proyectos sociales, de extensión universitaria, que invierten en tecnología social que, por medio de manufacturas, en sus métodos, procesos y materialidad, minimicen impactos ambientales.

A partir del cruce entre los enfoques teóricos que anuncian tecnologías de última generación, aplicables en el desarrollo de artefactos de moda, y las prácticas analizadas junto a los proyectos sociales, de extensión universitaria, impulsados por los saberes del diseño de moda, en el contexto brasileño, el artículo plantea cuestionamientos acerca de la efectiva contribución de los avances tecnológicos al medio ambiente, específicamente en el campo de la moda.

La reflexión presentada, con el fin de transponerse a la visión romántica acerca del potencial de las tecnologías para el campo de la moda, indago de hecho, y en qué medida, las tecnologías sociales y los procesos tecnológicos aplicados en el desarrollo de artefactos de moda pueden contribuir con la sostenibilidad, minimizando los impactos ambientales. Esta tentativa, en su conjunto, discurre acerca del diseño de moda y perspectivas sostenibles; describió tecnologías actualmente aplicables a los artefactos de moda; ha presentado un contexto ilustrativo escudriñando la comprensión teórica por medio de un breve historial sobre la evolución tecnológica de la pieza "camiseta"; contextualizó prácticas de tecnología social promovidas por proyectos de extensión universitaria en Brasil; y, finalmente, analizó y emitió posicionamientos de valor por medio de cruce entre las reflexiones teóricas y los casos prácticos en contexto brasileño y español.

Al final de las reflexiones, estamos convencidos de que la aplicación de la tecnología, al contrario de lo esperado, puede generar nuevos problemas al medio ambiente y, por consiguiente, a las sociedades. Pensamos que los intercambios comerciales deben ser consecuencia de un proceso de reflexión en sintonía con el momento actual de nuestra sociedad, entendiendo que ese debate, debe ser promovido en el escenario de una sociedad que pretende ser participativa y cuestionadora de los sistemas provenientes del capitalismo voraz. Creemos que la evolución tecnológica no puede basarse en la referencia de los beneficios de vender tecnologías, si en lo que se hace necesario averiguar concretamente cuáles son los beneficios sociales que obtenemos al utilizarla.

REFERENCIAS

AVELAR S. *Moda, globalização e novas tecnologias*. Estação das Letras, São Paulo, 2009.

BACK, Nelson; OGLIARI, André; DIAS, Acires; SILVA, Jonny Carlos da. *Projeto Integrado de Produtos: Planejamento, Concepção e Modelagem*. Barueri: Manole, 2013.

BERGMANN M., MAGALHÃES C. Materiais híbridos: natureza têxtil em transformação por meio da eletrônica e da nanotecnologia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL E WORKSHOP DESIGN & MATERIAIS, 2017. *Anais...* Campinas, Galoá, 2018. Disponible en: <<https://proceedings.science/dm/trabalhos/materiais-hibridos-natureza-textil-em-transformacao-por-meio-da-eletronica-e-da-nanotecnologia>>. Acceso en el: 15 out. 2018.

BERLIM L. *Moda e sustentabilidade: uma reflexão necessária*. Estação das Letras, São Paulo, 2012.

BEZERRA FC. O que é tecido poliéster? eCycle. Disponible en: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/73-vestuario/2900-poliester-fibra-popular-reciclavel-riscos-ambientais-pet-politereftalato-de-etileno-tecidos-malhas-roupas-filmes-filtros-tintas-pneus-led-historia-petroleo-nao-biodegradavel-reciclavel-mistura-danos-ambienta-microplasticos-alternativas-organicos.html>>. Acceso en el: 27 set. 2017.

BOUCHER F. *História do vestuário no ocidente: Da origem aos nossos dias*. Cosac Naify, São Paulo, 2010.

BOURDIEU P. O costureiro e sua grife: contribuição para uma teoria da magia. In: _____. *A produção da crença: contribuição para uma economia dos bens simbólicos*. 3. ed. Zouk, Porto Alegre, 2006.

BROWNE MA et al. Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environmental Science & Technology*, 45:21, pp 9175-9179, 2011. Disponible en: <<http://pubs.acs.org/doi/ipdf/10.1021/es201811s>>. Acceso en el: 27 set. 2017.

CANCLINI NG. *Culturas híbridas: estratégias para entrar e sair da modernidade*. Edusp, São Paulo, 2003.

CAPRA F. *As conexões ocultas: ciências para uma vida sustentável*. 13. ed. Cultrix, São Paulo, 2013.

COLERATO M. 4 razões para você pensar duas vezes antes de optar pela viscose. *Modifica*, 2017. Disponible en: <http://www.modifica.com.br/4-razoes-viscose-roupa-insustentavel/#.Wdvfh_ISzIU>. Acceso en el: 9 out. 2017.

DALILA TÊXTEL. Disponible en: <<http://www.dalilatextil.com.br>>. Acceso en el: 27 set. 2017.

FIBRACEL. *Fibra cortada de viscose: Manual Técnico para Fiações*. 2000. Disponible en: <<http://www.abqct.com.br/artigost/Manual%20Fia%C3%A7%C3%A3o%20Viscose.pdf>>. Acceso en el: 10 out. 2017.

FLETCHER K, GROSE L. *Moda & Sustentabilidade: design para mudança*. Senac, São Paulo, 2011.

FOGLIA E. *Cambio*. IN *Desconstruyendo el Manifiesto Marker*. Edición Trànsit Projectes/MakerConvent, 2017.

FORTY A. *Objetos de desejo: Design e sociedade desde 1750*. Cosac Naify, São Paulo, 2007.

HERMES L, MORGENSTERN E. *Design e projetos sociais: processos e efeitos da extensão universitária*. Relatório Técnico. Joinville, 2017. Disponible en: <www.univille.edu.br/account/ppgdesign/VirtualDisk.html/.../34.HERMES_Leticia.pdf>. Acceso en el: 25 set. 2017.

HSKINS TE. *Stitched Up – The Anti-Capitalist Book of Fashion*. Pluto Press, Londres, 2014.

JONES SJ. *Fashion design: manual do estilista*. Cosac Naify, São Paulo, 2005.

MANICHINELLI M. *Desconstruyendo y rehaciendo las identidades de los Makers*. IN *Desconstruyendo el Manifiesto Marker*. Edición Trànsit Projectes/MakerConvent, 2017.

MELO NETO JF de. *Extensão universitária: bases ontológicas*. Extensão Universitária: Diálogos Populares, 13, 2002.

RHODIA SOLVAY GROUP. *Cases de sucesso: Emana*. Disponible en: <<http://www.rhodia.com.br/pt/company/inovacao/cases-de-sucesso/Success-Story-Emana.html>>. Acceso en el: 25 set. 2017.

RIKEN. *A solar cell you can put in the wash*. 2017. Disponible en: <http://www.riken.jp/en/pr/press/2017/20170919_2/>. Acceso en el: 25 set. 2017.

SASAWASHI. *About Sasawashi*. Disponible en: <<http://sasawashi.com/en/about/>>. Acceso en el: 24 set. 2017.

SCHULTE NK, LOPES L. Sustentabilidade ambiental: um desafio para a moda. *Modapalavra e-periodico*, 1:2, pp 30-42, ago-dez. 2008. Disponible en: <<http://www.periodicos.udesc.br/index.php/modapalavra/article/view/7601/5107>>. Acceso en el: 10 out. 2017.

SETE SSK, MORGENSTERN E. Fibras Naturais na produção de fios têxteis: melhoramentos no estudo do uso da fibra de Paineira e aplicações em artefatos de Design de Moda. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DESIGN E MATERIAIS, 2., 2017. *Anais...* 2017.

SOUZA MCM de. *A produção de têxteis de algodão orgânico e o sistema agroindustrial convencional*. Agric., São Paulo, 2000.

THE GUARDIAN. Spinning sour milk into silky fibres. *The Guardian*. Disponible en: <<https://www.theguardian.com/sustainable-business/sour-milk-fibres-textiles-qmilk>>. Acceso en el: 25 set. 2017.

VEZZOLI C. Cenário de design para moda sustentável.
In: PIRES BD (Org.). *Design de moda: olhares diversos*.
Estação das Letras, São Paulo, 2008.

AUTORES

<https://orcid.org/0000-0002-6384-6068>

ELENIR CARMEN MORGENSTERN, Dra. | Univille - Mestrado Profissional em Design e Graduação em Design | Cidade: Joinville, SC, Brasil | Correspondência para: R. Estrada da Ilha, 2419 Joinville; CEP.: 89239250 | email: ele.stern18@gmail.com

ORCID: 0000-0002-5144-9161

EFRAÍN FOGLIA, Dr. | Profesor e Investigador de la Universitat Oberta de Catalunya, UOC. | Correspondência para: Pintor Fortuny 17-19, 2º 4ª, 08001. Barcelona, España. | E-mail: efogliar@uoc.edu

ORCID: 0000-0001-6608-6853

SILVANA SILVA REITER WITKOSKI, M.Sc. | Mestrado em design profissional | Correspondência para: R. Bernardo Dornbusch, 2306- Vila Lalau, Jaraguá do Sul, SC, 89.256-214 | E-mail: vanawitkoski@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0889-8770>

LETICIA HERMES, M.Sc. | Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE | Mestrado Profissional em Design | Joinville, SC - Brasil | Correspondência para: R. Benedito Osvaldo Lecques, 100. Apto 153-A - Jardim Aquarius, São José dos Campos - SP, 12246021 | E-mail: lethermes@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-4502-1767>

HELENA MORGENSTERN ZAMBERLAN | Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE | Correspondência para: Rua Estrada da Ilha, 2419 - Pirabeiraba, Joinville- SC, 89.239-250, Brasil | email: hmzamberlan@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

MORGENSTERN, Elenir Carmen; FOGLIA, Efraín; WITKOSKI, Silvana Silva Reiter; HERMES, Letícia; ZAMBERLAN, Helena Morgenstern. Las Fronteras Entre Diseño De Moda Y Tecnología: Posibilidades Para Una Producción Sostenible. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 6, n. 4, p. 145-158, ago. 2020.** 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.MIX2020.v6.n4.145-158>.

DATA DE ENVIO: 27/05/2020

DATA DE ACEITE: 31/07/2020

A SUSTENTABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE PRODUTOS EM INDÚSTRIAS DO VESTUÁRIO DE GRANDE PORTE NO VALE DO ITAJAÍ (SC)

ANDERSON LUIZ REINERT | FURB
JOEL DIAS DA SILVA, PhD. | FURB

1. INTRODUÇÃO

Questões ambientais têm tomado proporções nunca imaginadas, levando-se à uma quebra de paradigmas, que conduzem a um novo olhar sobre como o mundo deve funcionar, afetando as grandes indústrias que, por sua vez, começaram a analisar sustentabilidade como requisito necessário, não somente para garantir vantagem competitiva, mas também, investindo em processos produtivos e matérias-primas ecológicas, e no desenvolvimento de produtos ao conceito de *ecodesign* (KONZEN; SCHULTE, 2014). Contudo, poucas organizações sabem relacionar, de modo efetivo, tais conceitos (HALLSTEDT et al., 2010).

A partir desta perspectiva, buscou-se diagnosticar os aspectos da sustentabilidade empregados no desenvolvimento de produtos em indústrias do vestuário de grande porte no Vale do Itajaí, em Santa Catarina.

2. PROCEDIMENTOS

Foram utilizados formulários virtuais elaborados via *Google Docs*, baseados na *Escala Likert* e enviados via e-mail aos responsáveis pela área de Desenvolvimento de Produtos e Design. O universo diagnosticado é composto por 12 indústrias de grande porte, do segmento de vestuário, da região do Vale do Itajaí (SC), obtidas pela listagem disponibilizada pela FIESC (2015). Os dados foram tabulados e analisados utilizando o *software Microsoft Excel*.

3. RESULTADOS

A pesquisa foi conduzida entre outubro e novembro de 2019, com retorno de 10 respostas, correspondendo a 83% da população investigada. Observou-se que, em sua maioria, existe uma área desenvolvimento de produtos vinculada diretamente à Diretoria (60%), ou ainda, como um setor ou departamento vinculado à área de Engenharia/Projeto (20%). Contudo, 70% dos respondentes afirmaram que não existe um modelo de referência para o processo em suas empresas. Moretti (2012) argumenta que o

processo de desenvolvimento de produto do vestuário (PDPV) sofre influência direta da moda, conferindo dinamismo ao processo, exigindo-se rapidez durante o desenvolvimento, e desta forma, dificultando a materialização de um modelo único. Entretanto, destacou-se como iniciativa sustentável entre os respondentes, a adoção de linhas sustentáveis, como a dos produtos *Forum Green*, do grupo AMC Têxtil. Esta linha reduz em 90% o uso de água no processo de beneficiamento na produção das calças jeans (MONTEIRO, 2019), além de utilizar produtos químicos sustentáveis naturais. Como indicador, a marca faz uso do *software EIM (Environmental Impact Measurement)*, obrigatório a todos os fornecedores da linha, que mede o impacto ambiental ao longo da cadeia produtiva. Os respondentes afirmaram que os produtos produzidos com princípios de sustentabilidade têm tido boa aceitação no mercado, e que, há planos do desenvolvimento de mais produtos com características verdes. Outras ações destacadas são o uso de matérias-primas renováveis e a reutilização interna de sobras de matérias primas.

REFERÊNCIAS

- FIESC. Guia da Indústria. Florianópolis: 2015.
- HALLSTEDT, S.; NY, H.; ROBÈRT, K.; BROMAN, G. An approach to assessing sustainability integration in strategic decision systems for product development. *Journal of Cleaner Production*, v. 18, p. 703–712, 2010.
- KONZEN, G.; SCHULTE, N. Ecodesign e sua aplicação na confecção do vestuário. 2014. Disponível em: <https://bit.ly/2A6PJhc>. Acesso em: 05 Ago 2019.
- MONTEIRO, P. A. Diagnóstico do consumo de água nos processos de beneficiamento de jeans no polo confeccionista de Divinópolis (MG) Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) - Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2019. Disponível em: <https://bit.ly/2B3axa5>. Acesso em: 25 Mai 2019.
- MORETTI, I. C. Sistema de medição de desempenho

para o processo de desenvolvimento do produto do vestuário de moda. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2017. Disponível em: <https://bit.ly/2X1tORA>. Acesso em: 05 ago. 2019

PROJETO ARQUITETÔNICO ESTAÇÃO CHÃO D'ÁGUA E PROPOSTA DE TBC

VICTOR GUILHERME CORDEIRO SALGADO | UNIFAP
 BIANCA MORO DE CARVALHO, Dra. | UNAM

1. AS PALAFITAS DA VILA ELESBÃO (AP)

Apesar da Amazônia concentrar grande reserva de recursos naturais, sendo o maior conjunto de florestas tropicais do planeta, existem cenários de pobreza e exclusão em suas grandes cidades. Particular ao caso da cidade de Santana (AP), a inauguração da Área de Livre Comercio de Macapá e Santana (ALCMS) potencializou o contexto migratório de transferências de populações em busca de oportunidades no território.

As populações fixaram residência próximo a tal eixo industrial, isto é, na Zona Portuária de Santana, onde fica a Vila Elesbão em circunstância de assentamento popular, que somam mais de seis décadas de ocupação.

A origem cultural de muitas famílias migrantes influenciou no principal tipo de elemento edilício presente (palafita) uma vez confirmado que eram das ilhas próximas. Não se pode ignorar o fator socioeconômico, afinal foi necessário mão-de-obra barata para erguer o polo industrial portuária santanense.

A palafita ainda é a principal técnica construtiva desempenhada pela comunidade. São predominantemente erguidas pela autoconstrução, com fortes traços das palafitas vernáculas, contudo já subsidiadas com materiais e equipamentos contemporâneos, ou seja, são encontradas estéticas híbridas, em adaptação, diante das possibilidades econômicas das famílias.

A vista da janela ou da varanda contempla a imensidão de água doce, vegetação exuberante de ilhas próximas e embarcações de grande porte, sem falar das embarcações tradicionalmente produzidas pelos carpinteiros navais locais.

2. O PROJETO E PROPOSTA DE DESENVOLVIMENTO LOCAL

O conjunto de razões que contemplam o planejamento arquitetônico deste projeto e proposta de desenvolvimento local reúne dez termos que fundamentam a temática principal: cultural local; meio ambiente; justiça social, coletividade, uso público; materiais locais; inovação; acessibilidade; autogestão comunitária; e apropriação. Inspirado nos objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável (UN, 2014).

A forma final da edificação apresenta implantação com especificidades para cada bloco. Seguindo o traçado alongado do fragmento norte da poligonal, o Bloco B "Convés", e comprimindo-se a sul, o Bloco A "Margem". As denominações Margem é inspirada na fronteira água-terra e Convés na forma interior de embarcações grandes.

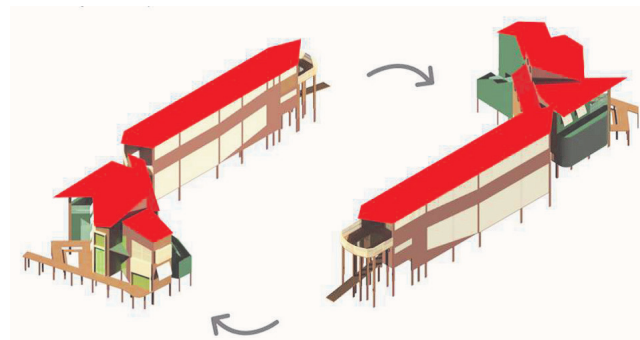


Figura 1 – Edificação palafítica.
 Fonte: Autores, 2019.

O Bloco "Margem", apresenta-se a forma agrupada, de linhas retas e cruzamentos diversos, inspirada nos sentidos oblíquos que as passarelas e aglomeração de assentamentos populares geralmente adquirem. A disposição horizontal do Bloco "Convés" tem formato longitudinal alongado, com proa, varanda e quintal. Este bloco é destinado aos usos mais versáteis e livres, com espaços concebidos para atender as transformações e improvisos pertinentes ao modo de vida de populações socialmente mais frágeis.

O Turismo de Base Comunitária (TBC) objetiva a vivência intercultural, a qualidade de vida, a valorização da história e cultura das comunidades gestoras, bem como a utilização sustentável para fins recreativos e educativos dos recursos presentes na localidade (ICMBIO, 2017).

O modelo de gestão foi apresentado a comunidade da vila, representada pela associação de moradores, por meio do site de simulação experimental criado para visualização dos serviços e competências possíveis a realidade local. Ideia foi orientada de acordo com outras duas

experiências de TBC na Amazônia e compreende a preexistência de metodologias para cada etapa de consolidação do empreendimento.

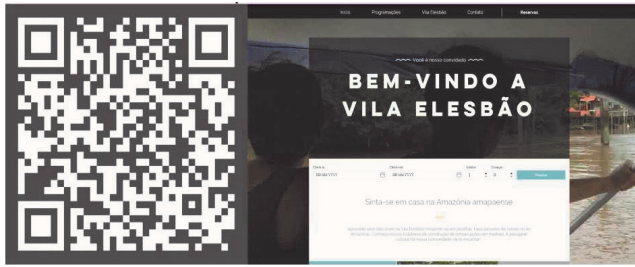


Figura 2 – Site Elesbão Turismo.
Fonte: Autores, 2019.

REFERÊNCIAS

ICMBIO, Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. **Turismo de Base Comunitária em Unidades de Conservação Federais. Princípios e Diretrizes.** Coord.: Thiago Souza et. al. Ministério do Meio Ambiente. Brasília. 2017.

UN, United Nations. **The road to dignity by 2030: ending poverty, transforming all lives and protecting the planet.** Synthesis report of the Secretary-General on the post-2015 sustainable development agenda, NewYork, 2014.

IDENTIFICAÇÃO DE FATORES QUE CONTRIBUEM PARA O USO DA BICICLETA COMO TRANSPORTE URBANO

JONARA MACHADO DE OLIVEIRA, M.Sc. | UFSC
ARNOLDO DEBATIN NETO, Dr. | UFSC

1. RESUMO

Andar de bicicleta é expor-se ao mundo. Deixar as pernas embalarem o movimento, fechar os olhos e sentir o vento no rosto. O corpo parece flutuar no espaço... A paisagem corre rápida ao redor. Na pele sente-se atravessar os raios de sol, filtrados pelas árvores. Folhas caídas estalam sob o peso das rodas. Sensações se misturam: cheiros, sons, luzes, cores. Uma pedalada e muitos metros se foram.

Concentração e força nas subidas são recompensadas com descidas emocionantes e uma vista monumental. Um prazer lúdico e quase infantil toma conta...

Por que andar de bicicleta?

Desde a crise do petróleo de 1979 se discute o uso da bicicleta como meio de transporte. As questões econômicas e ambientais motivaram o início dos debates. Recentemente, a saturação das vias das cidades por automóveis reforçou a importância da bicicleta, agora sugerida como alternativa de mobilidade. Uma boa mobilidade pressupõe acesso amplo e democrático da população ao espaço urbano, contribuindo para sua inclusão social.

Quando vivemos em uma cidade, buscamos usufruir de suas opções realizando trocas culturais, econômicas e sociais. Para efetivá-las, precisamos entrar em contato com outras pessoas e outros lugares e fazemos isso através da movimentação no espaço e da comunicação remota. Certas trocas não podem ser desassociadas do espaço físico das cidades e certos grupos só se mantêm ativos através de encontros pessoais e frequentes de seus membros. Estas relações pessoais são dependentes diretas da mobilidade.

Frente a este panorama, o transporte por bicicleta parece solucionar muitas questões. Em comparação com os automóveis, a bicicleta requer menos espaço urbano e menores investimentos em infraestrutura. Ela é mais acessível economicamente, menos poluente e mais democrática, pois pode ser utilizada por pessoas de praticamente todas as idades e condições sociais. As características da bicicleta parecem ser extremamente vantajosas para a

mobilidade nas cidades, entretanto, os espaços dedicados a ela ainda são poucos e os ciclistas se vêem numa disputa com veículos muito maiores e mais pesados.

Muitas são as questões a serem respondidas sobre os ciclistas e suas atitudes. O conhecimento sobre seu comportamento e preferências gera poder para planejadores e governos criarem ações eficazes no que concerne o incentivo do uso da bicicleta como meio de transporte.

Os diferentes fatores que motivam o uso da bicicleta vêm sendo amplamente investigados no meio acadêmico, no entanto, a análise da percepção dos ciclistas e sua relação com os espaços ainda é um tema pouco explorado.

Optou-se por realizar o estudo na cidade de Florianópolis, devido ao crescente interesse por este meio de transporte na cidade, déficit de pesquisas sobre percepção de ciclistas no município e melhor acesso do pesquisador aos dados.

Buscando identificar os fatores que contribuem para o uso da bicicleta como meio de transporte, foi realizado um experimento com 20 ciclistas, que desenharam os mapas de seus trajetos, descreveram as características encontradas em cada trecho e responderam a uma entrevista com 52 perguntas.

Através da análise do conteúdo das respostas, os dados obtidos foram categorizados, quantificados, reagrupados e representados em gráficos e mapas de maneira a melhor proceder a análise.

Os fatores objetivos incluem infraestrutura na origem, destino, integração modal e trajetos; e características do terreno e condições ambientais. Em relação a infraestrutura, contribuem para o maior uso da bicicleta a existência de bicicletários bem localizados, abundantes, seguros e que acomodem os variados tipos de bicicleta; a integração modal para transposição de barreiras físicas, como morro e baía; a existência de rotas ciclísticas exclusivas; a continuidade das rotas exclusivas ou compartilhadas; sinalização que reforce a prioridade dos ciclistas; adequação da largura

das pistas para acomodar a oscilação da bicicleta, principalmente nas subidas; transições bem projetadas e sinalizadas entre ciclovia e vias; eliminação das faixas de tráfego que alargam e afinam; remoção de placas, obstáculos, valas e tachas mal posicionadas e melhora na qualidade e limpeza dos pisos. Em relação às condições ambientais, contribuem para o uso da bicicleta as rotas protegidas do vento; a boa drenagem das vias e ciclovias; a disponibilidade de integração modal para os dias de chuva; vias arborizadas e sombreadas e baixos níveis de poluição do ar.

Os fatores subjetivos incluem a percepção da segurança; o uso desde a infância; o preparo físico gradual; a apreciação do prazer de pedalar; a percepção de vantagem em relação a gastos financeiros, tempo e autonomia; e a aceitação da sociedade.

Para fins práticos, os resultados desta pesquisa podem ser utilizados para o aprimoramento das rotas ciclísticas atuais e projeto de novas rotas; adequação da infraestrutura de apoio à origem e destino, priorização na implantação de integração modal e direcionamento de programas de educação e incentivo ao uso da bicicleta.

Para os ciclistas, espera-se que a publicação desta pesquisa possa expor suas necessidades e os fatores que precisam ser levados em conta em projetos de incentivo a este meio de transporte.

INFRAESTRUTURAS VERDES NO CONTEXTO URBANO: A APLICABILIDADE DO TETO VERDE E JARDIM DE CHUVA NA CIDADE DE SÃO LUÍS-MA

WALBENICE MARQUES DOS SANTOS | UFMA

IZABEL CRISTINA MELO DE OLIVEIRA NASCIMENTO, M.Sc. | UFMA

1. INTRODUÇÃO

Apesar do conceito de infraestrutura verde ser utilizado no sentido de ser uma técnica a ser adaptada nas cidades já urbanizadas, Benini (2015) comenta que, a sua concepção, logo no início do projeto urbano, auxilia no aproveitamento dos elementos existentes na natureza de forma a estabelecer uma ligação desses elementos naturais com o que será construído, ou seja, projetar a cidade considerando a inserção da infraestrutura verde existente na área, prevenindo assim, problemáticas referentes aos sistemas de drenagem, ilhas de calor, enchentes e deslizamentos, entre outros problemas oriundos da urbanização sem planejamento.

Assim, cabe à essa pesquisa entender de que maneira as infraestruturas, telhado verde e jardim de chuva, podem ser utilizadas na cidade de São Luís (MA) com o objetivo de torná-la ambientalmente melhor, levando em conta quais as adaptações a serem feitas, compreendendo as condições de aplicabilidade, vegetação apropriada e as ferramentas necessárias, possibilitando qualidade de vida aos habitantes e mudando a forma de construir a cidade.

2. EXIGÊNCIAS TÉCNICAS X APLICABILIDADE

De acordo com Catuzzo (2013), o telhado verde possui uma grande capacidade no aumento da umidade do ar através dos processos naturais realizados pela vegetação nele instalada, gerando como benefício a redução do aquecimento de áreas e a promoção de microclimas amenos. De acordo Neto (2014), a impermeabilização da cobertura é de suma importância quando utilizado o telhado verde em climas com altos índices pluviométricos, pois a camada drenante será a determinante do funcionamento do sistema, sendo a dimensão delas calculadas de acordo o volume da água que será retido na cobertura. Dessa forma, a utilização do telhado verde na cidade de São Luís vem como uma opção de solução promissora na redução das ilhas de calor que tem crescido nas últimas décadas na cidade.

Em relação aos problemas do sistema de drenagem urbano existente na cidade de São Luís, propõe-se o uso dos jardins de chuva. Como São Luís possui alto índice pluviométrico, um sistema de jardim de chuva instalado na cidade terá uma profundidade de aproximadamente 90cm a 1m para reter toda o volume das águas pluviais. Aliado ao índice pluviométrico, encontra-se também o tipo de solo, responsável por filtrar a água recebida. O solo predominante em São Luís é do tipo latossolo, solo que tem como uma das características principais a eficiente capacidade de infiltração, o que garante que o solo existente na cidade de São Luís possui potencialidade quanto à instalação do jardim de chuva.

REFERÊNCIAS

- BENINI, S. M. **Infraestrutura verde como prática sustentável para subsidiar a elaboração de planos de drenagem urbana: estudo de caso da cidade de Tupã/SP**. 2015. 220f. Tese (Doutorado em Geografia) - Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente/SP, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Presidente Prudente, 2015.
- CATUZZO, H. **Telhado Verde: impacto positivo na temperatura e umidade do ar: O Caso da Cidade de São Paulo**. 2013. 207f. Tese (Doutorado em Geografia Física). Universidade de São Paulo, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, São Paulo, 2013.
- NETO, A. C. de O. **Cobertura Verde: estudo de caso no município de São José dos Campos – SP**. 2014. 95f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2014.

DETERMINAÇÃO DO CAMPO TÉRMICO A PARTIR DA CLASSIFICAÇÃO DA PAISAGEM DOS AMBIENTES CLIMÁTICOS INTRAURBANOS

CAMILA AMARO DE SOUZA, Dra. | UNIDERP
ANTÔNIO CONCEIÇÃO PARANHOS FILHO, Dr. | UNIDERP
ELIANE GUARALDO, Dra. | UNIDERP

1. RESUMO

As cidades representam um modo de alteração intensa do cenário natural, pois sua implantação altera a morfologia do suporte físico devido ao uso e ocupação do solo e modifica os aspectos ambientais e atmosféricos (MONTEIRO, 2003). Cerca de 3% do território terrestre livre de gelo corresponde a áreas urbanizadas e, simultaneamente, concentra mais de 50% da população do planeta e grande parcela das atividades humanas (GERALD, 2007).

O conceito de paisagem de Sauer (1925 apud CORRÊA, 1998, p.13) é definido como sendo algo complexo e que envolve todos os elementos, sejam eles naturais e sociais. Ainda decompõe paisagem em dois elementos: o “sítio”, que significa a soma dos recursos naturais; e a sua expressão cultural, ou a marca da ação do homem sobre uma área. A partir da década de 1980 avivaram-se os diferentes estudos pertinentes à paisagem, numa abordagem sistêmica e conectada aos componentes ambientais.

A história dos habitats urbanos não é apenas de adaptação passiva ao clima regional, mas de transformação ativa para produzir microclimas radicalmente diferentes do terreno circundante. O design da cidade é o tipo mais antigo de mudança climática antropogênica (EGLI, 1951) apud (HEBBERT; JANKOVIC, 2013, p. 1334, tradução nossa).

Dado o rápido aumento da urbanização global, é preciso entender como o processo de expansão urbana afeta o microclima, o clima local e regional.

A perspectiva da climatologia urbana traz à tona um conjunto diferente de fatores climáticos como, por exemplo, o movimento do ar, talvez a mais importante variável microclimática que afeta o conforto térmico humano, ocorre em todas as cidades a cada hora do dia e da noite e é diretamente afetado pelo formato dos edifícios e pela morfologia urbana (HEBBERT; JANKOVIC, 2013).

A pesquisa sobre o aumento dos efeitos das mudanças climáticas pelo aquecimento urbano local (caracterizada por

ilhas de calor urbanas) permanece incipiente (EMMANUEL; LOCONSOLE, 2015, p.71, tradução nossa).

Uma das principais dificuldades em desvendar o aquecimento urbano são as técnicas computacionais e análises paramétricas associadas à representação de áreas urbanas em modelos climáticos (GRAWÉ et al., 2013; JIN; DICKINSON; ZHANG, 2005). Além disso, são utilizadas com frequência técnicas de cálculos estatísticos para modelos climáticos globais sem modelar as próprias áreas urbanas (LEMONSU et al., 2013).

Embora a situação continue a evoluir positivamente (HEBBERT; JANKOVIC, 2013), muito ainda precisa ser feito para (a) melhorar o efeito de ilha de calor urbana (ICU) e (b) usar as formas de mitigação de ICU como parte da adaptação às mudanças climáticas locais.

A antropização dos ambientes altera os balanços hídricos e energéticos nas camadas atmosféricas próximas à superfície (devido à supressão de vegetação), diminuindo a evapotranspiração e aumentando o escoamento superficial de água (OKE, 1987, p.262).

O uso de vegetação e implementação de infraestrutura verde, vêm sendo incentivados para auxiliar na amenização do impacto que as cidades promovem (Figura 1).

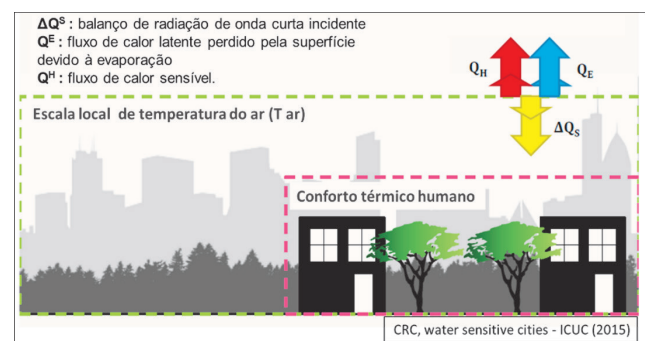


Figura 1 - Esquema de implementação de vegetação, proporcionando conforto térmico. Reduz a temperatura do ar (T_{ar}), aumenta o fluxo de calor latente perdido pela superfície devido à evaporação (Q_E) e diminui o fluxo de calor sensível (Q_H) e o balanço de radiação de onda curta incidente (ΔQ_s).
Fonte: Adaptado de CRC, water sensitive cities – ICUC (2015).

São relevantes no que tange as seguintes variáveis: temperatura do ar (Tar) e umidade relativa do ar (UR); ventilação, poluição atmosférica, da água e do solo; drenagem, estabilidade dos solos e biodiversidade, e ainda está diretamente ligado à saúde e ao bem-estar da população, ou seja, relaciona-se diretamente com o conforto ambiental (GIVONI, 1998; HOUGH, 1998; LOMBARDO et al., 2012; NOWAK, 1994; ULRICH et al., 1991; WONG; CHEN, 2009).

Na escala microclimática (pensando no conforto térmico humano) os efeitos da vegetação dependem de diversos fatores como: a densidade das folhas, os tipos de folhas e galhos (e.g. folhas pilosas ou lisas, grandes ou pequenas etc.), o porte da vegetação, a disponibilidade de água no solo e sua localização. Esses fatores variam conforme as interações entre: o solo, a vegetação e a camada atmosférica; a faixa etária, tipo de espécie e a estação do ano. Estes, por sua vez, interagem de forma complexa com a Tar, estando ligados prioritariamente a dois mecanismos: o sombreamento e a evapotranspiração (ADAMS; SMITH, 2014; FERREIRA, 2012; OKE et al., 2017; WONG; CHEN, 2009).

Souza (2016) demonstrou a influência de parques urbanos de recreação nas temperaturas do ar das áreas urbanas, verificou que em Campo Grande, regiões de parques mais arborizados como o Parque das Nações Indígenas e presença de corpo d'água a temperatura do ar apresenta médias mais amenas do que em parques com vegetação rasteira como o Parque Ayrton Senna.

De acordo com Coutts (2015), outra vantagem da vegetação arbórea em relação à arbustiva e herbácea é que suas raízes conseguem acessar água em camadas mais profundas do solo. Isso contribui para a maior magnitude do processo de evapotranspiração mesmo em ambiente com baixa umidade relativa do ar e de baixos índices de precipitação, por exemplo.

Esse estudo tem como objetivo em seu Capítulo 1 analisar o sistema de classificação da paisagem para identificação de ilhas de calor urbanas Local Climate Zones (LCZ) (STEWART, 2011a; STEWART e OKE, 2012), como base para o Capítulo 2, que demonstra a identificação das classes climáticas locais existentes na cidade de Campo Grande a partir do uso de imagens de satélite e software SIG de livre acesso. No Capítulo 3 foi realizada a correlação das possíveis LCZs identificadas na cidade com dados de temperatura e umidade relativa do ar coletados, e, no Capítulo 4, foi identificado o campo térmico da cidade a partir de dados climáticos SWERA, cálculos estatísticos com software CLIMATE CONSULTANT 6.0 e elaboração de diretrizes construtivas bioclimáticas adequadas para as diferentes zonas climáticas locais identificadas na cidade e no entorno rural.

As hipóteses que nortearam o trabalho foram as de que áreas com a presença de vegetação arbórea densa e esparsa (LCZ A e B) apresentam menor temperatura do ar ao longo das diferentes estações do ano e que a eliminação ou diminuição de áreas verdes ocasiona aumento de temperatura. Os resultados corroboram que as áreas mais urbanizadas (principalmente as LCZ 2, 3 e 4) apresentam temperatura diurna e noturna superior (+4 °C) às áreas menos urbanizadas. As zonas consideradas urbanizadas nesta pesquisa são heterogêneas, sendo as regiões com maiores índices de vegetação e/ou edifícios mais altos (cânions urbanos) apresentam temperatura inferior a outras tipologias urbanas no período diurno e áreas com edifícios altos e índices de vegetação baixos apresentam temperatura noturna mais elevada, característica compatível com o padrão de ilha de calor urbana, as quais foram registradas com magnitude considerada alta (+5,1°C).

Foram alcançados dados relevantes sobre as diferentes características das superfícies do solo da área urbana de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, que foram processados para elaboração de fichas técnicas e mapas. A interpretação dos dados vai além da área temática, abrangendo o aspecto social, entendendo que o fenômeno ilha de calor repercute não apenas no território em si, como também na maneira desigual de distribuição de áreas verdes, estratégias de planejamento em loteamentos urbanos e o modo de apropriação dos espaços públicos e privados.

A intenção da pesquisa foi propor um conjunto de diretrizes de conforto ambiental inédito para futuras revisões de zoneamento e uso e ocupação do solo na cidade previstos em planos diretores municipais e legislações específicas, e planejamento e gestão urbana e ambiental. A metodologia aplicada nessa tese serve de inspiração para análise de outras cidades de porte médio e outras situações na região centro-oeste.

CONTRIBUIÇÕES DA ÉTICA AMBIENTAL BIOCÊNTRICA E DO VEGANISMO PARA O DESIGN DE MODA E A SUSTENTABILIDADE

NEIDE KÖHLER SCHULTE, Dra. | UDESC

DENISE BERRUEZO PORTINARI, Dra. | PUC RIO

1. INTRODUÇÃO

A questão central desta pesquisa foi verificar se os fundamentos da ética ambiental biocêntrica e do veganismo podem contribuir para uma reflexão sobre as mudanças necessárias e urgentes no sistema de moda, diante do contexto da sustentabilidade.

O pressuposto é que os fundamentos da ética ambiental biocêntrica e do veganismo apresentam propostas que podem nortear um modo de produção e consumo com menos impactos socioambientais, contribuindo para um modo de vida menos destrutivo.

2. ÉTICA AMBIENTAL BIOCÊNTRICA E VEGANISMO

O mundo natural não é um simples objeto para ser explorado pelos humanos, nem as criaturas utilizáveis como recursos de uso e consumo dos humanos. Ao contrário, as comunidades de vida selvagens são merecedoras de preocupação moral e consideração pelos humanos, pois possuem um tipo de valor que pertence a elas inerentemente (TAYLOR, 1989).

De acordo com Taylor (1989) a ética ambiental biocêntrica para resolução de conflitos entre os humanos e a natureza apresenta cinco fundamentos: (1) **Auto-defesa**, permite aos agentes morais se protegerem contra organismos danosos ou perigosos, destruindo-os, caso necessário; (2) **Proporcionalidade**, num conflito entre valores humanos e o bem de animais e plantas silvestres, maior peso deve ser dado aos interesses básicos (por exemplo, a sobrevivência); (3) **Mal menor**, se aplica em situações em que os interesses básicos de animais e plantas estejam inevitavelmente em competição os interesses não básicos de humanos e que a satisfação desses interesses humanos seja prejudicial para os outros seres; (4) **Justiça distributiva**, o critério é a justa distribuição dos bens garantidores de satisfação dos interesses das partes em conflito, quando todos os interesses são básicos, portanto de igual importância para

os envolvidos; (5) **Justiça restitutiva**, se aplica para repor aquilo que foi prejudicado aplicando-se os princípios anteriores, buscando o bem de todo um ecossistema, para poder atingir o maior número possível de seres.

No veganismo não se consome nenhum produto de origem animal, nem se faz uso de animais para trabalho, experimentação, entretenimento, entre outros. Veganos se preocupam com a sua existência, de modo a causar o mínimo de danos à natureza.

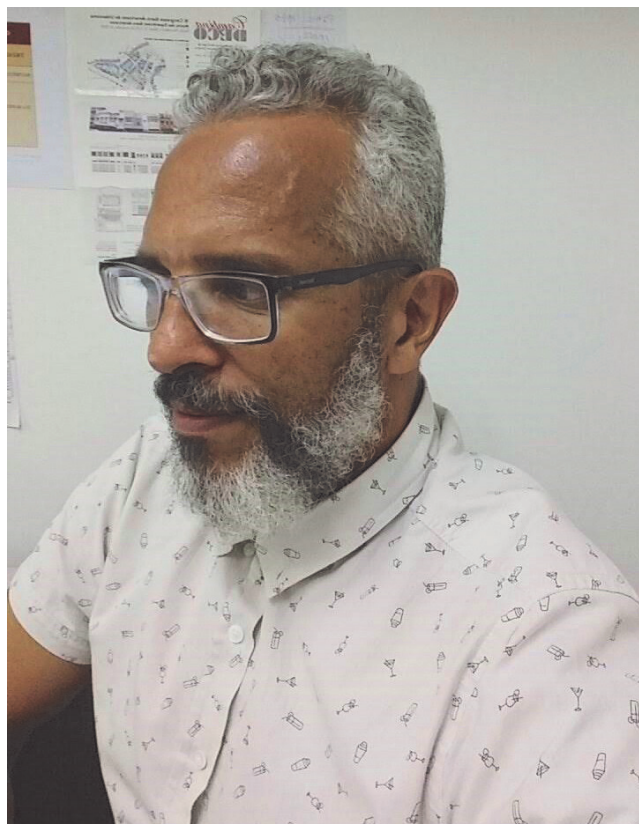
Quanto aos cinco princípios propostos por Taylor, considerando que o ato de se vestir faz parte dos interesses básicos dos humanos, a partir da pesquisa com o veganos pode-se afirmar que: (1) da **auto-defesa**, não é necessário um confronto com outros seres para que os veganos se vistam, pois não usam peles ou qualquer outro material de origem animal; (2) da **proporcionalidade**, pelo fato de não usarem qualquer material de origem animal, o interesse dos animais é preservado e, além disso, por consumirem pouco e preferirem produtos naturais e orgânicos, o impacto do consumo na natureza é menor; (3) do **mal menor**, ao consumirem pouco e preferirem produtos naturais e orgânicos o mal é menor; (4) da **justiça distributiva**, os veganos defendem que animais e plantas tenham direitos a áreas sem interferência dos humanos, ou seja, como os humanos usam determinadas áreas para viver, outras devem ser reservadas para animais e plantas; (5) da **justiça restitutiva**, se forem causados danos a não-humanos pelos humanos (agentes morais), alguma forma de reparação ou compensação deve ser feita como atitude de respeito pela natureza.

Durante a pesquisa foi possível verificar uma convergência no discurso entre os teóricos da ética ambiental biocêntrica e os veganos, quanto à necessidade de mudanças no sistema de valores éticos. Essas mudanças de valores terão impacto direto nas ações humanas em todas as áreas, incluindo o design de moda, e a sustentabilidade será transversal.

REFERÊNCIAS

TAYLOR, Paul W. **Respect for Nature: a theory of environmental ethics**. 2. impress with corrections. New Jersey, Princeton: Princeton University Press, 1987.

ENTREVISTA COM: ITAMAR FERREIRA DA SILVA



EU E A SUSTENTABILIDADE

Nascido e criado no Rio de Janeiro desde 1969, ao completar 18 anos me mudei para a cidade de Campina Grande na Paraíba acompanhando os meus pais, que retornavam para o nordeste depois de muitos anos de labuta na Cidade “Maravilhosa”.

No final dos anos 80 precisei trabalhar, e a oportunidade veio no polo industrial local, em empresas de engarrafamento de bebidas, de metalurgia e de fabricação de sandálias de borracha, todas como auxiliar de produção. Durante esse período foi fácil verificar que a atividade produtiva gerava desperdício de materiais, retrabalho e resíduos.

Em 1996 ingressei na Universidade Federal da Paraíba no Curso de Desenho Industrial, criado em 1978 pelo professor Itiro lida, por solicitação do saudoso e visionário Professor Dr. Lynaldo Cavalcanti, que na época, como reitor, queria interiorizar a UFPB. Durante muitos

anos o curso contou com a dedicação de Gustavo Amarante Bonfim, Tamiko Yamada e Lia Mônica Rossi, ilustres mestres no campo do design.

Durante a graduação me apresentaram pela segunda vez a sustentabilidade, através da disciplina de Projeto de Produto III (7^o período), ministrada pelo professor Glielson Nepomuceno Montenegro, cujo tema consistia em utilizar “sucata” para desenvolvimento de produtos funcionais. Digo segunda vez, pois toda a minha infância foi cercada de produtos confeccionados a partir de outros objetos que não tinham mais valor – embalagens de papelão com colocação de palitos de picolé viravam fliperama, caixas de fósforos com pedras dentro tornavam-se goleiros de jogos de botão e com restos de madeira e rolamentos eram construídos os famosos carrinhos de rolimãs. De maneira despreziosa, porém com muita criatividade, praticávamos na década de 80 a forma mais básica da sustentabilidade – A REUTILIZAÇÃO. Todavia, esse princípio não tinha continuidade nas escolas, tanto nas séries do antigo ginásio como do científico, a sustentabilidade era apresentada de forma bastante superficial, no máximo com atividades na Semana do Meio Ambiente.

No ano de 2001 realizei o meu Trabalho de Conclusão de Curso com um objetivo bem traçado; redesenhar o carrinho de mão para aumentar seu tempo de vida útil, pois a configuração formal favorecia a deterioração durante o uso no canteiro de obras.

Em 2002 fui aprovado para o Mestrado em Engenharia de Produção na Universidade Federal de Paraíba, em João Pessoa, e com a disciplina Sistema de Produção retomei o debate sobre sustentabilidade de forma mais aprofundada, agora com olhar acadêmico e questionador. A dissertação de mestrado, *“Análise Ergonômica do Trabalho do Servente de Pedreiro na Atividade de Movimentação dos Materiais de Construção nos Canteiros de Obras”*, não abordava de forma direta a sustentabilidade, mais alguns itens presentes fomentavam o pensamento sobre o trabalho e o desperdício de materiais na construção civil.

Em 2004, ingressei como Professor Assistente no curso que havia me formado. Agora como Desenhista

Industrial começo a ver de forma mais clara os problemas do mundo, tanto que meu primeiro tema para a disciplina de Projeto de Produto foi “*Desenvolvimento de estruturas voltadas para a coleta seletiva*”.

Dois anos depois passo a me interessar por um assunto que tinha relação com a sustentabilidade, neste caso, a biomimética, que mostrava como a natureza é econômica em todas as suas estratégias adaptativas. Menos esforço, menos energia, menos material e menos consumo. Por esse motivo, decidi fazer doutorado com o título “*Aplicação da biônica baseada na estrutura da flora do Semiárido Nordeste no desenvolvimento de um sistema de captação e armazenamento hídrico*”. Fui aprovado no Doutorado em Engenharia Agrícola da UFCG em 2008, porém por falta de orientador para o tema, tive que redirecionar a tese para outra área. Fui convidado pelo Engenheiro Civil e professor Dr. Antônio Farias Leal a estudar as possibilidades de aplicação de um resíduo polimérico (SBR – borracha de Estireno Butadieno) para confecção de elementos de construção. Como o mundo dá voltas, esse material polimérico era resultado do processo de confecção de sandálias emborrachadas de uma empresa na qual havia trabalhado em 1992. Com esse estudo me aprofundi nas questões microscópicas da sustentabilidade, relações físicas e químicas do material, seus efeitos possíveis sobre o meio ambiente, formas inadequadas de descarte, etc.

Defendida a tese, assumi na graduação a disciplina de Projeto III. Ainda sobre os efeitos do doutoramento, propus como tema geral – SUSTENTABILIDADE - onde cada aluno deveria explorar uma questão a sua escolha: desperdício de água, desmatamento, energia solar, reutilização de água da chuva, controle biológico, poluição do ar, resíduos dentre outros para propor soluções na forma de produto ou produtos + serviços. Durante três períodos a disciplina teve este enfoque. Porém a sensação era que o momento de amadurecimento dos alunos sobre a sustentabilidade era tarde demais, já que a disciplina se encontrava no 7º período da graduação. O pensamento era que este tema, deveria acompanhar o aluno desde o início do curso, algo que não acontecia, pois as disciplinas que abordavam o assunto em suas ementas se encontravam na grade de disciplinas optativas, que eram cursadas depois de concluída metade da graduação.

Assim, após atualização do Projeto Pedagógico do Curso, passei a ministrar a disciplina Projeto 1 (1º período) onde pude estruturá-la a partir dos princípios da sustentabilidade, dividindo-a em 3 módulos

– Desafios com limites no uso de materiais, estudos dos sistemas e estruturas funcionais e Concepção de produto. Um resumo dessa metodologia com os resultados alcançados pode ser visto no link: (<http://nexus.ufsc.br/index.php/mixsustentavel/article/view/3796>).

Aos poucos, os alunos da graduação passaram a se interessar pelo assunto trazendo esta temática para seus TCC's. Como podem ser visto nas figuras a seguir.



Figura 01 - Equipamento para captação de água da chuva em parques urbanos.
Fonte: Silva (2014).



Figura 02 - Estação autossustentável para recarga de aparelhos móveis.
Fonte: Santos (2015).

4.2 Montagem

A montagem do produto se dará primeiramente com a montagem do módulo, a cesta deverá ter seu plantio previamente executado e posteriormente sobreposto ao módulo montado.

Cada módulo será composto por 2 carenagens, 6 flutuadores, 6 cestas, 6 parafusos e 6 porcas.

A sequência de montagem do módulo se dará da seguinte forma: o flutuador será encaixado na carenagem inferior, seguido pela carenagem superior, então serão instalados de cima para baixo 6 parafusos, um em cada furo isolado das extremidades, as porcas na parte inferior do parafuso garantirá o aperto e fixação, por último a cesta será inserida no espaço destinado, sustentada por suas abas laterais, como apresentado na Figura 62.

Na cesta, deverá ser aplicada a fibra de coco e efetuado o plantio, em seguida posicionado sobre o módulo, conforme Figura 64.

Para a união de mais de um módulo, será utilizado o mesmo sistema de conexão através dos furos externos dos módulos.

Figura 62: Perspectiva explodida do módulo.

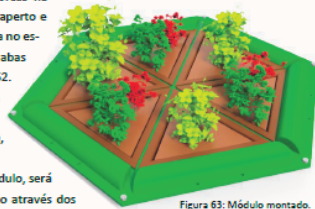
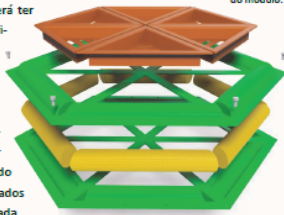


Figura 63: Módulo montado.



Figura 64: Corte do produto mostrando esquema de plantio.

Figura 03 - Jardim flutuante modular para tratamento natural de águas contaminadas.
Fonte: Pereira (2018).

3.1.2 Solução 2

A forma 13 (Fig. 38) foi a que mais possuiu votos do grupo B (círculos), por apresentar cortes que diferenciam do padrão, sem comprometer tanto com o volume em relação à altura. Apesar disso, essa solução (Apêndice C) deverá possuir o dobro de altura das demais, para comportar a quantidade estimada de água para a irrigação de 10 dias.

Figura 41: Solução 2. (Fonte: Da autora, 2019)

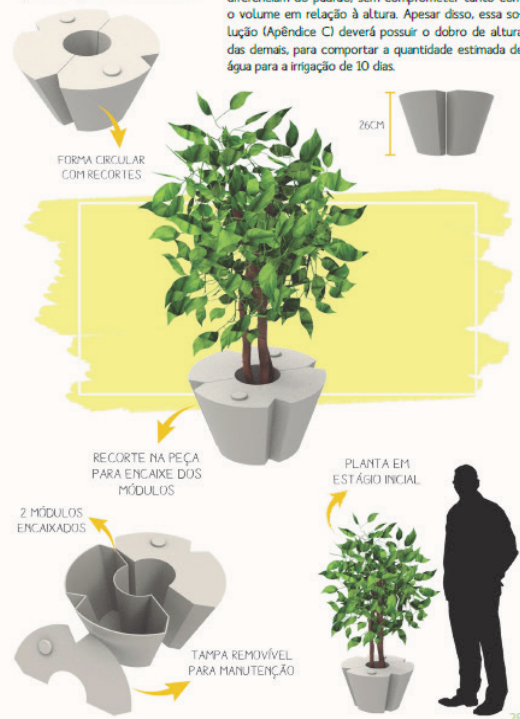


Figura 04 - Armazenador hídrico para irrigação de canteiros verdes em vias públicas.
Fonte: Vasconcelos (2019).

Em 2014, no recém Programa de Pós-Graduação em Design da UFCG aprovado pela CAPES, passei a ofertar a disciplina Design, Inovação e Sustentabilidade, que também dá nome ao Grupo de Pesquisa da qual sou coordenador, onde assuntos como economia criativa, design sustentável, minimalismo, inovação social, entre outros passaram a fazer parte dessa nova fase, culminando em orientações de mestrado e coorientação de doutorado com estas temáticas.

O QUE PENSO SOBRE SUSTENTABILIDADE

A partir da minha experiência como educador vejo que o grande problema da sustentabilidade, se encontra no processo de formação do cidadão, principalmente no que se refere ao ensino. Como não existe um projeto integrado e constante que leve o indivíduo a ter experiências e a questionar, todos os dias, o seu papel na sociedade, o SER sustentável se perde facilmente pelo caminho. Ser sustentável não é apenas separar os resíduos em casa, apagar a luz de um cômodo vazio ou diminuir o tempo do banho, a partir da sugestão de atitudes impostas por recursos midiáticos, que são absorvidos momentaneamente e depois expurgados quando não mais desejável. Vai muito além. Devendo sim, serem incorporadas de forma gradativa ao ponto que as atitudes sustentáveis se tornem tão automáticas que não são percebidas pelo indivíduo. Neste instante a sustentabilidade alcança sua plenitude. Todavia, tal esplendor só será vislumbrado, através de um processo com os mais jovens, durante toda a sua formação acadêmica e social. Envoltos de experiências e ações cotidianas que visam proteger e reverenciar a natureza como um todo.

No campo do ensino superior temos uma lacuna tão grande como nos anos iniciais do ensino fundamental. Muitos docentes não tiveram na sua formação a inclusão dos princípios da sustentabilidade, logo, tal assunto fica resumido a uns poucos idealistas, que procuram incorporar em suas disciplinas, temáticas socioambientais. Um grande desafio na esfera acadêmica está diretamente associado a seguinte questão: *Como modificar o comportamento dos jovens que passaram mais de uma década vivenciando uma sociedade consumista?* A resposta é fácil, **DESCONSTRUINDO "VALORES"**. Todavia, isso depende em grande parte da aceitação e a capacidade de ouvir e experimentar dessa juventude. O que muitas vezes não acontece em decorrência de um conformismo coletivo.

O ponto chave consiste na replicação da informação, havendo a necessidade de que a sustentabilidade acompanhe o graduando em todos os períodos dentro de seu curso. No caso da formação em Design de Produto (Desenho Industrial), onde a espinha dorsal consiste no conjunto das disciplinas de projeto, o produto, deve ser pensado de acordo com o que estabelece Manzini e Vezzoli (2011), que seja concebido a partir dos princípios da sustentabilidade, não sendo apenas um detalhe no processo, ou um plus e sim o cerne da questão projetual.

Contudo, não só a formação do profissional é a solução, há uma necessidade de mudança de comportamento das empresas, para que estejam dispostas a incorporar em seu mix de produtos, alternativas sustentáveis como forma de atender as demandas crescentes da sociedade.

Fora isso, vem aumentando a consciência ambiental da população. Não só os selos e tags são suficientes para convencer o consumidor a adquirir determinado objeto. Procedência, rastreamento, engajamento social, dentre outras, fazem parte do leque de informações que devem estar presentes nas embalagens e folders dos produtos. Isso aumenta consideravelmente o campo de atuação para pesquisa em sustentabilidade. Saindo um pouco das questões materiais ligadas a reciclagem e encontrando novos caminhos referentes à comunicação, gestão da produção e estética da sustentabilidade. São inúmeras as possibilidades de intervenção, basta ter a sensibilidade e o interesse.

O surgimento de revistas científicas e eventos especializados na área da sustentabilidade, demonstra que existe um grupo de professores e pesquisadores preocupados com esta temática. E a internet facilitou a disseminação da informação favorecendo a criação de redes de pesquisa que atuam em diversas frentes ambientais.

As defesas de mestrado e doutorado nesta área elevam a outro patamar os estudos sobre os problemas ambientais e as soluções capazes de minimizar as ações devastadoras do homem sobre o meio ambiente.

Pesquisar, propor e implementar novos caminhos para as questões ambientais, tem efeito direto sobre a qualidade de vida das pessoas. E esse é o ponto certo.

REFERÊNCIAS

MANZINI, Ezio; Vezzoli. **O desenvolvimento de Produtos Sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais**. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011. 366 p.

PEREIRA, Khelvin Gleyk Guimarães. **Jardim flutuante modular para tratamento natural de águas contaminadas**. 2018, 69 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Design) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2018.

SANTOS, Nizely da Costa. **Estação autossustentável para recarga de aparelhos móveis**. 2015, 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Design) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2015.

SILVA, Thamyres Oliveira da. **Equipamento para captação de água da chuva em parques urbanos**. 2014, 118 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Design) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2014.

VASCONCELOS, Brenda Patrício. **Armazenador hídrico para irrigação de canteiros verdes em vias públicas**. 2019, 66 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Design) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande-PB, 2019.

ENTREVISTA COM: RITA ENGLER



Fale um pouco sobre sua carreira, formação, área de atuação, grupo de pesquisa e principais projetos desenvolvidos

Eu, atualmente, sou professora do PPGD – Programa de Pós-Graduação em Design da UEMG – Universidade do Estado de Minas Gerais. Minha cadeira é Design & Inovação e meu percurso é um pouco fora do comum. Minha graduação é em engenharia civil pela UFMG, sou especialista em portos, aeroportos, estradas de ferro e rodagem. Na Escola de Engenharia descobri que máquinas não apresentam desafios, você programa e elas respondem exatamente aquilo que nos foi pedido. Já as pessoas....ah, as pessoas sempre foram muito mais interessantes: se você pede A, com muita sorte pode conseguir um A', mas o mais provável é vir um AB, ou mesmo um C. Gosto de pessoas e sempre busquei formas de trabalhar melhor com todos. Logo que me graduei fui aceita no mestrado em Engenharia Industrial da PUC/RJ onde conheci as técnicas de administração japonesas e me apaixonei pela gestão participativa. Minha dissertação tratava sobre a participação dos operários da construção

civil na gestão. Vocês não de convir que em 1985 não era muito comum engenheiros se preocuparem com a opinião dos “peões” de obra. Mas, no Rio encontrei uma empresa que utilizava a participação de todos em suas obras e com bastante sucesso, tornando-se meu estudo de caso.

Vencida esta etapa fui convidada a fazer o doutorado na École Centrale Paris em Gestão de Inovação Tecnológica. Meu orientador havia frequentado o Tavistock Institute e era um dos disseminadores da Escola Sócio-técnica na França. Percebi, então, a importância da cultura da população e das empresas nas formas de gestão, e este foi o tema da minha tese de doutorado. Fiz uma comparação entre o Brasil, a França e a Noruega países onde tive oportunidade de trabalhar. Fiz meu doutorado na ECP, mas através de um amigo, o Prof. Jairo Camara, fui trabalhar como chargé des cours na École des Mines de Paris, no laboratório PPN- Projet , Produit Nouveaux, onde me aproximei do design. De volta ao Brasil, passei 10 meses, meu primeiro pos-doc, em Design na UEMG.

O CEFET/RJ estava abrindo um mestrado em Gestão de Tecnologia, fiz o concurso, passei, e coordenei o programa por 3 anos. Depois fiquei um ano no departamento de Design da UFPR, onde lecionei ergonomia com o Prof. Ivens Fontoura (saudades...) uma fera que me ensinou muito.

Mudei-me para São Paulo, tive 2 filhos em 10 meses e minha vida mudou. Fiquei um ano na Universidade Mackenzie, no mestrado de Administração de Recursos Humanos e 9 anos como professora na BSP-Business School São Paulo, onde criei e coordenei o Centro de Lideranças.

Em 2007 a UEMG estava montando o mestrado em Design, Inovação e sustentabilidade e eu fui convidada a participar da comissão que escreveu o projeto. Em 2009 veio o concurso para o PPGD e eu ocupo a vaga de titular em Design&Inovação.

Em janeiro de 2009 foi aprovada a criação do CEDTec-Centro de Estudos em Design e Tecnologia, que coordeno desde então. A atuação do CEDTec está centrada na pesquisa em Design Social e Inclusivo, e na

Inovação de Produtos e Serviços, em parceria com outros centros e instituições. Busca otimizar os recursos tecnológicos e humanos da instituição acadêmica e cooperar com a sociedade, desenvolvendo projetos com foco na inclusão social, na colaboração e na sustentabilidade, em processos e serviços. É membro da REDE DESIS para inovação social e do LeNS – rede para o ensino da sustentabilidade.

Lidero 2 grupos de pesquisa no CNPq: Design, Inovação e Tecnologia; e Design Inclusivo e Inovação Social.

Durante esses 13 anos na UEMG atuei em diversos projetos, com focos diversos como inclusão (Librário-Libras para todos, design para catadores, filhos de apenados, arte urbana, etc.); geração de renda (Food design no Brasil e África do Sul, comunidades criativas, hortas urbanas, reaproveitamento de pallets, design com resíduos vegetais, etc.); sustentabilidade e economia circular (descarte de medicamentos, conforto térmico, tecidos de cama e banho) entre outros.



Figura 01 - Luminária com reaproveitamento de pallets.
Fonte: Acervo próprio

Sabemos que a questão social está hoje presente em todas as áreas do conhecimento. Sendo o design uma área projetual, a necessidade de projetar algo para um mundo cada vez mais consciente quanto os aspectos da sustentabilidade é um grande desafio. Como a professora observa a questão da sustentabilidade no campo do design social?

A sustentabilidade é uma premissa que está presente em todos os projetos do CEDTec, não posso admitir ou mesmo imaginar que Designers ou qualquer outro profissional desenhe projetos sem levar em conta aspectos da sustentabilidade. Principalmente quando o foco do Design são as pessoas, como conceber um projeto sem buscar recursos sustentáveis, que gerem um mínimo de resíduos, e que mesmo estes possam ser reaproveitados, que gere riqueza para quem produz e que respeite e valorize a cultura local?

O design social busca tornar a sociedade mais humana, dar oportunidade a todos, trabalhar dentro de uma economia circular onde cada percurso finalize no início de outro, onde haja respeito e valorização das peculiaridades de cada cultura, e que os valores de cada comunidade sejam respeitados.

No Design Social, a grande maioria dos projetos e seus respectivos pesquisadores, valorizam todos os pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental, conforme o pensamento de Elkington, e hoje acrescido e um quarto pilar, a cultura. A sustentabilidade é sem dúvida muito presente no Design Social.

A professora coordenou uma ação social para confecção de máscaras na pandemia. Fale um pouco sobre esta ação e a importância de atividades como estas.

No dia 31 de março de 2020 eu recebi um telefonema do Dr. Flávio Capanema, diretor de Inovação da FHEMIG - Federação dos Hospitais de Minas Gerais, me perguntando se a UEMG poderia ajudar a produzir EPI's nas impressoras 3D. Atendi prontamente, e a professora Carol Pagnan, coordenadora do FABLAB, ficou responsável pela produção. Eu então comecei a buscar uma forma mais efetiva de colaborar e me veio a ideia de produzir máscaras para a população, hospitais públicos, asilos, associações, enfim quem precisasse e não tivesse recursos. Com a ajuda dos empresários da moda de Belo Horizonte montamos um grupo e criamos o movimento Um Milhão de Máscaras (1MM).



Figura 01 - Logo 1MM.
Fonte: Acervo do Movimento

O 1MM tem 3 objetivos:

- Produzir máscaras para distribuir onde forem necessárias;
- Gerar renda para as costureiras de facção, que estavam sem trabalho com o fechamento do comércio;
- Sustentabilidade, através da utilização de retalhos, sobras de coleção, tecidos acumulados nas confecções para a produção das máscaras, reaproveitamento de SMS dos hospitais.

Nesses 4 meses, com a ajuda de muitos parceiros, já conseguimos distribuir aproximadamente 600.000 máscaras. Nossas máscaras foram entregues em hospitais e asilos públicos, comunidades carentes, moradores de rua, profissionais do sexo, comunidades indígenas em MG, Amazônia e no Xingu, Quilombolas, Ciganos, diversas ONGs, grupos religiosos de múltiplos credos, associações de catadores de resíduos recicláveis, e todos que nos procuram.



Figura 02 - Representantes da tribo Pataxó.
Fonte: Acervo do Movimento

A importância deste trabalho está na colaboração com a comunidade na prevenção da disseminação do vírus.

Considerando a situação de calamidade pública que enfrentamos, como enxerga o papel das pesquisas e universidades brasileiras.

O papel da pesquisa nas universidades brasileiras, na verdade em todo o mundo é criar riqueza e valor para a sociedade. Em uma situação de calamidade esta vocação de trabalhar para todos fica ainda mais exacerbada devido ao momento tão grave, que atinge a todos, independente de raça, sexo, idade ou condição econômica. Nunca fomos tão iguais, quanto perante ao vírus. Todos temos que trabalhar juntos, pois juntos somos mais fortes. A universidade brasileira ainda não trabalha tão ligada a sociedade quanto eu acredito que deveria. É preciso que a comunidade acadêmica trabalhe em projetos que tenham resultados efetivos na população, é preciso estarmos mais ligados as empresas públicas e privadas de forma a produzir bens e serviços que beneficiem a todos (utopia, ok), mas a maioria da população. Cada segmento, cada clã, cada cidadão deveria poder contar com o apoio das universidades. A universidade sempre esteve na vanguarda de pensamentos e inovações, precisamos apenas torná-los mais acessíveis.



CCE | CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO
CTC | CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE DESIGN