



Mix Sustentável

ISSN 2447-0899
ISSNe 2447-3073



UFSC

V5. N4. | 2019

OUTUBRO

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
Carlo Franzato, UNISINOS
Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo, IPL
José Manuel Couceiro Barosa Correia Frade, IPE
Jorge Lino Alves, UP - INEGI
Lisiane Ilha Librelotto, UFSC
Miguel Aloysio Sattler, UFRGS
Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC
Rachel Faverzani Magnago, UNISUL
Roberto Bologna, UnIFI
Tomás Queiroz Ferreira Barata, UNESP
Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ

EQUIPE EDITORIAL

Andrea Salomé Jaramillo Benavides, MSc. (UFSC)
Luana Toralles Carbonari, MSc. (UFSC)

DESIGN

João Luiz Martins (UFSC)
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 de Avila Leriopio, UNIVALI, Alice Theresinha Cybis Pereira, UFSC, Almir Barros da S. Santos Neto, UFSM, Amilton José Vieira de Arruda, UFPE, Ana Lígia Papst de Abreu, IFSC, Ana Veronica Pazmino, UFSC, Arnaldo Debatin Neto, UFSC, Carla Arcoverde de, Aguiar Neves, IFSC, Carla Martins Cipolla, UFRJ, Carlo Franzato, UNISINOS, Carlos Humberto Martins, UEM, Celso Salamon, UTFPR, Cristine do Nascimento Mutti, UFSC, Cristiano Alves, UFSC, Denise Dantas, FAU - USP, Dulce de Meira Albach, UFPR, Eduardo Rizzatti, UFSM, Elvis Carissimi, UFSM, Fabiano Ostapiv, UTFPR, Fábio Gonçalves Teixeira, UFRGS, Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos, UDESC, Fernanda Hansch Beuren, UDESC, Fernando Antônio Forcellini, UFSC, Germannya D'Garcia de Araújo Silva, UFPE, Giovani Maria Arrigone, FACULDADE SENAI, Graeme Larsen, UNIVERSITY OF READING - UK, Gregório, Jean Varvakis Rados, UFSC, Ignacio Guillén, UPV, Issao Minami, USP, Jacqueline Keller, SENAC, João Candido Fernandes, UNESP, Joel Dias da Silva, FURB, Lisiane Ilha Librelotto, UFSC, Luis Oliveira, WMG, Luiz Fernando Mahlmann Heineck, UFTCE, Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, UFRN, Marcelo de Mattos Bezerra, PUC-Rio, Marcelo Gitirana Gomes-Ferreira, UDESC, Marco Antônio Rossi, UNESP, Marco Aurélio Petrelli, UNIVALI, Marli Teresinha Everling, UNIVILLE, Michele Tereza Carvalho, UnB, Miguel Aloysio Sattler, UFRGS, Neide Schulte, UDESC, Normando Perazzo Barbosa, UFPB, Paola Egert Ortiz, UNISUL, Paula Schlemper de Oliveira, UnB, Paulo Cesar Machado Ferroli, UFSC, Rachel Faverzani Magnago, UNISUL, Rafael Burlani Neves, UNIVALI, Regiane Trevisan Pupo, UFSC, Roberto de Oliveria, UFSC, Sérgio Ivan dos Santos, UNIPAMPA, Sérgio Manuel Oliveira Tavares, UP, Silvio Burattino Melhado, USP, Silvio Cezar Carvalho Prizibela, UFSC, Sonia Afonso, UFSC, Sydney Fernandes de Freitas, UFRJ, Tomás Queiroz Ferreira Barata, UNESP, Vicente de Paulo Santos Cerqueira, UFRJ, Virginia Pereira Cavalcanti, UFPE.

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

Na classificação QUALIS/Capes 2015, a revista Mix Sustentável foi avaliada com:

- B5 nas áreas: Arquitetura e Urbanismo; Engenharias I, Engenharias III e Ciências Ambientais.
- B4 na área: Administração Pública e de Empresas, Ciências Contábeis e Turismo.

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.

Todos 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; usa uma fonte de 12 pontos; emprega itálico em vez de sublinhado (exceto em endereços URL); as figuras e tabelas estão inseridas no texto, não no final do documento na forma de anexos.

Envie 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 quarenta e oito 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** SEAM RESISTANCE ANALYSIS: COMPARING SEAMS MADE BY THE DCSS MACHINE AND IS MACHINE | Francys Peruzzi Saleh, Luis Fernando Folle, Otaviano Luis Talgatti & Rafael Pieretti de Oliveira
- 27** SUSTENTABILIDADE E JOALHERIA: RECICLAGEM DE EPS PARA APLICAÇÃO EM JOIAS | SUSTAINABILITY AND JEWELRY: EPS RECYCLING FOR JEWELRY APPLICATION | Suellen do Nascimento de Souza Moreno & Mariana Kuhl Cidade
- 41** CRIAÇÃO DE CARTAZES COMO FERRAMENTA PARA DIMINUIÇÃO DO USO EXCESSIVO DE COPOS PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS | CREATING POSTERS AS A TOOL TO DECREASE THE OVERUSE OF DISPOSABLE PLASTIC CUPS | Eliana Paula Calegariv & Victor Hugo Souza Cezar
- 53** COMPORTAMENTO MECÂNICO DE ALVENARIAS DE TERRA COM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO | MECHANICAL BEHAVIOR OF EARTH MASONRY WITH CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE | Augusto Cesar da Silva Bezerra, Roberto Pinto Osório, Bárbara Rodrigues Belo, Mariana Alves Miranda & Tiago Augusto Gonçalves Mello
- 63** O USO DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA NA PRODUÇÃO DE ADUBO PARA HORTAS DOMICILIARES | THE USE OF HOUSEHOLD COMPOSTING IN HOUSEHOLD FERTILIZER PRODUCTION | Paloma Daycy Mendes Silva, Marilena Chaves Silva, Scarleth Karolyne Vieira Leitão & Ana Valéria Pires Muniz
- 71** ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DA LA NORMATIVA BRASILEÑA NBR 15575 Y ALGUNAS ESTRATEGIAS PARA AUMENTAR LA CALIDAD AMBIENTAL EN EDIFICIOS HABITACIONALES | ANALYSIS OF APPLICATION OF THE BRAZILIAN STANDARD NBR 15575 AND SOME STRATEGIES TO INCREASE ENVIRONMENTAL QUALITY IN RESIDENTIAL BUILDINGS | Bruna Liliane Brenner, Matheus Sbardelotto Baldo, Marco Aurelio Stumpf Gonzalez & Andrea Parisi Kern
- 79** DELINEAMENTO AMOSTRAL DE AGREGADOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO | SAMPLE DESIGN FOR BRAZILIAN CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE | Regis Pereira Waskow, Viviane Lopes Gschwenter dos Santos & Rejane Maria Candiota Tubino
- 89** IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS AUTÔNOMOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA PARA A REGIÃO DO SEMIÁRIDO PARAIBANO | IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS ENERGY GENERATION SYSTEMS FOR THE REGION OF THE PARABAN SEMIARID | Vanessa Rosales Bezerra, Carlos Antônio Pereira de Lima, Valderi Duarte Leite, Luis Reyes Rosales Montero & Keila Machado de Medeiros
- 97** MATERIAIS E SUSTENTABILIDADE EM MOBILIÁRIO URBANO | MATERIALS AND SUSTAINABILITY ON URBAN FURNITURE | Paulo Cesar Machado Ferroli, Lisiane Ilha Librelotto, José Manuel Couceiro Barosa Correa Frade & Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo
- 115** TRANSFORMAÇÃO GLOBAL DA ENERGIA: A PARTICIPAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA MATRIZ ELÉTRICA DAS 50 MAIORES ECONOMIAS | GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION: THE PARTICIPATION OF RENEWABLE ENERGY IN THE 50 LARGEST ECONOMY ELECTRICAL MATRIX | Matheus Fernando Moro, Anny Key Mendonça, Gabriel de Andrade Conradi Barni & Antonio Cezar Bornia
- 125** ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA IGREJA DE NOSSA SENHORA DA PIEDADE DO PARAÓPEBA USANDO TERMOGRAFIA | ANALISYS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN THE MOTHER CHURCH OF NOSSA SENHORA DA PIEDADE DO PARAÓPEBA USING THERMOGRAPHY | Cynara Fiedler Bremer, Gláucia Nolasco de Almeida Mello, Fernanda Isabella Soares Bernardes, Marcella Amaral Rodrigues Pinto & Aline Maracahipe Rocha

ENTREVISTA

137 ENTREVISTA COM
GRUPO VIRTUHAB

TCC's

139 PROJETO DE REQUALIFICAÇÃO DA ORLA DA LAGOA DE PIRATININGA, NITERÓI, RIO DE JANEIRO | Maria Eduarda Radler de Aquino & Virgínia Vasconcellos

DISSERTAÇÕES

141 COMPONENTES CONCEITUAIS PARA UMA PROPOSTA DE CONSUMO SUSTENTÁVEL DA MODA EM BRECHÓS | Alessandro Mateus Felipe & Gabriel Sausen Feil

143 A UTILIZAÇÃO DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) COMO ESTRATÉGIA DE INCREMENTO PARA A TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA | Iasmim Cardoso Gossenheimer & Luciana Turatti

TESES

145 CROWD-DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: UM MODELO DE REFERÊNCIA | Isadora Burmeister Dickie

147 SUSTENTABILIDADE NA MODA COM BASE NOS FUNDAMENTOS DO BIOCENTRISMO E DO VEGANISMO | Neide Köhler Schulte

EDITORIAL

Sem dúvida o ano de 2019 está sendo um ano marcante. No Brasil, muita conturbação política. No ambiente acadêmico, movimentação e dúvidas acerca do novo programa FUTURE-SE. E, seguindo tais diretrizes propostas no FUTURE-SE, tivemos reconhecidamente a oportunidade de realizar nosso (nós os editores) pós-doutoramento. E novamente, longe de usufruir dos benefícios que gozam os demais pesquisadores brasileiros, estamos em Portugal com recursos próprios. Financiamos nosso aprimoramento. E dessa empreitada, esperamos muitas novidades. A começar pelo fato de escrevermos este editorial em terras lusitanas.

Neste ano, também, uma pré-divulgação da avaliação da CAPES para o próximo ciclo avaliativo, classificou o periódico Mix Sustentável com o QUALIS A4. Dessa forma, já pudemos perceber as modificações no impacto da revista junto aos nossos assíduos leitores.

Recebemos, em alguns períodos quase que um artigo por dia. Nossa responsabilidade como editores fica ainda maior, frente a tantos autores que depositam em nós sua confiança.

O aumento do fluxo editorial, exige-nos maior velocidade de editoração da mesma forma que permite o cumprimento rigoroso de nossa periodicidade e imprime maior fôlego aos nossos bolsistas / estagiários que colaboram na editoração do periódico, pois, incrivelmente, pela grande quantidade de alternativas à publicação, acabam por receber maior prazo para graficação do material.

O periódico Mix Sustentável foi indexado em novas bases, buscadores e divulgadores. Temos agora o fator de impacto calculado também pela MIAR (Information Matrix for the Analysis of Journals) e divulgação pela ERIHPLUS (European Reference Index for the Humanities and Social Sciences).

Temos três novos membros em nosso conselho editorial, a Prof. Dra. Andrea Benavides Jaramillo, da Universidade Tecnológica Equinocial, egressa do grupo de pesquisa Virtuhab, que retoma suas atividades no Equador; a Prof. Ph.D. Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha Bártolo do Instituto Politécnico de Leiria, com quem fazemos planos de uma edição conjunta Brasil/Portugal em 2020 com a ajuda do Prof. Dr. José Manuel Couceiro Barosa Correa Frade, também do IPL de Caldas da Rainha, já conselheiro em nosso periódico; e, do professor Dr. Roberto Bologna, da UNIFI – Firenze, Itália. Todos eles ingressam no periódico com intuito de envidar esforços para a internacionalização das publicações em busca de uma qualificação ainda maior da Mix Sustentável.

Outras modificações importantes podem ser evidenciadas em nosso formato. Estamos testando uma edição mais interativa, alvo do trabalho de conclusão de curso em design gráfico do acadêmico João Martins, que a longa data auxilia na editoração gráfica de nosso periódico. Também o evento ENSUS 2020 – VIII Encontro de Sustentabilidade em Projeto, passa por mudanças. Em virtude do afastamento destes editores para realizar sua formação no exterior, o evento está sendo organizado pela Prof. Dra. Rachel Faverzani Magnago, da UNISUL (Universidade do Sul da Santa Catarina), já conselheira desta revista. O evento ocorrerá de 12 a 14 de Maio no Campus Unisul Pedra Branca, junto a cidade sustentável Pedra Branca, na Palhoça, Grande Florianópolis. Para o evento ENSUS 2020, estamos reservando a primeira edição especial que publicará as versões ampliadas dos artigos melhores avaliados pelos revisores do ENSUS 2020.

E de parceria em parceria, colaboração em colaboração, vamos formando nossa rede e temos o prazer de anunciar, ainda para este ano de 2019 a segunda edição especial da Revista Mix Sustentável, V.5 n.5, uma parceria que se renova com o SDS – Simpósio de Design Sustentável,

que publicará as versões ampliadas dos artigos melhor avaliados no Simpósio. Registramos nosso agradecimento ao comitê científico e organizador do evento que nos permite publicar seus melhores trabalhos, ao mesmo tempo em que nos atribui confiança e credibilidade. Nesta edição teremos 11 (onze) artigos científicos, 1 (uma) entrevista como os membros do grupo de pesquisa VirtuHab da UFSC, que editora este periódico, além do resumo expandido de 3 (três) Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC), 2 dissertações de mestrado e 2 teses de doutorado, com a presença de artigos em espanhol e em inglês.

A experiência internacional dos editores e do conselho científico desta revista nos faz pensar em por que não produzimos uma revista totalmente bilíngue (ou trilíngue), com artigos publicados simultaneamente em português, inglês e espanhol? Alvo de debates entre o membros do conselho editorial, concordamos que o Brasil, que majoritariamente produz e publica em língua portuguesa representa um grande volume das publicações da MIX. Obviamente que publicações nas três línguas, com o texto integral, nos fariam alcançar um público que hoje, alcançamos apenas pela publicação de abstracts. Entretanto, considerar a hipótese de que os autores nos enviassem o texto já nas três línguas, que seriam revisados e posteriormente publicados, seria quase remota e diminuiria imensamente o fluxo de artigos que conseguimos a partir da melhoria de nosso QUALIS.

Da mesma forma, receber o artigo em uma língua e traduzir para as demais, dispenderia recursos que não possuímos. Desta forma os editores apostam na diversidade, com artigos publicados em inglês, espanhol ou em inglês, até que outra realidade torne-se factível.

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

SEAM RESISTANCE ANALYSIS: COMPARING SEAMS MADE BY THE DCSS MACHINE AND IS MACHINE

FRANCYS PERUZZI SALEH, M.Sc. | UNIRITTER

LUIS FERNANDO FOLLE, Dr. | UFRGS

OTAVIANO LUIS TALGATTI, M.Sc. | UFRGS

RAFAEL PIERETTI DE OLIVEIRA, M.Sc. | UNISINOS

ABSTRACT

The textile manufacturing industry is quite traditional and therefore maintains a certain level of production based on empiricism. Research on textile materials and production processes has been gaining strength mainly motivated by professional sport. However, with regard to the most common processes, there are few studies that serve to demystify some information that is transferred over time. The present work performs a resistance analysis of the seams applied in flat fabrics commonly used in the making of uniform trousers. The purpose is to identify whether the Double Chain Stitch Sewing Machine is stronger than that of the Interlock Sewing Machine with rebound stitch in the Twin Needle Lockstitch Sewing Machines. For this purpose, tensile tests were carried out, where the sample tested was the twill, 3x1 frame with 100% cotton composition tested in the different directions of the fabric (weft, warp and bias). The results show that the Interlock Sewing Machine is stronger than Double Chain Stitch Sewing Machine. The results indicate that the strongest seam is necessarily the one that uses the least needles and this goes against the information that the manufacturers thought as well as spending less resources to perform.

KEY WORDS: *Technology applied to Design, Tensile test in seams, Sewing machines.*



1. INTRODUCTION

The textile and clothing industry is growing every year, but it is a subject little explored by the researchers. Currently, technical studies are being developed in Asian countries, where abundant labor and easy access to machinery are one of the competitive advantages in the industry.

Guo et al. (2011) claim that the clothing industry is one of the major economic sectors, which plays an important role in everyday life and global economy.

In this context, the present work intends to analyze the seams used in trousers of uniforms, because according to Namiranian et al. (2014), seams on garments are constantly subjected to repetitive loads and movements during everyday use, such as walking, sitting, squatting, etc. This repeated loading causes various seam defects, such as tearing of the stitches or tearing of the fabric.

In this way, tensile tests will be carried out in which the samples will present two types of seam processes, the first performed in the Double Chain Stitch Sewing Machine and the second will be performed in the Interlock Sewing Machine with rebound stitch in the Twin Needle Lockstitch Sewing Machines. The objective is to analyze which type is more resistant to tissue orientation, since both processes are commonly used in the garment industry and there are no studies that did these analyzes. The seams reproduced on the samples are the same as those used for sewing parts of the pants, such as flap, side and crotch, but the machine usage and sewing type vary according to each company. These variables are related to the cost of each machinery, skilled labor and sometimes the final aesthetics of the product, since the seams present different results in relation to the user's comfort. The raw material used in this experiment will be the 100% cotton twill and will be tested on three different fabric orientations, considering straight yarn, thread through and bias.

Sülar et al (2014) indicate that there are few work done in this area. They performed a study whose purpose was to analyze the performance of seams in flat fabrics. In this work, the researchers analyzed two types of seam lines, applied in 20 samples. The forces of the seams were analyzed in the tensile test. However, the seams were made in the straight seam industrial machine, that is, only one type of seam was analyzed.

Namiranian et al. (2014) analyzed the density of the stitches and the strength of the fabrics in the weft and warp direction. The tensile properties of the fabric and seam strength were measured and analyzed in the yarn direction and traversed. As previously mentioned, in this study the authors only analyzed the seams made with

the regular stitch industrial sewing machine. The results showed that, in general, the increase of elasticity of the fabric leads to a decrease in the slip load of the seam.

The work developed by Ferdous et al. (2014) presents the proposal of stress analysis in the different types of flat fabric structures, such as taffeta, twill and satin, with mixed compositions of cotton and polyester. The weights of the fabrics tested ranged from 152, 154, 156 and 162 g/m². Among some of the data obtained, they concluded that the satin tensile strength is lower than the twill, this is because the number of threads used in the manufacture of twill is different from that used to make the satin. The warp yarn has more force than the weft yarn. In summary, it can be said that, the weft yarn has less tensile strength than the warp yarn. However, the technical standards for tensile stresses already establish that the direction of the thread must be respected at the time of the test.

Pasayev et al. (2012) published a study on seams in Chenille, a common fabric used for the manufacture of upholstery. The objective of this study was to analyze the effects of sewing direction when made in the warp and woven fabric, since in some cases the fabric tends to tear. In this case, the type of machine was not take into account, only the direction of the thread that has the greatest resistance.

The objective of this study is to make a comparison between the sewing machine of the Double Chain Stitch Sewing Machine and the one of the Interlock Sewing Machine with rebound stitch in the Twin Needle Lockstitch Sewing Machines and verify which of the machines generate more resistances in the seams. The initial hypothesis is that the first machine generates a more resistant seam since it uses 3 seam lines compared to the second machine that generates 2 seam lines.

2. MATERIALS AND METHODS

In this experiment, the fabric used was twill, 3x1 frame, 100% cotton and 10 oz. The choice of this type of frame, composition and weight was due to the fact that it is a type of fabric used for making trousers in general, because it is a thicker fabric whose weight is 10 oz, it is also used in the manufacture of various uniforms, besides the use in sofa coverings.

The seams were made in accordance with the Brazilian Association of Technical Standards for Textile Materials, NBR 13483/1995, which determines the types of stitches. The sewing machines used in this work are industrial, previously adapted and regulated to make seams in flat fabrics, as well as the type of needle used, which is appropriate for the most robust type of fabric. The sewing thread chosen was polyester, because according to Prendergast (2014), it is the most resistant.

The first sample was sewn into the Double Chain Stitch Sewing Machine which will be renamed to DCS. The model of the machine is SC 8200 J / 01, brand SUNSTAR (figure 1). It should be noted that this machine does the process once, it attaches one fabric to the other by sewing the edge inward as there is a mechanism that enables the fabric to be sewn with the edge of one side superimposed with the other edge of the fabric shape simultaneously. However, this operation depends on the correct handling of the operator.



Figure 01 – Development of the first seam – Double Chain Stitch Sewing Machine
 Fonte: Author.

The DCS machine operates with the lupper mechanism, ie there is no coil. In this way three line wires are used at the top and three line wires at the bottom. In the manufacture of pants, they usually use a thinner line on the inside (title 120) and thicker on the upper (title 80), since it is the line that appears in the piece and is also used for stitches.

The second sample was first sewn on the IS machine, model ZJ32-86A, of the ZOJE brand (figure 2). The seam of this machine joins the two fabrics by the edges, making two types of seams and sealing the edges.



Figure02 – Desenvolvimento da segunda costura – Interlock Sewing Machine
 Fonte: Author.

The seam made in the IS machine was rebounded in the SUNSTAR brand model KM-797BL-7S (figure 3).



Figure 03 – Finishing of the second seam – Twin Needle Lockstitch Sewing Machines
 Fonte: Author.

Figure 4 illustrates the layout of the cut of the fabric and the making of the samples that have been cut in the straight, cross and bias directions. In the figure, it is also possible to observe the seams according to the type of process.

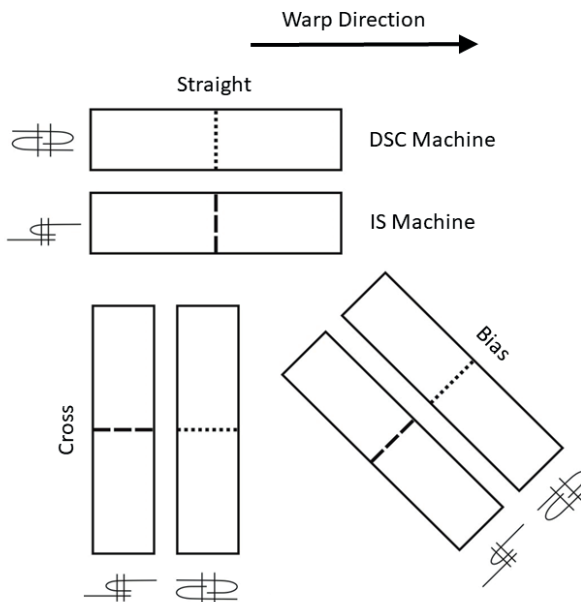


Figure 04 – Types of seams and positioning in the fabric
 Fonte: Author.

The samples were prepared according to the NBR ISO 139: 2008 standard. This standard defines the characteristics and use of a standard conditioning atmosphere to determine the physical and mechanical properties of textiles and an alternative standard atmosphere that can be used by agreement between the parties.

According to the standard, the samples must be 300 mm x 60 mm in the warp and weft direction such that the largest dimension side is parallel to the yarns being tested. The two sides of the samples should be shredded towards the largest dimension until a width of 50 mm is obtained. In difficult-to-shred fabrics, samples should be cut to exactly 50 mm width.

For the tensile test, the Brazilian Association of Technical Standards for Textile Materials NBR 11912 2001 was used to determine the tensile strength and flat tissue elongation by the strip method. After the prepared samples, they were taken to the traction equipment, which was regulated as to the distance of the claws and the tension that would be applied to them. Each sample was placed in the equipment and the same placement and fixation in the jaws were observed for all the tests, being always well centralized to guarantee valid results.

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Before analyzing the seams themselves, it is important to compare the strength and elasticity of the fabric in the three main directions, straight, bias, and cross directions. The graph of Figure 5 shows the relationship of these three directions. The mean representative curves of the test set were obtained. As expected in the straight direction, the fabric has greater strength and in the direction of bias greater elasticity. In the cross direction the resistance is lower than in other directions and this is due to the fact the fabric twist when pulled, creating multidirectional stresses that weaken it. Regarding elasticity, the cross direction was in an intermediate value in relation to the other directions.

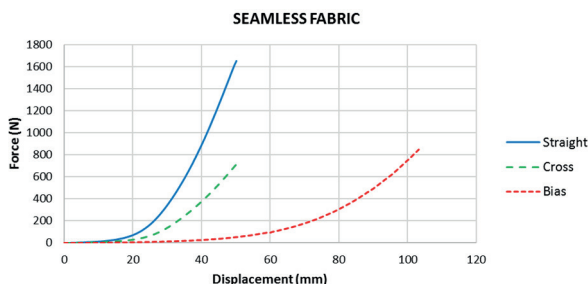


Figure 05 – Test results for seamless fabric
 Fonte: Author.

The first tests were done with the seams without any transverse finish, that is, only the fabric was sewn. However, it was noted that the seams began to break during the test. For this reason a seam called a bartack was made, which is a type of reinforcement, used in strategic points of the clothes to improve the strength of the seam. Figure

6 shows the seams with and without bartack, where it can be seen that, when performing the test, the reinforced seam does not peel, making the test more realistic.

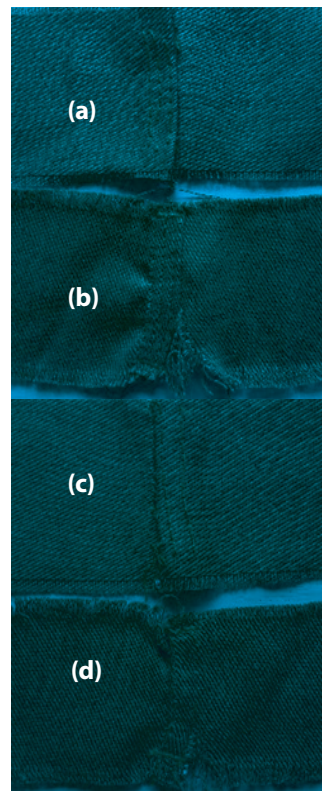


Figure 06 – Seams made in the DCS machine without reinforcement (a) and with reinforcement (b) and in IS machine without reinforcement (c) and with reinforcement (d)
 Fonte: Author.

The graphs of the tests with and without bartack were also obtained to verify if there was a change in the behavior of the seam. Figures 7, 8 and 9 show the results for the DCS machine in the direction of straight, bias and cross. For these seams, the curves without bartack were slightly below the curves with bartack and broke earlier also because of the seam seals before the fabric rupture. This demonstrates that the insertion of the bartack improves the strength of the seam. The bartack also did not change the shape of the curve and this shows that this element does not change the behavior of the seam.

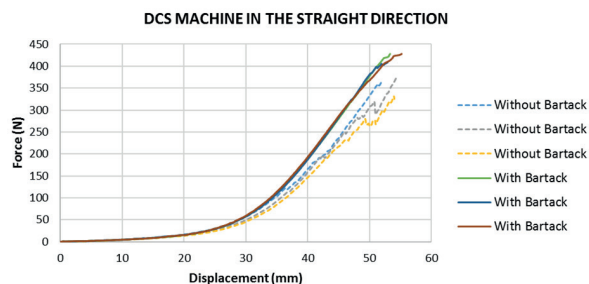


Figure 07 – Results of the tests for the DCS machine in the straight direction with and without bartack
 Fonte: Author.

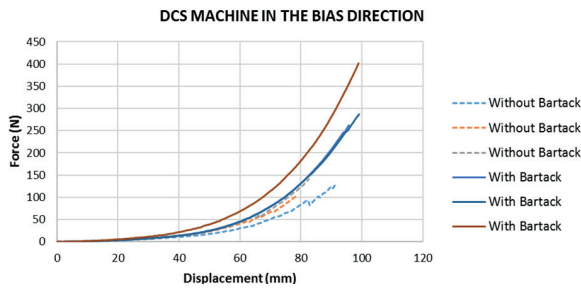


Figure 08 –Results of the tests for the DSC machine in bias direction with and without bartack
Fonte: Author.

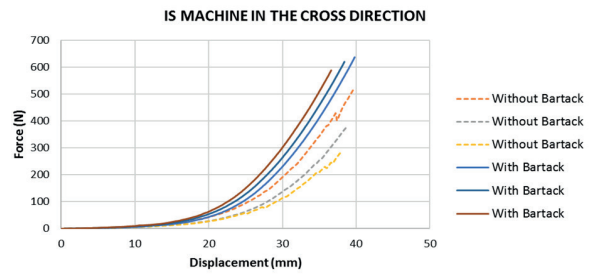


Figure 12 –Test results for the IS machine in cross direction with and without bartack
Fonte: Author.

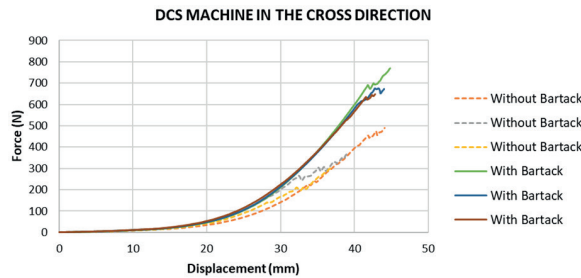


Figure 09 –Results of the tests for the DSC machine in the cross direction with and without bartack
Fonte: Author.

The same was done for the tests with the IS machine, where through the graphs of figures 10, 11 and 12 the behavior was the same as for the DSC machine. Just in the bias direction (figure 10) there was a reversal of the curve, ie with bartack the curve was below the unbartack. However, the tissue rupture remained earlier as in the other graphs showing that there was an improvement in the elasticity given by the bartack.

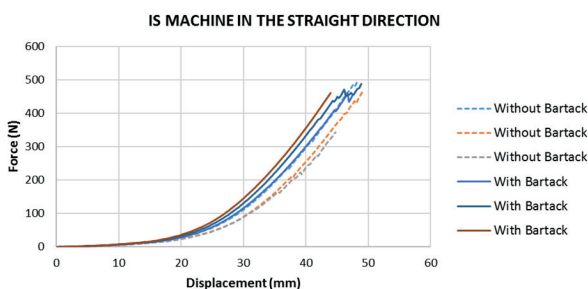


Figure 10 –Results of the tests for the IS machine in the straight direction with and without bartack
Fonte: Author.

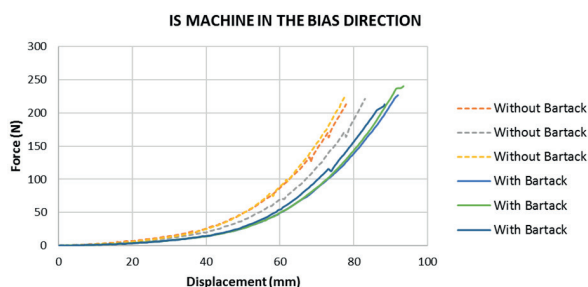


Figure 11 –Test results for the IS machine in bias direction with and without bartack
Fonte: Author.

After adjusting the seams to receive the reinforcement, the strengths of the seams made for the DCS machine and IS machine in the three directions of the fabric (straight, bias and cross) were analyzed. Figures 13, 14 and 15 illustrate the results. The first observation is that sewing, in the straight and bias direction, always weakens the fabric. This information was already well known to the garment industry, however, it was not known that in the cross direction the seam improves the strength of the fabric. This is probably due to the fact that the seam is a twist limiter that the fabric suffers when being pulled, since the seam is a union of the fabric that has been folded, giving more rigidity in the cross direction. For the bias direction the seams had practically similar behavior, however, for the straight direction, sewing with the DCS machine decreased to 3.24 times the resistance of the garment in relation to a not stitched region. This value is calculated by setting a displacement plateau (elasticity generated by the fabric) and finding the force values. For IS sewing, clothing is 220% less rigid than non-sewn fabric.

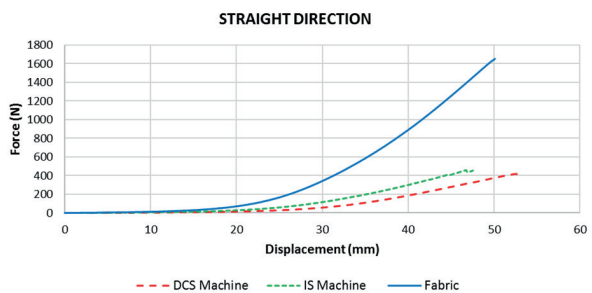


Figure 13 – Comparison of the tests for the seams of the DCS machine, IS machine and the seamless fabric in the straight direction
Fonte: Author.

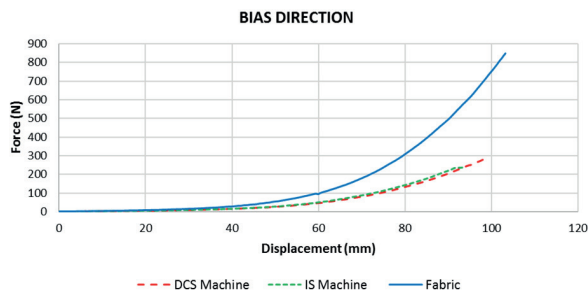


Figure 14 – Comparison of the tests for the seams of the DCS machine, IS machine and seamless fabric in the bias direction
Fonte: Author.

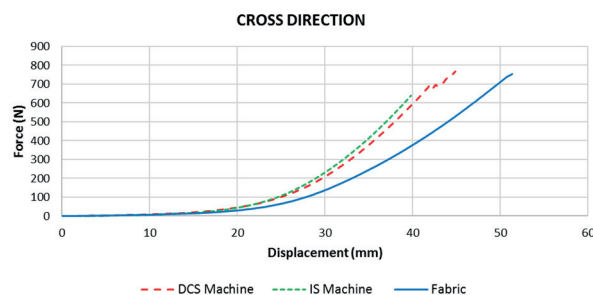


Figure 15 – Comparison of the tests for the seams of the DCS machine, IS machine and seamless fabric in the cross direction
Fonte: Author.

In the same way, the two seams can be compared to each other, shown in figure 13. For constant displacement levels the IS machine is 2.2 times stronger than the sewing with the DCS machine. If, similarly, a steady force plate is set, it is possible to observe that the IS machine is about 15% less elastic (displacement in the test) than the sewing with the DCS machine. This, however, can be compensated by the fact that the seam performed on the IS machine is more flexible than that of the DCS machine, although this is merely qualitative, that is, it has not been quantified.

Thus, by making a general analysis, contrary to what was thought, in the opinion of the industries, where the DCS machine was thought to be the most resistant, the contrary was evidenced, and in terms of cost, the two seams may arrive to a variation of only 10% of difference, which does not justify the use of the DCS machine. The above observation can be also seen from another perspective, that is, assuming that industries always want to sell more and more, a seam, as done in DCS machine, which look more visually resistant, makes the clothing lasts less, needing to be replaced more frequently, increasing sales. However, in terms of sustainability, this is not recommended as cotton production is highly environmentally impactful and generates waste after the use of clothing that usually goes to landfills.

It is also important to emphasize that it was not possible to identify the reason why the sewing in the DCS machine weakens the fabric, it would be necessary more tests and investigations to improve the understanding about this phenomenon. However, an important factor is that more sewing lines, for this study indicated a greater fragility of the fabric only in the straight direction.

4. CONCLUSIONS

Based on the tests conducted in this study, it was found that weakens the seam the fabric on the bias and straight direction. This result had already been presented by Ferdous et al. (2014), whose work also points out that the fabric in straight direction has a greater weakening the direction of bias.

In the straight direction, which simulates the friction of crotch seams, the IS machine proved to be more resistant. According to the visual analysis it was noticed that the seam of the IS machine was less fragile than the seam performed by the DCS machine.

Another factor that may justify the choice of the process performed by the IS machine is the fact that the seam performed by the DCS machine is thicker and this can generate discomfort to the user.

The seam of the IS machine is 2.2 times stronger than the seam of the DCS machine. However, from a financial and productive point of view, the DCS machine is seen as a better alternative, since time and line consumption used to sew in the DCS machine is lower than the process performed by the IS machine and with rebound stitch in the Twin Needle Lockstitch Sewing Machine. The DCS machine represents a saving of 15% of time compared to the process performed with the IS machines and Twin Needle Lockstitch Sewing Machine. This economy is not only reflected over time, because in terms of sustainability, within that time there is less energy, fewer wires and fewer human resources with the same results. That is, the DCS machine is more efficient to produce a stronger product.

This study was done with the tensile test, which is considered a static test, that is, does not evaluate situations where the load is not enough to break the tissue but there is a cycle involved, as in the case of normal use of clothing. For future work, some tests could be done, such as a dynamic test, to verify that the seams have the same behavior when subjected to a cyclic loading.

REFERÊNCIAS

- GUO, Z.X.; WONG, W.K.; LEUNG, S.Y.S.; LI, M. (2011). Applications of artificial intelligence in the apparel industry: a review, *Textile Research Journal*, v. 81, n. 18, pp.1871–1892.
- NAMIRANIAN, R. ; SHAIKHZADEH N.; ETRATI, S. M. ; MANICH, A. M. (2014). Seam slippage and seams strength behavior of elastic woven fabrics under static loading, *Indian Journal of Fibre & Textile Research*, v. 39, n. 3, pp. 221-229.
- SÜLAR, V.; MEŞEGÜL, C.; KEFSIZ, H.; SEKI, Y. (2014). A comparative study on seam performance of cot-ton and polyester woven fabrics, *The Journal of The Textile Institute*, v. 106, n.1, pp. 19-304.
- FERDOUS, N.; RAHMAN, S.; KABIR, R. (2014). A Comparative Study on Tensile Strength of Different Weave Structures, *International Journal of Scientific Research Engineering & Technology*. v. 3, n. 9, pp. 1307-1313.
- PASAYEV N., KORKMAZ M., BASPINAR D. (2012). Investigation of the techniques decreasing the seam slip-page in chenille fabrics (Part I), *Textile Research Journal*, v. 82, n. 9, pp. 855 – 863,.
- PRENDERGAST, J. (2015). *Técnicas de costura*. Tradução: Michele Augusto. São Paulo: Gustavo Gili Brasil.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2008). NBR ISO 139: Têxteis - Atmosferas-padrão para condicionamento e ensaio, Rio de Janeiro.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2001). NBR 11912: Materiais têxteis - Determinação da resistência à tração e alongamento de tecidos planos (tira), Rio de Janeiro.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5246-4478>

FRANCYS PERUZZI SALEH, M.Sc. | Centro Universitário Ritter dos Reis, UniRitter | Mestrado em Design | Porto Alegre (RS) | Brasil | Correspondência para: R. René Lessa da Rosa, 132 - Centro, Piratini - RS, 96490-000 | email: fpsaleh@gmail.com

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

LUIS FERNANDO FOLLE, Dr. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS | Engenharia Metalúrgica e Materiais | Porto Alegre (RS) | Brasil | Correspondência para: Rua Orfanotrófio, 555, Alto Teresópolis - Porto Alegre - RS, 90840-440 | email: luis_folle@uniritter.edu.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7106-9441>

OTAVIANO LUIS TALGATTI, M.Sc. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul, UFRGS | Engenharia de Materiais | Porto Alegre (RS) | Brasil | Correspondência para: Rua Guaramirins 303, casa 81, Canoas, RS, 92412-520 | email: otaltti@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0577-9458>

RAFAEL PIERETTI DE OLIVEIRA, M.Sc. | Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS | Engenharia de Produção e Sistemas | Porto Alegre (RS) | Brasil | Correspondência para: Av. Victor Barreto, 2288, Canoas, RS, 92010-000 | email: rafael.oliveira@unilasalle.edu.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SALEH, Francys Peruzzi; FOLLE, Luis Fernando; TALGATTI, Otaviano Luis; OLIVEIRA, Rafael Pieretti de. Seam Resistance Analysis: Comparing Seams Made By The Dcss Machine And Is Machine. **MIX Sustentável, [S.l.]**, v. 5, n. 4, p. 19-25, out. 2019. 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.MIX2019.v5.n4.19-25>.

DATA DE ENVIO: 09/08/2019

DATA DE ACEITE: 18/09/2019

SUSTENTABILIDADE E JOALHERIA: RECICLAGEM DE EPS PARA APLICAÇÃO EM JOIAS

SUSTAINABILITY AND JEWELRY: EPS RECYCLING FOR JEWELRY APPLICATION

SUELLEN DO NASCIMENTO DE SOUZA MORENO | UFSM

MARIANA KUHL CIDADE, Dra. | UFSM

RESUMO

Com o grande aumento da geração de resíduos sólidos urbanos, um dos principais modos de favorecimento de práticas sustentáveis encontra-se a divulgação e disponibilização de meios adequados para sua separação, coleta e triagem. Além disso, mesmo que coletados e triados, determinados resíduos permanecem com pouco interesse comercial, o que os leva a uma diminuição no seu potencial de reciclagem. Este trabalho apresenta um levantamento dos meios de descarte e coleta de resíduos secos em Santa Maria (RS), voltando para o reaproveitamento de resíduos de poliestireno expandido (EPS). Foi investigada a importância do descarte correto de materiais, além de como um material sem interesse comercial pode ser valorizado através de sua aplicação na joalheria. Foi desenvolvida uma coleção de joias composta por anel, bracelete e um par de brincos, visando o uso de EPS como elemento decorativo. O levantamento mostrou que há uma carência de informações para a população acerca do tipo de separação a ser realizada nos resíduos domésticos, bem como um número expressivamente menor de contêineres destinados a resíduos recicláveis. Por fim, para demonstração da fabricação, o anel foi executado em prata, por meio do processo de fundição por cera perdida, com a aplicação do EPS reciclado.

PALAVRAS CHAVE: Sustentabilidade; reciclagem; materiais descartados; joias.

ABSTRACT

With large increase in the generation of urban solid waste, one of the main methods of supporting sustainable practices is the dissemination and availability of adequate means for their separation, collection and sorting. Moreover, even if collected and sorted, certain wastes remain of little commercial interest, which leads to a decrease in their recycling potential. This paper presents a survey of the means of disposal and collection of dry waste in the city of Santa Maria (RS), aiming at the reuse of expanded polystyrene (EPS) waste. The importance of proper disposal of materials was investigated, as well as how a material without commercial interest can be valued through its application in jewelry. A jewelry collection consisting of a ring, bracelet and a pair of earrings was developed with the use EPS as a decorative element. The survey showed that there is a lack of information for the population about the household waste separation, as well as a significantly lower number of containers for recyclable waste. Finally, for manufacture demonstration, the ring was produced in silver, through the lost wax casting process, with the application of recycled EPS.

KEY WORDS: Sustainability; recycling; discarded materials; jewelry.



1. INTRODUÇÃO

O aumento da aquisição de bens de consumo pela população no Brasil, junto com seu modo de produção e comercialização nesses últimos anos, tem gerado um acúmulo de lixo, o que conseqüentemente leva à degradação ambiental (CARVALHO; XAVIER, 2014; BARELLI, 2009). Os componentes do lixo doméstico no Brasil são chamados de resíduos sólidos urbanos (RSU). Segundo o SEBRAE (2017) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei 12.305/2010 (BRASIL, 2010), entende-se por resíduos sólidos as partes que sobram de processos derivados das atividades humanas e animal e de processos produtivos, tais como a matéria orgânica, o lixo doméstico, os efluentes industriais e os gases liberados, cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder. Conforme Junior (2006) foi a partir da metade do século XXI que o gerenciamento dos RSU começou a chamar atenção da população, tanto pelo acúmulo quanto pelo descarte incorreto dos mesmos. O autor comenta também que a forma como estes resíduos são manipulados, tratados e destinados podem mudar suas características iniciais, causando perigo à saúde pública e ao meio ambiente (JUNIOR, 2006).

No início do século XXI a população mundial foi estimada em 6,2 bilhões de habitantes, que geravam a cada ano mais de um bilhão de toneladas de resíduos sólidos, sendo a parte brasileira cerca de 83 milhões de toneladas (MANCINI; ZANIN, 2004). Os autores ainda afirmam que de todo este volume de resíduos, para boa parte não eram apresentados um tratamento e uma disposição adequada (MANCINI; ZANIN, 2004). Na Europa, algumas estratégias vêm sendo executadas para melhorar a qualidade de vida dos cidadãos e do meio ambiente. Uma destas é a reciclagem, que segundo a PNRS (BRASIL, 2010) é um processo de transformação dos resíduos coletados que envolve a alteração de suas propriedades. A European Commission (PLASTICS EUROPE, 2013) defende que os objetivos e metas estabelecidos na Legislação Europeia têm sido os principais motores para melhorar a gestão de resíduos, estimulando a inovação na reciclagem, reduzindo o uso da disposição em aterros sanitários e criando incentivos para a mudança de comportamento dos cidadãos.

Em uma tentativa de lidar com a poluição de polímeros, a Comissão Europeia apresentou uma estratégia com o objetivo de garantir que até 2030 cada peça de embalagem polimérica possa ser reutilizada ou reciclada (PARLAMENTO EUROPEU, 2018). A maior parte dos países europeus vem seguindo regras bastante rígidas com relação aos RSU (JURAS, 2012). Juras (2012) fala ainda que a Alemanha é pioneira em adotar medidas destinadas a avaliar as questões dos RSU; já a Bélgica tem o melhor sistema de reciclagem de lixo da Europa, pois quase três quartos dos resíduos

domésticos produzidos são reutilizados, reciclados ou compostos (PENNA, 2017). Na Inglaterra, desde 1996, taxas de lixo como política nacional são aplicadas, pelas quais os cidadãos pagam multas para resíduos não separados corretamente, onde o valor depende do volume produzido (SCHERER; VIEIRA, 2015). Já na região ao norte da Bélgica, em Flandres, a geração per capita de lixo tem se mantido estável desde 2000, e uma das principais estratégias dessa região para reduzir o desperdício e geração de lixo está na raiz do problema: o projeto dos produtos (PENNA, 2017).

De acordo com a Pesquisa Nacional do Saneamento Básico (PNSB) de 2008, do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), os RSU geralmente são destinados a aterros sanitários e lixões. Entretanto, em algumas cidades brasileiras, sistemas de coleta seletiva foram implementados, os quais abrangem a coleta domiciliar dos RSU, onde estes são separados pela comunidade doméstica e empresarial entre lixo seco e úmido. De acordo com Instituição de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2012), para diminuir a quantidade de resíduos dispostos nos aterros sanitários e nos lixões, é necessária a criação de sistemas de coleta seletiva.

A coleta seletiva de resíduos sólidos é previamente segregada conforme sua constituição ou composição e destinada a Centros e/ou Associações de Triagem (BRASIL, 2010). Estes são fundamentais no reprocessamento de RSU, pois colaboram para a separação dos resíduos e geram renda para famílias associadas (PALOMBINI, 2015; PALOMBINI, CIDADE e JACQUES DE JACQUES, 2016). A exemplo, na cidade de Porto Alegre, capital do Rio Grande do Sul, todos os RSU úmidos (orgânicos) são despejados pela população em contêineres espalhados pela cidade e transportados diretamente para aterros, enquanto os resíduos secos são recolhidos pelo sistema de coleta seletiva em dias específicos, sendo posteriormente destinados a Associações de Triagem pra serem separados para fins de venda; isto é, os resíduos pós-classificados são vendidos a empresas que reciclam e utilizam como material secundário (PALOMBINI, CIDADE e JACQUES DE JACQUES, 2016). Entretanto, muitas vezes, por falta de conscientização por parte da comunidade, o lixo contido no interior dos containers espalhados pela cidade acaba sendo misturado em úmido e seco.

Um dos materiais de maior recepção nestas Associações de Triagem são os polímeros. Entretanto, as embalagens poliméricas são consideradas uma preocupação global devido ao seu grande volume empregado nos últimos anos. Os polímeros, são materiais que vêm sendo utilizados há milhares de anos e, muitas vezes, acabam substituindo diversos materiais, tais como o aço, o vidro e a madeira, devido às suas características como o baixo peso e

custo, elevada resistência mecânica, química e facilidade de aditivação (ASHBY; JOHNSON, 2011). Contudo, um polímero com menos interesse econômico de reciclagem, em Associações de Triagem, é o Poliestireno Expandido (EPS).

O poliestireno (PS) foi inventado em 1930, segundo Peltier e Saporta (2009), sendo um homopolímero resultante da polimerização do monômero de estireno. Trata-se de uma resina do grupo dos termoplásticos, onde sua característica reside na fácil flexibilidade ou moldabilidade sob a ação do calor, o que a deixa em forma líquida ou pastosa (ASHBY; JOHNSON, 2011). Segundo Ashby e Johnson (2011) e Lima (2006), o PS é dividido em quatro tipos básicos: o cristal (homopolímero amorfo, duro, com brilho e elevado índice de refração, utilizado em artigos de baixo custo, como copos); resistente ao calor (para confecção de peças de máquinas ou automóveis, gabinetes de rádios e TV, grades de ar condicionado, peças internas e externas de eletrodomésticos e aparelhos eletrônicos, ventiladores e exaustores); de alto impacto (contém de 5 a 10% de elastômero, utilizado na fabricação de utensílios domésticos e brinquedos); e o PS expandido, sendo uma inclusão em sua composição de aditivos de expansão, que o torna uma espuma, sendo aplicado em bandejas para embalagem de alimentos, protetor de equipamentos, isolantes térmicos, pranchas para flutuação, geladeiras isotérmicas, entre outros.

O PS é um material bastante utilizado nos produtos, mas acabam sendo desvalorizados na hora de sua reciclagem, por ter menos interesse econômico. Considerado uma commodity, seu valor como resina virgem é barato (ASHBY; JOHNSON, 2011), mas ao incluir aditivos de expansão em sua composição, tornando-o uma espuma (EPS), e sendo conhecido popularmente como Isopor®, sua densidade baixa consideravelmente (ASHBY; JOHNSON, 2011). Isto significa que uma mesma quantidade de resina passa a ocupar um volume muito maior, levando, entre outros fatores, a um também relativo maior custo em seu transporte e menor interesse comercial em sua aquisição. Conforme Lefteri (2014), o EPS contém 98% de ar e 2% de polímero virgem, o que encarece o seu transporte e consequentemente dificulta a sua reciclagem. O Plastivida (2018) afirma, que o Brasil, em 2012, reciclou cerca de 34,5% do EPS que consumiu, ou seja, reciclou 13.570 das 39.340 toneladas de pós consumo.

De acordo com Cadore (2015) o consumo é necessário e tem um papel importante dentro da sociedade para que possa entender as organizações sociais. Porém, a ótica consumista, racionalizada para a aquisição, e o descarte cada vez mais acelerado, faz com que a população não analise a trajetória dos produtos utilizados, desde sua produção até chegar em suas mãos (PEREIRA; HORN, 2009). As atividades humanas ultrapassam os limites e diminuem a qualidade do mundo,

além de ameaçar o bem-estar de gerações futuras (ASHBY; JOHNSON, 2011). As empresas são os grandes atores dentro desse sistema de produção de consumo, e seu papel é fundamental para a mudança em direção a sustentabilidade, pois possuem os maiores recursos de conhecimento, organização e capacidade de tomar iniciativas (VEZZOLI; MANZINI, 2008). Pode-se entender como uma solução sustentável aquela que possui um valor duradouro em termos de significado e características (WALKER, 2006). A área do design oferece soluções a problemas, ao projetar novos artefatos, ou até mesmo modificar os já existentes, e esta precisa apresentar opções que incluem a sustentabilidade (CADORE, 2015; MANZINI, 2008). O designer, ao projetar objetos, estuda o comportamento e os significados das ações que possuem entre o objeto e o sujeito (CADORE, 2015). Portanto, para a reciclagem e reuso de materiais é necessário, por parte do consumidor, um posicionamento consciente, como também por parte dos fabricantes. Sendo assim, a utilização de materiais recicláveis surge como uma nova solução para o mundo do design e da joalheria contemporânea. Esta por sua vez, sempre esteve presente na vida do homem, desde os tempos mais remotos, através de seus costumes, tradições, crenças e evoluções, assumindo diversas funções em diferentes épocas e culturas.

Com isto, o presente artigo consiste no desenvolvimento de uma coleção de joias sustentáveis com a aplicação de um material com pouco interesse econômico de reciclagem, o Poliestireno Expandido (EPS). Para isto, foi realizada uma averiguação sobre o descarte de resíduos sólidos urbanos da cidade de Santa Maria/RS e quais os problemas enfrentados em relação ao descarte, coleta e materiais.

2. SUSTENTABILIDADE: DESCARTE DE RESÍDUOS

A geração de resíduos sólidos urbanos (RSU) no Brasil foi de 78,4 milhões de toneladas em 2017, aumento de cerca de 1% em relação a 2016, onde 6,9 milhões de toneladas não foram coletadas pelos serviços municipais e tiveram destino desconhecido, conforme o Panorama dos Resíduos Sólidos (ABRELPE, 2017). Destes resíduos, 40,9% do que é capturado pelo sistema de coleta regular é descartado de forma inadequada, num total de 29 milhões de toneladas (ABRELPE, 2017). Este alto volume é enviado a lixões ou a aterros (ABRELPE, 2017). O dado mais alarmante do Panorama foi o aumento da destinação inadequada no país: houve crescimento de uso de lixões de 3% no ano de 2016 para 2017, passando de 1.559 a 1.610 o número de cidades que fazem uso desse expediente para destinação final (ABRELPE, 2017). Já na região Sul do país, 1.191 municípios geraram neste mesmo ano uma quantidade de 22.429 toneladas/dia de RSU, sendo que 89% foram

enviados a aterros sanitários e 11% a lixões (ABRELPE, 2017).

O gerenciamento de RSU é um conjunto de ações exercidas de forma direta ou indireta, nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010). Já a gestão integrada de RSU é um conjunto de ações voltadas para achar soluções para os resíduos, considerando as dimensões políticas, econômicas, ambientais, culturais e sociais, com controle social e sob premissa de desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010). Na gestão e gerenciamento de RSU pode ser observada a seguinte ordem de prioridade (Figura 01): não geração, por meio do consumo consciente, redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos (BRASIL, 2010).



Figura 01 – Ordem de prioridade no gerenciamento de RSU
Fonte: Adaptado de Brasil (2010).

A redução é compreendida como projetar produtos de modo a minimizar o uso de materiais e energia nas etapas de fabricação (AZAPAGIC; EMSLEY; HAMERTON, 2003). Pode-se chamar de “reutilização” o método de aproveitamento dos resíduos sem sua modificação biológica, física ou físico-química (BRASIL, 2010), onde os materiais são reaproveitados, do modo como são, sem a utilização de qualquer processo que modifique sua estrutura “internamente”. A reciclagem é entendida como um processo de transformação dos resíduos sólidos urbanos que engloba a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação de insumos ou novos produtos (BRASIL, 2010). A opção mais desejável nessa hierarquia (gestão) é a redução do uso de recursos, pois leva à redução na geração de resíduos (AZAPAGIC; EMSLEY; HAMERTON, 2003). A disposição final adequada dos RSU de acordo com a PNRS (BRASIL, 2010), inclui a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações permitidas pelos órgãos competentes.

Na cidade de Santa Maria, na região central do estado do Rio Grande do Sul, desde 2008, os RSU eram direcionados a um aterro sanitário com área de 27 hectares (MATGE, 2018c). A partir de 2012 o gerenciamento passou a ser do centro de tratamento de resíduo sólido, empresa privada da CRVR (Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos), que opera fazendo a triagem de algumas cargas (MATGE, 2018c).

Segundo a CRVR, a central é composta por unidades de triagem, compostagem, tratamento de efluentes, além de aterro sanitário e infraestrutura administrativa (MATGE, 2018a). Matge (2018b) relata que de acordo com a Prefeitura Municipal de Santa Maria (PMSM), por mês, são descartadas 5.8 mil toneladas de lixo na cidade, sendo que esse cenário fica mais agravado pelo descarte inapropriado destes materiais. No ano de 2018, de acordo com uma pesquisa feita pela Secretaria de Meio Ambiente de Santa Maria, a cidade contava com 121 locais de descarte incorreto, como locais próximos a rios e áreas verdes, piorando a situação da cidade (MATGE, 2018b).

Como o intuito do artigo é a utilização do processo de reciclagem em um material de pouco interesse econômico, como o Poliestireno Expandido (EPS), foi necessária uma averiguação do comportamento do descarte de RSU na cidade de Santa Maria para a obtenção de possíveis informações sobre como é a logística deste resíduo. Para isso, foi executada uma pesquisa de campo visual feita na região central da cidade referente à destinação e coleta dos RSU, uma entrevista com a Prefeitura e, em seguida foi descrita a visitação de duas Associações de Reciclagem.

Segundo relatado pela Prefeitura da cidade, existem no total 610 unidades de contêineres alocados nas ruas e avenidas para a destinação e posterior coleta dos RSU (Figura 02). Destes, 600 unidades são para resíduos domésticos (contêineres de tonalidade cinza) e 10 contêineres na cor laranja para resíduos recicláveis, exemplificados na Figura 02 A. Conforme informado pela Prefeitura e por estar visível através de um adesivo informativo, no contêiner laranja são descartados os resíduos secos, como vidros, papéis, polímeros e metais (Figura 02 B). Já o de cor cinza, é destinado para outros tipos de materiais, onde no contêiner não consta nenhuma informação ou instrução de qual material deverá ser descartado pela comunidade. Também, não existe por parte da Prefeitura uma conscientização junto a população sobre a separação de lixo seco e molhado.





Figura 02 – Contêineres alocados na cidade: (A) exemplo dos contêineres laranja e cinza e (B) visualização das informações contidas no contêiner laranja
Fonte: Autoras.

Após a verificação de quais são os tipos de contêineres que existiam na cidade, foi efetuado um mapeamento de quantas unidades havia em uma determinada área, observando suas distribuições, quantidade, distâncias e cores. Para isso foi estipulada a região central, analisando mais dois bairros vizinhos, Nossa Senhora de Fátima e Bonfim. Na Figura 03, percebe-se que os contêineres são mal distribuídos, existindo quadras com apenas uma unidade ou outras com duas, ou até quadras com a inexistência de contêineres, dificultando o acesso das pessoas.



Figura 03 – Mapeamento, localização e distribuição dos contêineres na cidade de Santa Maria: (A) Rua dos Andradas, (B) Av. Borges de Medeiros, (C) Av. Presidente Vargas, (D) Barão do Triunfo, (E) Floriano Peixoto, (F) Venâncio Aires, (G) Serafim Valandro e (H) Silva Jardim
Fonte: Autoras.

Segundo a PMSM (2018a), os contêineres são distribuídos por região, respeitando uma distância de 100 metros entre eles. A quantidade de contêineres ainda depende da necessidade de cada região, sendo possível a colocação de dois contêineres dependendo da demanda. Notou-se que na região central foi encontrado apenas um contêiner na cor laranja (lixo reciclável) e nenhum na cor cinza.

A coleta de resíduos na cidade é classificada em coleta domiciliar convencional e containerizada (PMSM, 2018a). A coleta domiciliar convencional compreende a função das atividades de coleta manual porta a porta e transporte até a destinação final, utilizando caminhões coletores compactadores, sendo que a empresa prestadora de serviço atualmente é a Sustentare S.A (PMSM, 2018a). Já a coleta domiciliar containerizada compreende o recolhimento de RSU utilizando contêineres e equipamentos de coleta com dispositivos hidráulicos. Estes dispositivos efetuam a elevação dos contêineres e o basculamento dos resíduos contidos nos mesmos para o interior do compartimento de carga instalados em veículos coletores. Através de prensa hidráulica, os resíduos sólidos são compactados no interior do compartimento de carga de forma a reduzir o volume, e após o esgotamento da capacidade de carga, o veículo coletor desloca-se para o local de descarga, para CRVR (Companhia Riograndense de Valorização de Resíduos). Entretanto, cabe salientar que como o contêiner de cor cinza não é identificado com informações do que se deve descartar em seu interior, muitas vezes o lixo seco e úmido acabam se misturando.

Hoje, além das coletas domiciliares e containerizadas existem três Associações de Reciclagem registradas pela prefeitura. Estas Associações fazem a separação dos RSU com possíveis interesses comerciais, onde todo o resíduo separado é vendido e, conseqüentemente, gera renda para os trabalhadores. Para este artigo, foram visitadas duas Associações (Figura 04). A primeira, a ASMAR (Associação dos Seleccionadores de Materiais Recicláveis), tem aproximadamente 22 anos de funcionamento (Figura 04 A, B e C). Nela trabalham 21 pessoas, de ambos os sexos, sendo que todas utilizam luvas para manusear os materiais. Os resíduos chegam ao local misturados através da coleta domiciliar containerizada, tanto seco como o úmido, por um caminhão, e lá é feita toda a separação. Cabe ressaltar, que os resíduos que chegam a estas Associações deveriam ser os dos contêineres de cor laranja, por ser identificado para a população, mas muitas vezes isto não acontece, ocasionando a mistura do lixo. A separação acontece em uma esteira e depois deste processo o material vai para um setor de estoque, onde os com interesse

comercial são enfardados para posterior venda. Os materiais que mais chegam nesta Associação, são papeis e plásticos, de diferentes dimensões e classificações, e os metais são os materiais em menos abundância. Os materiais descartados, por não terem interesse econômico, ficam dentro de um mesmo saco onde, posteriormente, uma empresa especializada recolhe-os e destina-os a aterros sanitários. Outro local visitado foi a ARSELE (Associação de Reciclagem Seletiva de Lixo Esperança). Seu funcionamento dá-se desde 2000, em um ambiente com uma estrutura precária, no qual trabalham cerca de 12 pessoas, de ambos os sexos. Os materiais também chegam misturados e na mesma quantidade que na ASMAR (Figura 04 D e E), sendo provenientes das ruas, empresas, escolas e instituições. Após a separação, os materiais são estocados e vendidos conforme a procura. Ambas as Associações visitadas recebem vários tipos de plásticos, e entre eles o EPS. Este por sua vez, são selecionados e descartados, permanecendo sem interesse comercial e, conseqüentemente, destinados a aterros.





Figura 04— Associações visitadas: (A) entrada da ASMAR (B) separação dos materiais descartados, (C) materiais compactados, (D) ARSELE e (E) rejeitos
Fonte: Autoria própria, 2018.

3. DESENVOLVIMENTO

Com as análises feitas do descarte de RSU na cidade de Santa Maria e as visitas às Associações, prossegue-se para o desenvolvimento das joias com o EPS. As joias no mercado atual são bastante diversificadas em termos de materiais, ocasionando um diferencial nas peças. Como o material escolhido para o desenvolvimento deste artigo é considerado inusitado, delimitou-se que, para esta coleção, o público alvo será diferenciado, tendo gostos e opiniões próprias, personalidade e que gostem de inovações e que se preocupem com questões sustentáveis. Como visto, o material EPS é um poliestireno, uma resina que está incluída no grupo dos termoplásticos. Este é um material bastante problemático no mundo quando se pensa em reciclagem, sendo desvalorizado por ter menos interesse econômico. O EPS ocupa um grande volume, sendo um material com baixa densidade, elevando assim o custo de seu transporte, e diminuindo o interesse comercial. Portanto é necessário por parte do consumidor e fabricantes um posicionamento correto para o descarte deste.

Para auxiliar no desenvolvimento das peças, primeiramente foram delimitados requisitos para o projeto, alguns obrigatórios e outros desejáveis, listados abaixo:

- As peças que serão desenvolvidas na coleção precisam ser leves e com boa ergonomia, ou seja, devem trazer conforto e segurança para o consumidor. Para este requisito, o EPS enquadra-se neste perfil, sendo um material pouco denso.
- Outro requisito para este projeto, são peças de fácil usabilidade, sem complicação na colocação e/ou retirada das mesmas.
- Por questões sustentáveis, para desenvolver as peças, os materiais utilizados devem, futuramente, gerar menos resíduos. Todos os materiais que serão utilizados na coleção, tais como o metal e o EPS, podem ser utilizados novamente, sendo reciclados para a fabricação de novas peças.
- Todas as peças desenvolvidas terão uma base metálica para o apoio do resíduo de EPS, para este não ficar em contato direto com a pele do usuário.
- As peças serão assimétricas, conceituais e únicas, pois o EPS é um material com aditivos de expansão e para efetuar uma reciclagem, será necessária uma modelagem específica, sem a obtenção de amostras iguais.

Após a delimitação dos requisitos fez-se necessária a realização de alguns testes para a verificação de como o EPS seria empregado nas peças. Para isso, foi efetuado um total de 4 ensaios, descritos abaixo. Para os testes, foram coletados resíduos de EPS de uso doméstico, por amigos,

familiares e pelas autoras do artigo, nas cores branca, preta e verde. Também, alguns destes resíduos utilizados foram doados pelas Associações de Triagem da ASMAR e da ARSELE. Todos os resíduos foram higienizados antes da concretização dos testes. Para a delimitação de quais testes seriam realizados com o EPS, foi feita uma breve pesquisa na literatura e em meios eletrônicos.

Para a execução do primeiro teste (Figura 05), foi utilizada água quente sobre o EPS. Foram cortadas quatro amostras de EPS, com aproximadamente 2,5 x 3 cm de tamanho, em diferentes cores e espessuras ($\approx 0,1$ a $0,4$ cm) e alocados em um recipiente cerâmico (Figura 05 A). Primeiramente ferveu-se 200ml de água durante 10 minutos e verteu-se o líquido no recipiente com as amostras, conforme a Figura 05 B. Na Figura 05 C visualiza-se as amostras logo após o preenchimento total com a água quente. Após 10 minutos, nenhuma alteração no formato das amostras foi percebida nos resíduos, conforme a Figura 05 D.

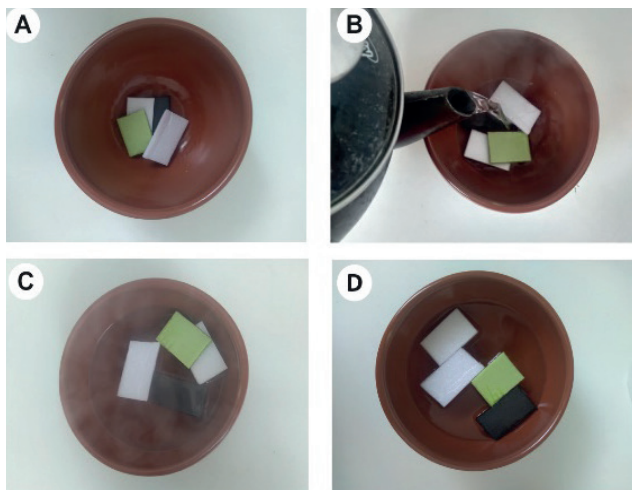


Figura 05 – Primeiro teste: (A) amostras de EPS, (B) água quente inserida nos resíduos, (C) primeiro minuto depois que a água foi colocada no recipiente e (D) resultado depois de 10 minutos
Fonte: Autoras.

Para a realização do segundo teste (Figura 06) foram adicionadas as mesmas amostras de EPS do primeiro teste em um recipiente com cerca de 500 ml de água fria, onde este foi aquecido lentamente (Figura 06 A). Após 5 minutos a água começa a ferver e percebe-se que o EPS começa a se curvar (Figura 06 B). A Figura 06 C mostra que depois de 10 minutos com o fogo ainda ligado, as formas continuam com a mesma curvatura que na imagem anterior. As amostras foram retiradas da água e, ainda quentes, foi possível manuseá-las para verificar se ficariam quebradiças (Figura 06 D). Com estas amostras, notou-se que sua forma não voltou ao normal, ficando curvadas.

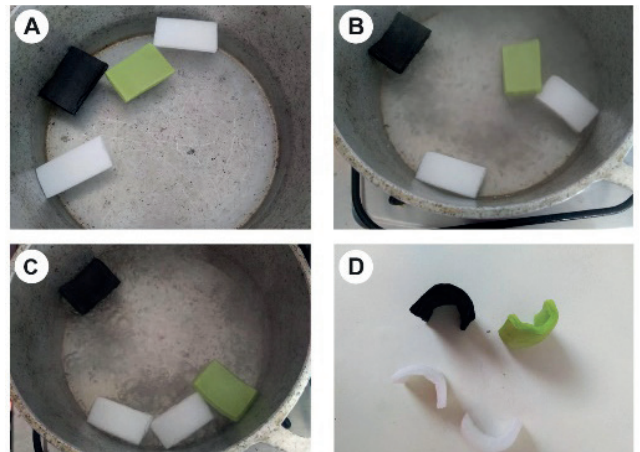


Figura 06 – Segundo teste: (A) amostras de EPS com a água ainda fria, (B) 5 minutos depois, (C) 10 minutos depois e (D) resultado do EPS
Fonte: Autoras.

Para a realização do terceiro teste, optou-se em utilizar o mesmo método da água quente, porém adicionando-se os resíduos na água já quente (Figura 07). Primeiramente foram cortados diferentes formatos de EPS, e em seguida ferveu-se 500 ml de água durante 3 minutos. As amostras foram adicionadas na água quente conforme a Figura 07 A. A Figura 07 B mostra que depois de 5 minutos com o fogo ligado as formas começam a se curvar, e visualiza-se que as formas triangulares são as mais curvadas (Figura 07 C). Após 10 minutos o fogo foi desligado e as amostras foram retiradas da água (Figura 07 D). Na Figura 07 E pode-se notar na vista frontal as amostras que obtiveram maior curvatura. Já na Figura 07 F, a vista lateral das mesmas amostras. Notou-se que sua forma permaneceu no mesmo estado curvado, não voltando ao estado normal.

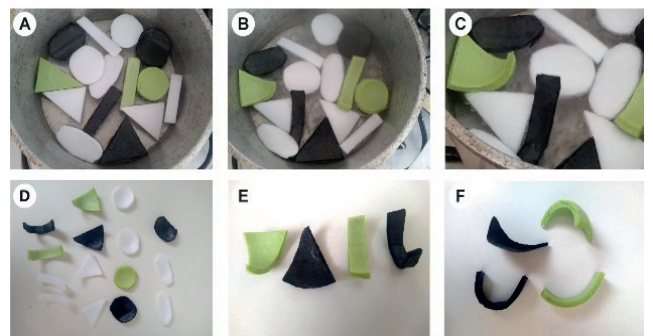


Figura 07 – Terceiro teste: (A) adição das amostras na água na quente, (B) 5 minutos depois as formas se curvando, (C) resultado da forma que mais se curvou, (D) retirada das amostras da água, (E) vista frontal das amostras que mais obtiveram resultado e (F) vista lateral das mesmas
Fonte: Autoras.

Para o quarto teste (Figura 08), optou-se pela utilização de um método de reciclagem química com o uso de acetona pura como um meio solvente. Primeiramente as amostras de EPS foram cortadas (Figura 08 A) em tamanhos iguais ($\approx 2,5$ x 3 cm) e pesadas em uma balança de precisão obtendo cerca

de 1,1 gramas cada. Na Figura 08 B observa-se o resíduo na cor preta sendo adicionado no líquido, já na Figura 08 C o resíduo sendo retirado com a ajuda de uma espátula metálica. O mesmo processo foi realizado com EPS na cor verde (Figura 08 D e E), e na cor branca (Figura 08 F). Observa-se que os resíduos, logo após terem a acetona adicionada, começam a sofrer alterações. A explicação para esse processo dá-se pelo fato de que a acetona enfraquece as interações entre os monômeros (estirenos), liberando todo ar até então preso entre as moléculas (SOUZA, 2014). Após todos os resíduos passarem pelo processo da acetona, foi possível moldá-los e acomodá-los em um recipiente metálico (Figura 08 G) que, em seguida, foi colocado ao ar livre por cerca de 24h, conforme a Figura 08 H. Na Figura 08 I e J visualizam-se as amostras após 24h, as quais obtiveram inúmeros formatos. Quando os resíduos são retirados da acetona, nota-se um odor forte, sendo que, após às 24h ao ar livre, o solvente volatiliza e o cheiro some por completo.

Após o quarto teste, as amostras resultantes foram pesadas para a verificação de volume. Em virtude dos diferentes formatos e tamanhos as amostras ficaram com 0,7 a 0,9 gramas aproximadamente. Com os testes realizados, considera-se que as amostras que utilizaram acetona obtiveram um melhor resultado de reciclagem.

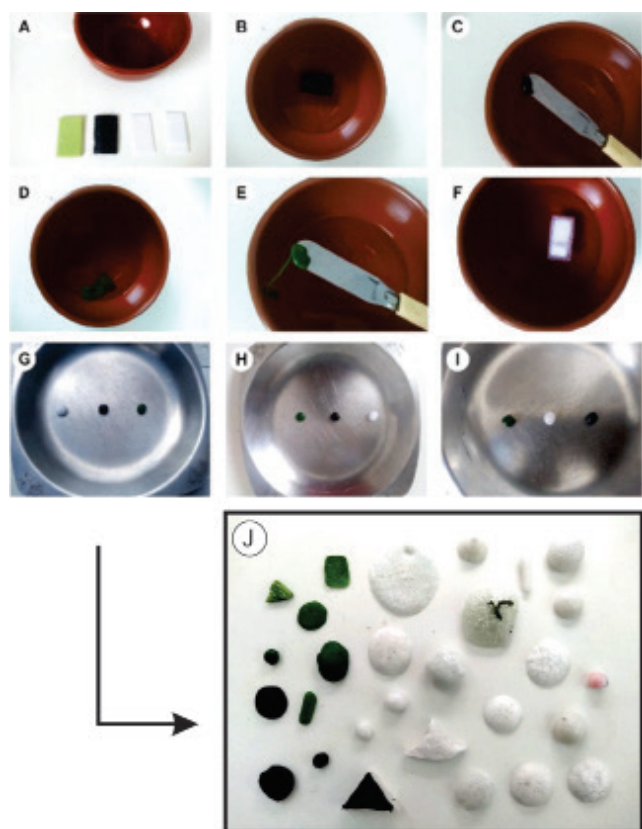


Figura 08 – Quarto teste: (A) amostras, (B) EPS preto na acetona, (C) EPS sendo retirado da acetona, (D) EPS verde, (E) amostra sendo retirada da acetona, (F) EPS branco, (G) algumas modelagem dos resíduos, (H) três resíduos ao ar livre, (I) e (J) resultado após 24h
Fonte: Autoras.

Após os ensaios e experimentações realizados foi possível entender o material, para este ser aplicado nas futuras criações. Com isto, foram criadas três peças joalheiras, sendo elas um anel, um bracelete e um par de brincos (Figura 09).



Figura 09 – Joias com EPS: (A) criações e (B) modelagem via software do anel, bracelete e par de brincos
Fonte: Autoras.

A temática seguida para o processo criativo das joias foi através de formas geométricas (Figura 09 A), as quais vinham de encontro ao formato resultante dos testes com a água quente e a acetona. Também para a criação, segundo os requisitos propostos, nas joias serão utilizadas caixas metálicas para acoplar o EPS, a fim de ter maior segurança e ergonomia. Na Figura 09 B é mostrado uma modelagem virtual via software Rhinoceros® das peças criadas, evidenciando as caixas metálicas com o material

EPS na tonalidade branca e preta. Este software é utilizado para modelagem tridimensional, usualmente empregado em várias áreas do design de produtos e principalmente na de joalheria. Através desta modelagem é possível verificar detalhes da criação e, também, efetuar pequenos ajustes as peças para posterior fabricação. Para este artigo, foi delimitado que a peça do anel seria fabricada, por motivos de ser única e de dimensões reduzidas.

Para o processo de fabricação do anel, o material metálico utilizado junto com o EPS foi a prata 950 (Ag), considerada um material nobre e bastante utilizado na joalheria pelas suas propriedades (LEFTERI, 2014; LIMA, 2006). A prata possui um alto brilho, condutibilidade térmica, é maleável, dúctil e reciclável (LEFTERI, 2014). Segundo Lefteri (2014), o metal é considerado macio, de modo que para torná-lo manuseável é preciso ligá-lo ao cobre, onde 95% da liga é formada por prata e 5% de cobre. Todos os processos de fabricação que envolvem o desenvolvimento desta peça foram efetuados no Laboratório de Joalheria, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Para o processo de fabricação da peça metálica do anel (Figura 10), primeiramente, utilizou-se o processo de usinagem CNC para a posterior fundição e acabamento da peça.

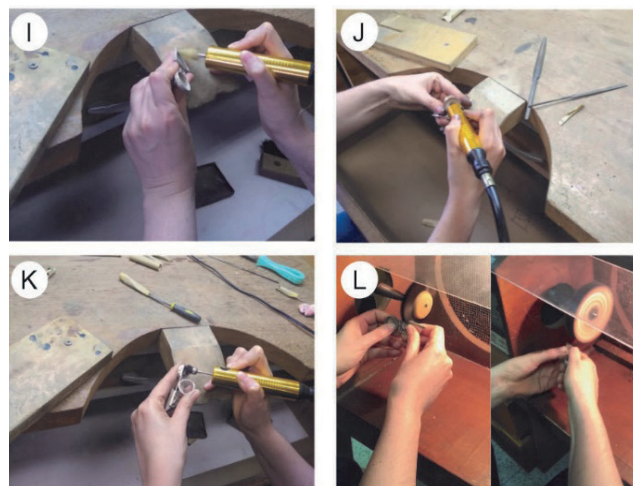
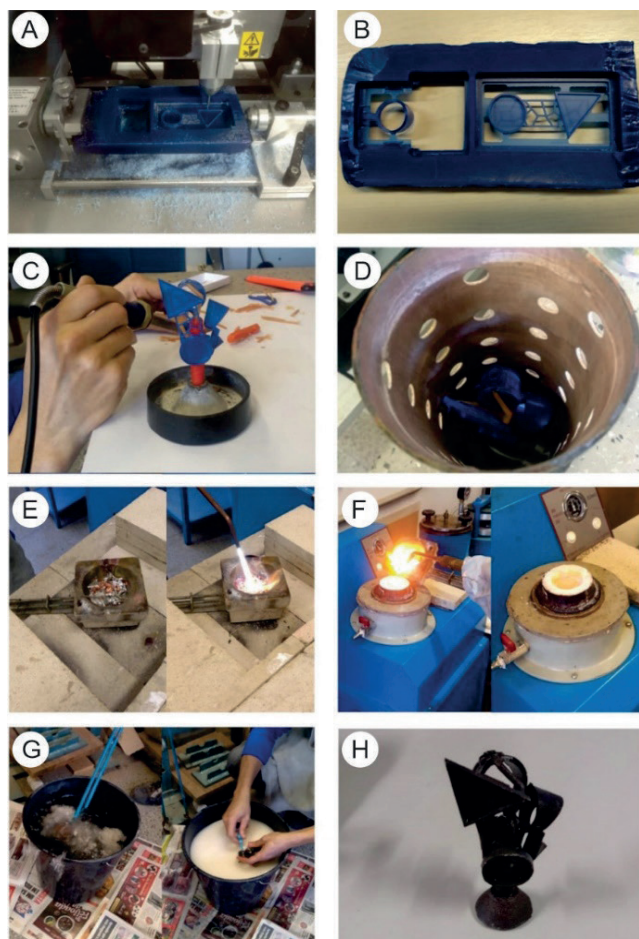


Figura 10 – Usinagem, preparação do molde de gesso e acabamento na peça já fundida em metal: (A) peça sendo usinada na cera, (B) peça pronta, (C) montagem da árvore de cera, (D) árvore alocada no tubo, (E) w fundição da prata com o cobre, (F) inserção do metal no molde de gesso, (G) desmanche do molde; (H) peça de prata; (I) e (J) processo de lixamento e (K) e (L) polimento da peça
Fonte: Autoras.

Na Figura 10 A é mostrada a peça sendo usinada em cera. Já na Figura 10 B, a peça finalizada com os suportes de usinagem. Após a retirada e limpeza das peças foi possível montar uma espécie de “árvore” de cera, como mostra a Figura 10 C. Nesta, as partes usinadas são fixadas através de cabos de alimentação, os chamados “gitos”, onde o metal irá passar. Depois de montada a árvore, esta é inserida em um tubo metálico para posterior vertimento da massa cerâmica, o gesso (Figura 10 D). Posteriormente, o tubo é inserido em uma câmara de vácuo para a retirada de possíveis bolhas. Depois de seco, o tubo com a massa cerâmica é inserido em um forno Mufla da marca Zezimaq® para a eliminação de água e da cera usinada. Este processo é chamado de deceragem. Após, os tubos passam por um processo de calcinação, para a retirada da umidade residual e para tornar o gesso mais resistente ao metal líquido que será vertido. Com o tubo de gesso aquecido, passou-se para o processo de vertimento do metal (Figura 10 E), onde o tubo aquecido foi retirado do forno e alocado em um equipamento a vácuo para aumentar a eficiência do preenchimento do metal (Figura 10 F). Após, o metal é vertido no tubo, completando assim a fundição e obtendo a árvore com as peças metálicas (Figura 10 H). Estas são cortadas com o auxílio de uma serra de corte. Em seguida foram colocadas em uma solução de água com ácido sulfúrico para limpá-las. Após isso, as peças foram limadas e lixadas (Figura 10 I e J), passando por um acabamento final de polimento (Figura 10 K e L). Com a peça finalizada pode-se prosseguir para o próximo passo, de análise de resultado e da validação da peça produzida.



4. RESULTADO E VALIDAÇÃO

Após a etapa de materialização do anel com EPS são apresentados os resultados alcançados, tanto do material reciclado quanto da fabricação da peça metálica. Os resíduos de EPS foram aplicados na coleção das joias com intuito de valorizar o material e conscientizar sobre a possível reciclagem do mesmo. O anel que compõe a coleção possui formas geométricas vazadas, o que torna a peça leve para combinar com o próprio material utilizado, o EPS. As caixas onde acoplamos o EPS são bastante vistosas, para chamar atenção no material utilizado. Na Figura 11 podemos visualizar os resultados do anel produzido em prata 950 e EPS (Figura 11 A) por meio de um ensaio fotográfico. Para a validação da peça foram feitos registros com usuários (Figura 11 B e C), podendo assim, ser observado questões referentes ao tamanho, peso e ergonomia da peça.



Figura 11 – Anel finalizado: (A) resultado da peça com o EPS reciclado; (B) e (C) ensaio fotográfico do anel sendo utilizado
Fonte: Autoras.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo mostrar um estudo relacionado ao descarte de um material problemático para o meio ambiente, o EPS, mostrando o valor que esse resíduo pode proporcionar através da joalheria. As visitas feitas nas Associações foram importantes para esse trabalho, para que fosse possível conhecer o real problema do descarte

dos materiais oriundos do lixo. Outro fator importante foi o mapeamento dos contêineres na cidade de Santa Maria, onde se pôde mostrar a má distribuição e a falta de estrutura para receber os RSU e dar a destinação correta a eles.

Os testes realizados com o EPS foram satisfatórios e possibilitaram um entendimento maior sobre o material para sua aplicação. A realização do teste com acetona mostrou que é possível reciclar o material transformando-o por completo em um novo produto, sem a ocorrência de odor na peça. Todavia, esse teste mostrou que cada vez que o material passa por um novo processo, ele vai ficando mais resistente à acetona. Sugere-se que para estudos futuros, sejam feitos testes para averiguar esta resistência. Já a prata, pode e deve ser reciclada inúmeras vezes, proporcionando uma variedade de criações. Também é preciso considerar a dificuldade encontrada na moldagem artesanal desejada do EPS, para depois passar para a peça de prata. O material não foi vertido na peça pronta em virtude de possíveis reações do metal com a acetona. Por esta razão a peça em EPS foi moldada separadamente, antes da modelagem em software para posterior usinagem. Por essa dificuldade, cada peça produzida será única. Por outro lado, analisou-se que com uma bandeja de EPS, podem ser feitas 8 amostras para esta coleção, proporcionando uma variedade de formatos e tornando possível a reciclagem deste material.

Mesmo com estas dificuldades e aprendizados, os objetivos propostos por este artigo foram atingidos, pois foi possível desenvolver uma coleção de joias aliada à sustentabilidade. O designer tem como uma das suas funções criar e desenvolver produtos e serviços que venham a auxiliar projetos sociais e que tragam uma melhora para problemas globais. Com isto, acredita-se que com pequenas atitudes, mesmo não sendo um projeto de design que envolva a reciclagem em maior escala, este trabalho apresenta uma possibilidade de recuperação e valorização de um material sem nenhum interesse comercial. Além disso, determinados pontos podem ser propostos para melhorar o cenário dos RSU, como o uso de informações mais claras pelos órgãos responsáveis pela coleta nas cidades. Por exemplo, os próprios contêineres poderiam possuir informações do descarte correto aos consumidores. Com uma maior conscientização da população, a separação do lixo seria mais adequada, ajudando, assim, as associações e centros de triagem além de, conseqüentemente, gerar mais renda às famílias vinculadas a este sustento.

AGRADECIMENTOS

Às Associações ASMAR e ARSELE.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **Standard 55**: Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3**: desempenho térmico em edificações: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: edificações habitacionais: desempenho: parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- BATISTA, Fábio D. **A tecnologia construtiva em madeira na região de Curitiba**: da casa tradicional à contemporânea. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- CEMPRE. **Embalagens longa vida**. 2010. Disponível em: < <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/9/embalagens-longa-vida>>. Acesso em: 13 mar. 2019.
- CEMPRE. **Preço dos materiais recicláveis**: julho/agosto. 2017. Disponível em: <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/105/preco-dos-materiais-recicla-veis>>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- COUTINHO, Joana S. **Materiais de construção 1**: madeiras. Porto: Federal de Engenharia da Universidade do Porto, 1999.
- CRUZ, Helena. **Patologia, avaliação e conservação de estruturas de madeira**. Santarém: Associação Portuguesa dos Municípios com Centros Históricos, 2001.
- GRIGOLETTI, Giane C. **Tratamento de dados climáticos de Santa Maria, RS, para análise de desempenho térmico de edificações**. Porto Alegre: Ambiente Construído, 2015.
- KOHARA, Luiz T. **Relação entre as condições de moradia e o desempenho escolar**: estudo com crianças residentes em cortiços. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.
- MELLO, Roberto L. **Projetar em madeira**: uma nova abordagem. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.
- NEVES, Fernando L. **Novos desenvolvimentos para reciclagem de embalagens longa vida**. São Paulo: Congresso Internacional de Celulose e Papel, 2004.
- OLIVEIRA, Laura H. **Revestimento de residências com embalagens longa vida: uma alternativa sustentável**. Ijuí: Salão do Conhecimento, 2018.
- PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de madeira**. 6 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.
- SCHMUTZLER, Luis O.F. **Projeto forro longa vida**. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2001.
- TRIERWEILLER, Andréa C. et al. **Fatores de satisfação e motivação no trabalho dos colaboradores da fundação de cultura**: um estudo de caso. São Carlos: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010.
- VASQUES, Caio C. P. C. F. C.; Pizzo, Luciana M. B. F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares**. Lins: Centro Universitário de Lins, 2014.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6563-0562>

SUELLEN DO NASCIMENTO DE SOUZA MORENO, DESIGNER |
Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Desenho
Industrial | Santa Maria-RS, Brasil | Correspondência para:
Av. Roraima, 1000, prédio 40, sala 1136 | Email: [suellen-
nsm42@gmail.com](mailto:suellen-
nsm42@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 | Email: [mariana.cida-
de@ufsm.br](mailto:mariana.cida-
de@ufsm.br)

COMO CITAR ESTE ARTIGO

MORENO, Suellen do Nascimento de Souza; CIDADE,
Mariana Kuhl. Sustentabilidade e Joalheria: Reciclagem
de Eps para Aplicação em Joias. **MIX Sustentável,**
[S.l.], v. 5, n. 4, p. 27-39, out. 2019. ISSN 24473073.
Disponível em: <[http://www.nexos.ufsc.br/index.php/
mixsustentavel](http://www.nexos.ufsc.br/index.php/
mixsustentavel)>. Acesso em: dia mês. ano. doi:[https://
doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n4.27-39](https://
doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n4.27-39).

DATA DE ENVIO: 25/08/2019

DATA DE ACEITE: 27/09/2019

CRIAÇÃO DE CARTAZES COMO FERRAMENTA PARA DIMINUIÇÃO DO USO EXCESSIVO DE COPOS PLÁSTICOS DESCARTÁVEIS

CREATING POSTERS AS A TOOL TO DECREASE THE OVERUSE OF DISPOSABLE PLASTIC CUPS

ELIANA PAULA CALEGARI, Dra. | IFRO

VICTOR HUGO SOUZA CEZAR | IFRO

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi à criação e o desenvolvimento de cartazes como ferramenta para a conscientização da diminuição do uso excessivo de copos plásticos descartáveis. Para isso, foi utilizada a metodologia da área de design gráfico proposta por Fuentes (2006) que possui as seguintes etapas: pesquisa, concepção e concretização. Na primeira etapa da metodologia, a pesquisa, foram analisados cartazes similares com base nos princípios do design gráfico elaborados por Williams (2009). Na segunda etapa, a concepção, foi definido o tema do projeto, montados os painéis de imagens e realizada a geração de alternativas. Na última etapa, foi realizada a finalização dos cartazes. Como resultado, foi desenvolvido um exercício projetual em que se buscou propor cartazes que sugerem o uso de canecas para substituir os copos plásticos descartáveis.

PALAVRAS CHAVE: Design gráfico; Cartazes; Copo plástico descartável.

ABSTRACT

The objective of this work was the creation and development of posters as a tool to raise awareness of the reduction of overuse of disposable plastic cups. For this, we used the methodology of graphic design area proposed by Fuentes (2006) which has the following steps: research, conception and implementation. In the first stage of the methodology, the research, similar posters were analyzed based on the principles of graphic design elaborated by Williams (2009). In the second stage, the conception, the project theme was defined, the image panels were assembled and alternatives were generated. In the last stage, the posters were finalized. As a result, a design exercise was developed in which posters were proposed that suggested the use of reusable mugs to replace disposable plastic cups.

KEY WORDS: *Graphic design; Posters; Disposable plastic cup.*



1. INTRODUÇÃO

Mais de 95% do lixo encontrado nas praias brasileiras é composto por itens feitos de plástico, como garrafas, copos descartáveis, canudos, cotonetes, embalagens e outros (FAPESC, 2018). O consumo desenfreado do plástico têm causado sérias consequências ao meio ambiente, visto que esse material demora muito tempo para decompor-se na natureza. Um grave problema causado pelo plástico é a poluição marinha, em que os animais confundem o material plástico com comida, o que pode ocasionar a morte desses animais e deixá-los em risco de extinção (UNESCO, 2019).

Atualmente, é muito comum o uso de copos plásticos descartáveis em instituições públicas e privadas devido à praticidade proporcionada por esse produto. Em geral, esses copos são utilizados uma única vez e descartados, ocasionando um grande acúmulo de resíduos no meio ambiente. De acordo com Bee Green (2019) o Brasil produz cerca de 100 mil toneladas de copos plásticos por ano.

Os copos plásticos descartáveis são produzidos com um material chamado poliestireno, que permite a reciclagem, no entanto, torna-se economicamente pouco viável, pois é uma matéria prima de baixo custo, e a outra dificuldade é que em geral, os copos plásticos são descartados sujos, o que dificulta o processo de reciclagem (ECYCLE, 2019).

Para a diminuição do uso excessivo de copos plásticos descartáveis e do acúmulo no meio ambiente, é necessária a criação de alternativas para conscientização da sociedade sobre os malefícios para o meio ambiente. Assim, neste trabalho buscou-se abordar a questão da conscientização da diminuição do uso de copos plásticos descartáveis por meio da criação de cartazes. O projeto de criação dos cartazes foi desenvolvido utilizando a metodologia projetual da área de design gráfico, de Fuentes (2006), e teve como suporte teórico o manual “design para quem não é designer” de Robin Williams, o qual possui noções básicas de planejamento visual.

2. METODOLOGIA

O desenvolvimento deste projeto teve como base a metodologia projetual de Fuentes (2006), que objetiva nortear o processo criativo do design. A seguir, é descrita a metodologia:

• Etapa I – A pesquisa: Esta etapa consiste na pesquisa sobre os elementos do design gráfico tendo como base a obra de Williams (1995) e a pesquisa de cartazes similares, ou seja, que possuem a temática da diminuição do uso de copos plásticos descartáveis. Nos cartazes foram analisados os seguintes elementos do design gráfico: contraste, proximidade, repetição, alinhamento, cores, tipografia, diagramação, ilustração e outros.

• Etapa II – A concepção: Nesta etapa foi realizada a pesquisa de imagens sobre o tema do projeto e montado um painel com elas para ser utilizado como referência para a geração de alternativas. Para a geração de alternativas foram feitos esboços à mão livre seguindo o tema do projeto.

• Etapa III – A concretização: Nesta etapa os esboços feitos à mão livre foram digitalizados, e a partir disso, foi realizada a ilustração digital no software Inkscape. Além disso, foram definidas as cores, a tipografia, o alinhamento, o contraste, a repetição, a proximidade, o suporte, e outros elementos do design gráfico necessários para a finalização dos cartazes. Por fim, os cartazes foram impressos e foi realizada a simulação de uso.

3. DESENVOLVIMENTO

3.1 Etapa I – A pesquisa

A NBR 15575-1 (2013) possui um procedimento para a anáNesta etapa foi realizada uma pesquisa sobre os princípios do design gráfico para auxiliar o processo de criação e desenvolvimento dos cartazes. Dessa forma, a seguir é apresentada uma abordagem genérica dos quatro princípios do design gráfico de acordo com Williams (2009):

a) **Contraste:** O objetivo do contraste é evitar os elementos parecidos em uma página. Assim, se os elementos como, cor, tipografia, tamanho, espessura da linha e espaço não forem os mesmos, é importante diferenciá-los.

b) **Repetição:** Repetir os elementos visuais de forma planejada pode ajudar a criar uma organização no layout e fortalecer a unidade. Pode-se optar por repetir diversos elementos, como: a cor, a espessura, a textura, o tamanho e outros.

c) **Alinhamento:** Nenhum elemento deve ser colocado aleatoriamente em uma página, assim, cada elemento deve estar relacionado visualmente com outro, isso vai ajudar a criar uma aparência limpa, organizada, sofisticada e suave.

d) **Proximidade:** Quando vários itens estão próximos, tornam-se uma unidade visual e não várias unidades individualizadas, por isso, itens relacionados entre si devem ser agrupados, o que vai ajudar a organizar as informações e diminuir a desordem.

e) **Tipologia:** O objetivo do uso de fontes diferentes é aperfeiçoar a comunicação, porém, se não for organizada corretamente pode confundir o leitor, assim, é importante tomar cuidado ao utilizar muitos tipos de fontes em um material.

Neste trabalho serão utilizados os 5 princípios do design gráfico proposto por Williams (1995) para a criação da série de cartazes sobre a conscientização da diminuição do uso excessivo de copos descartáveis, garantindo assim, uma boa organização e melhor entendimento do cartaz.

Além disso, nesta etapa foi realizada uma pesquisa na internet sobre cartazes com a temática da diminuição do uso de copos plásticos descartáveis. Para isso foram utilizadas as seguintes palavras chaves: cartaz sobre o meio ambiente, peças gráficas sobre o meio ambiente, cartaz sobre o uso de copo plástico.

Na Figura 1 observa-se o cartaz produzido para a prefeitura municipal de Roque Gonzales/RS para uma campanha interna, que buscou a redução do uso de copos plásticos descartáveis. No cartaz observa-se o título, textos, a imagem da metade de um copo descartável e de uma caneca que aparenta ser de cerâmica. O cartaz está dividido em duas partes: de um lado com o título “evite copos descartáveis” e do outro lado o título “resgate sua caneca”, essa divisão denota o uso do descartável (copo plástico) e do durável (caneca de cerâmica). Em relação aos princípios do design gráfico, observam-se as imagens no centro e os elementos escritos nas laterais, sobre o alinhamento foi empregado o centralizado. No cartaz o contraste que prevalece é do título, com letras na cor branca e fundo rosa de um lado e verde do outro lado. A fonte e o alinhamento são repetidos nos dois lados do cartaz. Por fim, em relação à cor, foi empregada a cor rosa de um lado e verde do outro lado, que pode sugerir o uso da caneca ao invés do copo plástico.

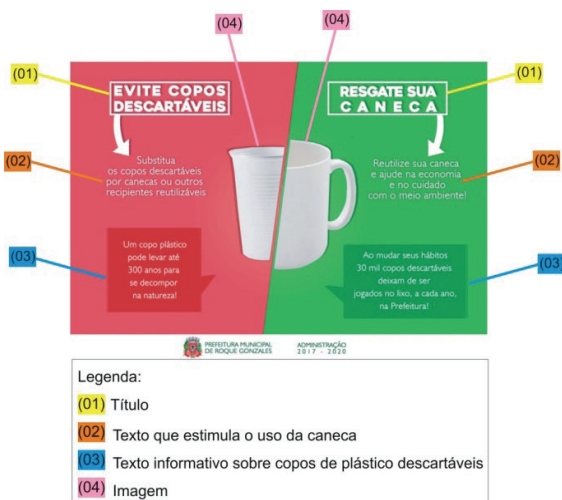


Figura 01 – Análise de cartaz
Fonte: Adaptada de Roque Gonzales (2019).

Na Figura 2 observa-se o cartaz criado pela Secretaria de Agricultura do município de Triunfo/RS para uma campanha de conscientização do não uso de copos plásticos

descartáveis. No cartaz observa-se o título, textos, a imagem da metade de um copo descartável e a imagem de uma caneca que aparenta ser de cerâmica (TRIUNFO, 2019). O cartaz está dividido em duas partes: de um lado com o título “evite usar copo descartável” e do outro lado o título “use recipiente reutilizável”, essa divisão denota o uso do descartável (copo plástico) e do durável (recipiente reutilizável). Em relação aos princípios do design gráfico, observa-se que foram empregados de forma similar aos do cartaz da Figura 1, assim, observam-se as imagens no centro e os elementos escritos dispostos nas laterais, sobre o alinhamento foi utilizado o centralizado para a imagem e o alinhamento a esquerda para o título e o texto. No cartaz o contraste que prevalece é o do título, com letras na cor azul e fundo amarelo de um lado e letras na cor branca e fundo azul do outro lado, que sugere o uso da caneca ao invés do copo plástico.

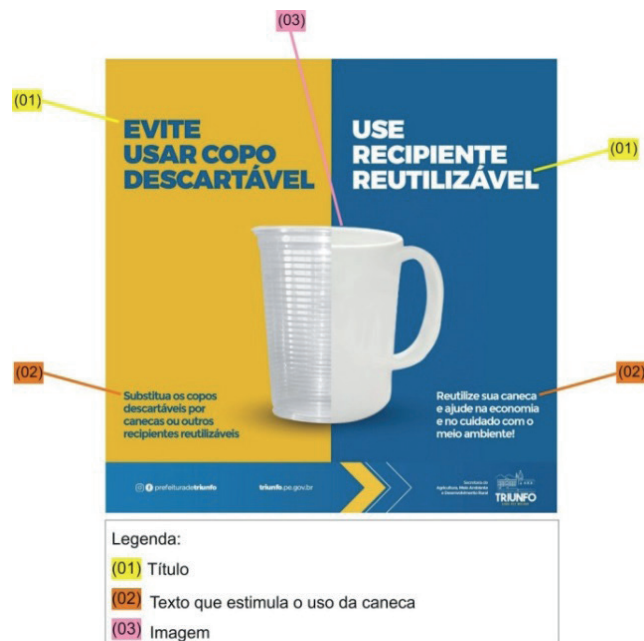


Figura 02 – Análise de cartaz
Fonte: Triunfo (2019).

Na Figura 3 observa-se o cartaz confeccionado para a Universidade Federal do Oeste do Pará para uma campanha de conscientização para o não uso de copos plásticos descartáveis, sugerindo o uso de canecas. No cartaz observa-se o título, a imagem de duas canecas na cor verde sobre o fundo branco que gera destaque para as canecas, na caneca do lado esquerdo observa-se o desenho de uma árvore, na outra caneca há a seguinte mensagem: “não ao copo descartável, o meio ambiente agradece”. Em relação aos princípios do design gráfico, observam-se os elementos muito próximos,

com o alinhamento à direita. O contraste que prevalece no cartaz é do título, pois está com fonte maior em relação aos outros elementos, e na cor azul escura com fundo verde.



Figura 03 – Análise de cartaz
 Fonte: UFOPA (2019).

Na Figura 4 observa-se o cartaz produzido para o Correio para uma campanha para o não uso de copos plásticos descartáveis, sugerindo o uso de canecas. No cartaz observa-se o título, a imagem de uma caneca verde, com as palavras "correio ic". O cartaz contém duas informações, a primeira com o seguinte texto "a redução de 3 copos descartáveis diários, economiza 700 copos por ano...Você sabia?!" E a segunda frase "1 copo descartável leva aprox. 250 anos de composição". Em relação aos princípios do design gráfico, observam-se os elementos próximos uns aos outros, sobre o alinhamento foram empregados de duas formas: à esquerda e centralizado. No cartaz o contraste que prevalece é o do título, pois a fonte está maior e a palavra caneca na cor verde, e todo o restante com as letras na cor preta.

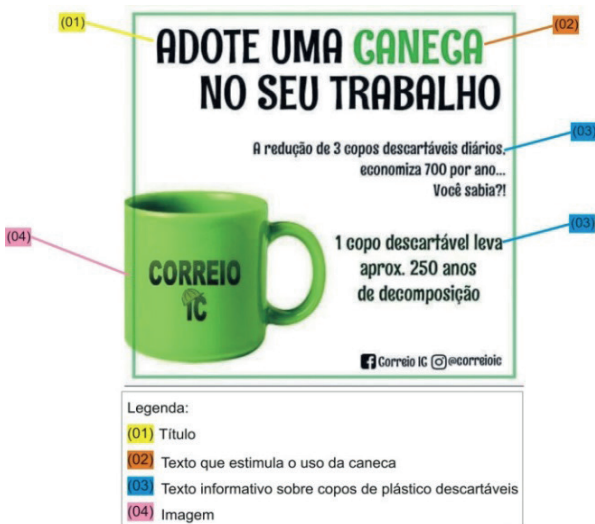


Figura 04 – Análise de cartaz
 Fonte: Deskgram (2019).

Na Figura 5, observa-se o cartaz produzido para o Sesi para uma campanha de conscientização para o não uso de copos descartáveis. No cartaz observa-se uma frase, imagens de copos descartáveis com a palavra "evite" com as letras na cor vermelha sobreposta na imagem dos copos. O cartaz possui a frase: "Evite o uso de copos descartáveis e contribua para uma vida sustentável", no final do cartaz há o símbolo da reciclagem com a frase "menos é mais". Em relação aos princípios do design gráfico, a imagem dos copos está acima dos elementos escritos, sobre o alinhamento foi utilizado à esquerda. No cartaz o contraste que prevalece é o fundo na cor verde. Por fim, em relação à cor, há uma faixa verde um pouco abaixo da metade do cartaz com fundo na cor branca.



Figura 05 – Análise de cartaz
 Fonte: Rede socioambiental (2019).

Na Figura 6 observa-se o cartaz produzido para a Assembleia Legislativa do Estado do Rio de Janeiro (ALERJ) para uma campanha sobre sustentabilidade, em que se observa a frase "Adote seu copo, sua caneca ou sua garrafinha."

O copo descartável não vai ficar com ciúme”. Observa-se a imagem de duas mãos, uma mão segurando um copo e a outra segurando uma caneca. Em relação ao alinhamento observa-se que os elementos estão centralizados. No cartaz o contraste que prevalece é o copo e a caneca, por possuírem uma cor mais escura do que o fundo.



Figura 06 – Análise de cartaz
Fonte: Cartilha do aluno (2019).

De maneira geral, os cartazes possuem imagens de copos e canecas e frases que estimulam o uso de canecas. Na maioria dos cartazes a cor que predomina é a verde, pois remete a natureza e a sustentabilidade.

3.2 Etapa II – A concepção

Nesta etapa do projeto, foi definido o tema do projeto, que consiste na seguinte frase: “cuidando o planeta”. Assim, foram pesquisadas imagens sobre impactos do plástico no meio ambiente, como plástico acumulado no mar e nas praias, conforme pode ser observado na Figura 7.



Figura 07 – Painel de imagens: Impactos do plástico na natureza
Fonte: Setor reciclagem (2019), Letras ambientais (2019), Ciclo Vivo (2019), Instituto net claro Embratel (2019), Auto sustentável (2019), Cetesb (2019).

No painel da Figura 7 observam-se imagens de praias, do mar com diferentes tons de azul, animais marinhos que se alimentaram de plástico, plástico depositado na orla de praias, referências de icebergs criados com lixo plástico, garrafas, copos, aves sobrevoando sobre os dejetos plásticos.

Além disso, foi construído um painel com imagens sobre o meio ambiente e o planeta para compor as referências visuais para a criação dos cartazes, como pode ser visualizado na Figura 8. Foram selecionadas imagens que remetem a natureza, energia renovável e cidade arborizada.



Figura 08 – Painel de imagens: O meio ambiente.
Fonte: Cultura Mix (2019), Família (2019), Aprendendo sobre meio ambiente (2019), Cosol (2019), Alunos online (2019), Eco desenvolvimento (2019).

No painel da Figura 8, observam-se imagens do planeta terra, mãos segurando o planeta, mãos segurando uma planta, notam-se variados tons de verde, vegetação, painéis de energia solar, torres de energia eólica e a imagem de uma cidade arborizada.

3.2.1 Geração de alternativas

Através da análise dos cartazes e da pesquisa de imagens de referência sobre a temática do presente projeto iniciou-se a geração de alternativas. Nesta etapa, optou-se por criar cartazes simples e limpos, com o menor número possível de elementos, buscando equilíbrio na composição. Dessa forma, decidiu-se utilizar uma frase e uma imagem na composição do cartaz. Na Figura 9 podem-se observar esboços de alternativas da disposição dos elementos gráficos do cartaz.

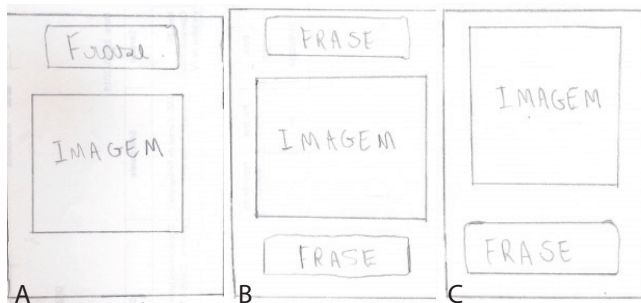


Figura 09 – Propostas de disposição dos elementos gráficos: A) Alternativa 1, B) Alternativa 2 e C) Alternativa 3
Fonte: Autores.

Na Figura 9A, observa-se o esboço da alternativa 1 na qual a imagem localiza-se no centro do cartaz com a frase acima da imagem, tanto a frase como o cartaz estão com alinhamento centralizado. Na Figura 9B observa-se o esboço da alternativa 2, na qual a imagem localiza-se no centro do cartaz com uma frase acima da imagem e outra abaixo, tanto a imagem quanto as frases estão centralizadas. Na Figura 9D, observa-se o esboço da alternativa 3, na qual a imagem localiza-se na parte superior do cartaz com uma frase abaixo, tanto a imagem quanto a frase estão centralizadas. Em relação às frases, foram elaboradas frases curtas para compor os cartazes:

- Traga a sua caneca;
- Use a sua caneca;
- Adote a sua caneca, o meio ambiente agradece;
- Ajude a cuidar do planeta;
- Adote a sua caneca e contribua com o meio ambiente;
- Cuide do planeta, use sua caneca;
- Não use copos descartáveis.

Nas Figuras 10, 11, 12 e 13 observa-se a geração de alternativas, baseada no tema do projeto e no painel de imagens da Figura 8. A criação dos esboços teve como foco a imagem do planeta terra e da caneca.



Figura 10 – Esboço de cartaz
Fonte: Autores.

Na Figura 10 observa-se o esboço em que há o desenho de uma caneca e no centro da caneca a seguinte frase “cuide do planeta”. No topo da caneca há uma cidade como se estivesse saindo do interior da caneca, nela observam-se montanhas, prédios, painéis de energia solar, torre de energia eólica, carros, árvores, balões, casas e uma paisagem.



Figura 11 – Esboço de cartaz
Fonte: Autores.

Na Figura 11 observa-se o esboço em que há a imagem de um planeta, duas mãos segurando-o, e a seguinte frase “ajude a salvar o planeta” e abaixo, uma outra frase “adote a sua caneca”.

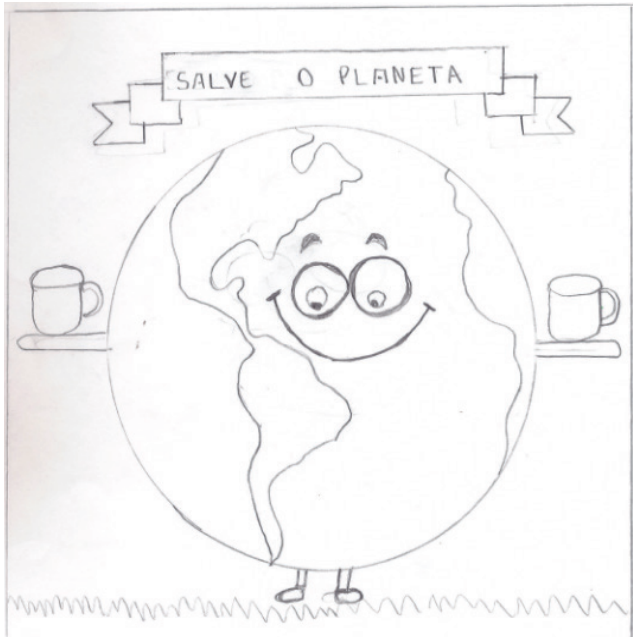


Figura 12 – Esboço de cartaz
Fonte: Autores.

Na figura 12, observa-se o esboço do cartaz, com uma faixa, na parte superior, contendo a seguinte frase “salve o planeta”. Há o desenho de um planeta com mãos e pés segurando duas canecas em cada uma de suas mãos.



Figura 13 – Esboço de cartaz
Fonte: Autores.

Na Figura 13 observa-se o desenho de um planeta com uma faixa que começa no canto superior esquerdo e termina no canto inferior direito do planeta. Na parte superior há a seguinte frase “não use copos descartáveis” e abaixo uma outra frase “adote sua caneca”.

3.3 Etapa III – A concretização

Após a geração de alternativas, os desenhos foram digitalizados, e a partir disso, foi realizada a ilustração digital. Nesse processo, trabalhou-se com a diagramação dos elementos que compõe o cartaz, que consistem basicamente em texto e imagem, conforme se observa na Figura 14.



Figura 14 – Diagramação
Fonte: Autores.

Na diagramação dos cartazes destacou-se a imagem, que está posicionada no centro, e logo abaixo, posicionou-se a frase que estimula o uso da caneca. Optou-se pelo alinhamento centralizado para destacar os elementos do cartaz. Em relação às cores empregadas nos cartazes, foi montada uma paleta de cores a partir das imagens dos painéis das Figuras 7 e 8, que possuem cores em tons de azul que remetem ao mar, verde que remete a natureza, laranja e amarelo que representam o plástico, conforme pode ser observado na Figura 15.

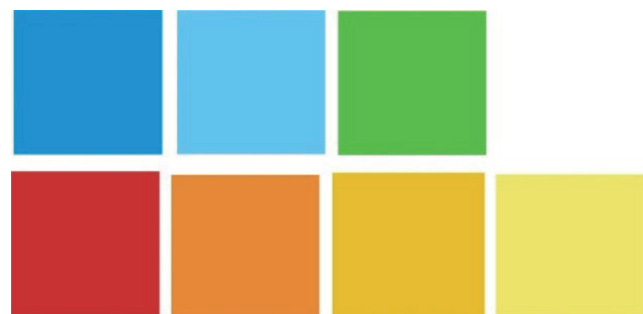


Figura 15 – Paleta de cores
Fonte: Autores.

No que diz respeito às imagens utilizadas nos cartazes, foram ilustradas no software Inkscape. Foram criadas imagens do planeta terra com braços, pernas e rosto segurando canecas (Figura 16A) as quais buscam sugerir o uso de canecas ao invés de copos plásticos descartáveis, um planeta envolto por uma faixa (Figura 16B), duas mãos e o planeta no meio delas (Figura 16C) remetendo a ideia de proteção, e uma caneca com o desenho de uma cidade com árvores saindo do seu interior (Figura 16D).

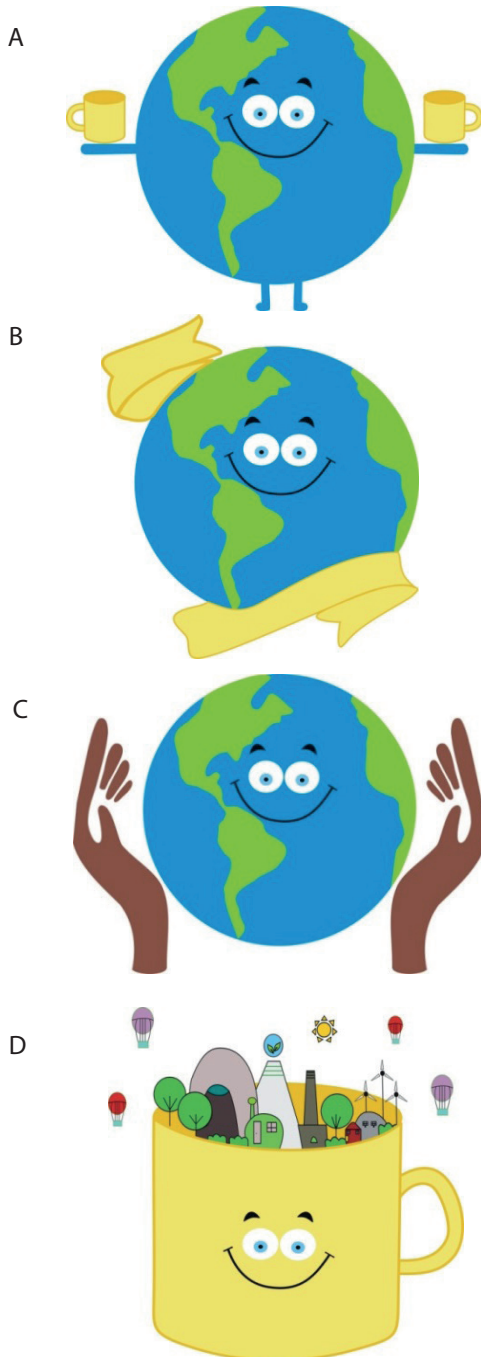


Figura 16 – Ilustrações: A) Planeta segurando canecas, B) Planeta com faixa, C) Planeta com mãos e C) Caneca com cidade
Fonte: Autores.

A tipografia selecionada para os cartazes é a Dk Lemon Yellow Sun, como pode ser visualizada na Figura 17. Foi selecionada esta fonte, pois remete a algo descontraído, despojado e divertido, para combinar com os outros elementos dos cartazes, como as cores vibrantes e as ilustrações lúdicas.



Figura 17 – Ilustrações: A) Planeta segurando canecas, B) Planeta com faixa, C) Planeta com mãos e C) Caneca com cidade
Fonte: Autores.

O suporte utilizado para os cartazes foi o papel no formato A4 que é o material mais viável para esse produto, visto que o papel demora poucos meses para se decompor, o que é benéfico para os cartazes levando em conta que são temporários e logo poderão ser substituídos por outros. Nas Figuras 18, 19, 20 e 21 pode-se observar os cartazes finalizados com todos os elementos conforme descrito anteriormente.

Na Figura 18 observa-se o cartaz com fundo na cor laranja. No centro há uma ilustração de um planeta segurando uma caneca em cada mão. No planeta foi aplicada a cor azul e verde e nas canecas a cor amarela. Abaixo da ilustração há a frase “Cuide do Planeta, use sua caneca” nas cores vermelha e amarela.



Figura 18 – Planeta segurando canecas
Fonte: Autores.

Na Figura 19 observa-se outro cartaz com as mesmas cores e frase do anterior (Figura 18). No centro há uma ilustração de um planeta envolto por uma faixa na cor amarela.



Figura 19 – Planeta com faixa
Fonte: Autores.

Na Figura 20 observa-se um cartaz com as mesmas cores e frase dos anteriores (Figuras 18 e 19). No centro há uma ilustração de um planeta envolto por duas mãos.



Figura 20 – Planeta com mãos
Fonte: Autores.

Na Figura 21 observa-se um cartaz com as mesmas cores e frase dos anteriores (Figuras 18, 19 e 20). No centro há uma ilustração de uma caneca com uma cidade na parte superior.

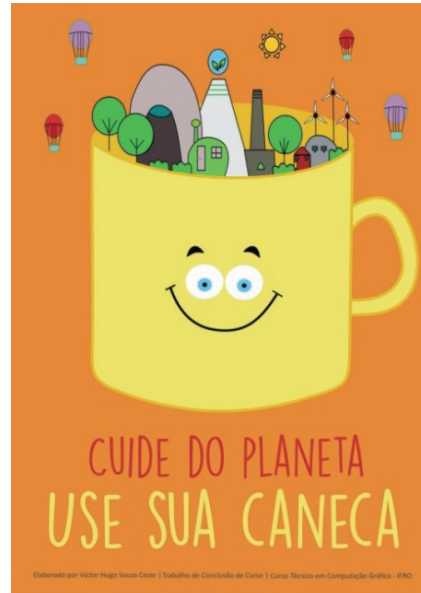


Figura 21 – Caneca com cidade
Fonte: Autores.

Na Figura 22 observa-se o cartaz desenvolvido neste trabalho e seus elementos: título, texto que estimula o uso da caneca, e a imagem do planeta terra ocupando a parte central e de maior destaque.



Figura 22 – Elementos do cartaz
Fonte: Autores.

Na Figura 23 observa-se a simulação do cartaz da Figura 18 em um mural.



Figura 23 – Simulação de uso
Fonte: Autores.

Na simulação do cartaz em um mural observa-se que por ser colorido e possuir uma ilustração ocupando grande parte do cartaz, destaca-se em relação aos outros informativos do mural. Além do mural os cartazes podem ser inseridos em outros locais públicos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como principal objetivo a criação de uma série de cartazes como ferramenta para a conscientização da diminuição do uso excessivo de copos plásticos descartáveis, ressaltando a importância do uso de canecas reutilizáveis em instituições públicas e privadas. O desenvolvimento do projeto dos cartazes teve como base a metodologia projetual de Fuentes (2006), dividida em três etapas: a pesquisa, a concepção e a concretização, que objetivaram nortear o processo criativo do design. Para a criação dos cartazes foi utilizado o tema “cuidando o planeta”. Assim, os cartazes foram desenvolvidos a partir de ilustrações de um planeta e caneca no centro e uma frase que estimula o uso de canecas, posicionada abaixo da ilustração.

A expectativa com a criação desses cartazes é estimular a reflexão sobre a importância da adoção de canecas reutilizáveis e a diminuição do uso de copos plásticos descartáveis. Porém, ainda caminha-se com passos lentos em relação a essa temática, pois os copos plásticos descartáveis são usados excessivamente, e quando descartados na natureza causam impactos. Desse modo, os cartazes constituem-se em uma ferramenta que pode contribuir para a diminuição do uso de copos plásticos descartáveis na medida em que estimula o uso de canecas.

REFERÊNCIAS

- AUTOSSUSTENTAVEL. **O que você pode fazer para reduzir o consumo do plástico.** Disponível em: <http://autossustentavel.com/2018/06/o-que-voce-pode-fazer-para-reduzir-o-consumo-de-plastico.html>. Acesso em 11 de junho de 2019.
- ALUNOS ONLINE. **Recursos naturais.** Disponível em: <https://alunosonline.uol.com.br/geografia/recursos-naturais.html>. Acesso em 11 de junho de 2019.
- APRENDENDO SOBRE MEIO AMBIENTE. **Conhecendo o meio ambiente e a natureza.** Disponível em: <http://aprendendosobremeioambiente.blogspot.com/2016/05/conhecendo-o-meioambiente-natureza-e.html>. Acesso em 11 de junho de 2019.
- CARTILHA DO ALUNO. **Sustentabilidade.** Disponível em: [file:///C:/Users/Aluno/Downloads/cartilha%20a3p%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/Aluno/Downloads/cartilha%20a3p%20(2).pdf). Acesso em 10 de abril de 2019.
- CETESB. **Entenda o impacto do plástico nos oceanos e no meio ambiente.** Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/proclima/2018/07/24/entenda-o-impacto-do-plastico-nos-oceanos-e-no-meio-ambiente/>. Acesso em 10 de abril de 2019.
- CICLO VIVO. **Tartarugas, recursos reutilizáveis.** Disponível em: <https://ciclovivo.com.br/inovacao/negocios/rod-stewart-dubla-tartaruga-produtosreutilizaveis/>. Acesso em 11 de junho de 2019.
- CULTURA MIX. **Resumo sobre o meio ambiente.** Disponível em: <http://meioambiente.culturamix.com/natureza/resumo-sobre-meio-ambiente>. Acesso em 11 de junho de 2019.
- COSOL. **Economia dos recursos naturais e energéticos e a solução para os problemas ambientais.** Disponível em: <https://www.cosol.com.br/blog/a-economia-dos-recursos-naturais-e-energeticos-e-a-solucao-para-os-problemas-ambientais>. Acesso em 11 de junho de 2019.
- DESKGRAM. **Não ao copo descartável.** Disponível em: <https://deskgram.net/explore/tags/naoacopodescartavel>. Acesso em 10 de abril de 2019.
- ECYCLE. **Impacto ambiental do lixo plástico.** Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/6251-impacto-ambiental-do-lixo-plastico.html>. Acesso em 19 de junho de 2019.
- ECO DESENVOLVIMENTO. **Lista das cidades mais verdes.** Disponível em: <http://www.ecodesenvolvimento.org/noticias/organizacoes-listam-as-cidades-mais-verdes-do>. Acesso em 11 de junho de 2019.

FAMILIA. **Preservação da natureza.** Disponível em: <https://www.familia.com.br/preservacao-da-natureza-como-ensinar-as-criancassobre-a-poluicao-e-o-meio-ambiente/>. Acesso em 11 de junho de 2019.

FUENTES, R. **A prática do design gráfico: uma metodologia criativa.** São Paulo: Rosari, 2006.

INSTITUTO NET CLARO EMBRATEL. **Imagens.** Disponível em: <https://www.institutonetclaroembratel.org.br/cidadania/nossasnovidades/noticias/aproximadamente-95-dos-residuos-solidos-das-praias-saomateriais-plasticos-afirma-professor/>. Acesso em 11 de junho de 2019.

LETRAS AMBIENTAIS. **Imagens.** Disponível em: <https://letrasambientais.com.br/posts/poluicao-plastica-impactos-sobre-a-saude-doplaneta/>. Acesso em 11 de junho de 2019.

ROQUE GONZALES. **Administração municipal lança campanha interna para reduzir o uso de copos descartáveis.** Disponível em: <https://roquegonzales.rs.gov.br/site/noticias/geral/21093-administracao-municipallanca-campanha-interna-para-reduzir-o-uso-de-copos-descartaveis>. Acesso em 10 de abril de 2019.

REDE SOCIOAMBIENTAL. **Cartaz.** Disponível em: http://rede.socioambiental.zip.net/arch2010-11-14_2010-11-20.html. Acesso em 10 de abril de 2019.

SETOR RECICLAGEM. **Cartaz.** Disponível em: <http://www.setorreciclagem.com.br/legislacao/senado-aprova-o-fim-dos-plasticosdescartaveis/>. Acesso em 11 de junho de 2019.

TRIUNFO. **Agricultura e meio ambiente.** Disponível em: <http://www.triunfo.pe.gov.br/category/agricultura-e-meio-ambiente/>. Acesso em 10 de abril de 2019.

UNESC. **Cartaz.** Disponível em: <http://www.unesc.net/portal/aicom/blog/40571>. Acesso em 19 de junho de 2019.

UFOPA. **Adote uma caneca, campanha pela redução de copos descartáveis na ufopa.** Disponível em: http://www2.ufopa.edu.br/ufopa/noticias/2014/novembro/adote-uma-canecacampanha-pela-reducao-de-copos-descartaveis-naufopa/image/image_view_fullscreen. Acesso em 10 de abril de 2019.

WILLIAMS, R. **Design para quem não é designer: noções básicas de planejamento visual.** São Paulo: Callis, 2009.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5568-4620>

ELIANA PAULA CALEGARI, Dra. | Instituto Federal de Rondônia – IFRO | Computação Gráfica | Porto Velho, RO | Brasil | Correspondência para: Avenida Governador Jorge Teixeira - 3146, Setor Industrial, Porto Velho - RO, 76821002 | e-mail: elianapaulac@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4109-5574>

VICTOR HUGO SOUZA CEZAR | Instituto Federal de Rondônia – IFRO | Computação Gráfica | Porto Velho, RO | Brasil | Correspondência para: Avenida Governador Jorge Teixeira - 3146, Setor Industrial, Porto Velho - RO, 76821002 | e-mail: hugovictor4885@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

CALEGARI, Eliana Paula; CEZAR, Victor Hugo Souza. Criação de Cartazes como Ferramenta para Diminuição do Uso Excessivo de Copos Plásticos Descartáveis. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 41-51, out. 2019.** 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.MIX2019.v5.n4.41-51>.

DATA DE ENVIO: 02/09/2019

DATA DE ACEITE: 03/10/2019

COMPORTAMENTO MECÂNICO DE ALVENARIAS DE TERRA COM RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

MECHANICAL BEHAVIOR OF EARTH MASONRY WITH CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE

AUGUSTO CESAR DA SILVA BEZERRA, Dr. | UFMG

ROBERTO PINTO OSÓRIO | UFMG

BÁRBARA RODRIGUES BELO | UFMG

MARIANA ALVES MIRANDA | UFMG

TIAGO AUGUSTO GONÇALVES MELLO | UFMG

RESUMO

Cerca de 60% de todo o resíduo sólido gerado no país provem das atividades do ramo da construção civil, cerca de 45 milhões de toneladas de resíduos de construção e demolição (RCD) por ano. É viável utilizar o RCD na fabricação de componentes ecoeficientes e a mescla do material com a terra apresenta-se como uma das possibilidades. Contudo, os estudos que analisam o comportamento dos componentes em terra em sistemas construtivos ainda são incipientes e carecem de maior aprofundamento, principalmente quando há o uso de resíduos. O objetivo deste artigo foi investigar o comportamento mecânico de blocos e de alvenarias de terra comprimida produzidos com RCD e estabilizados com dois tipos de cimento, a fim de avaliar a compatibilidade entre esses materiais. Avaliou-se a resistência à compressão axial, o índice de absorção e a durabilidade de corpos de prova, além do comportamento mecânico de prismas contrafiados de alvenaria produzidos com RCD. Os resultados mostraram que o cimento pozolânico não apresentou compatibilidade com os demais materiais mas que os resultados mecânicos obtidos pelos prismas atestaram a compatibilidade entre o solo utilizado, o RCD e o cimento CPV na produção de BTCs para alvenarias de vedação.

PALAVRAS CHAVE: MBlocos de terra comprimida, Resíduos de construção e demolição, Durabilidade, Prismas de alvenarias

ABSTRACT

Around 60% of all solid waste generated in Brazil comes from the activities of the construction industry, about 45 million tons of construction and demolition waste (CDW) per year. It is feasible to use the CDW in the manufacture of eco-efficient components and the mixing of the material with the earth presents itself as one of the possibilities. However, studies that analyze the behavior of components on land in construction systems are still incipient and need further study, especially when there is the use of waste. The objective of this article was to investigate the mechanical behavior of compressed earth blocks (CEB) and masonry produced with CDW and stabilized with two types of Portland cement, in order to evaluate the compatibility between these materials. The axial compressive strength, the absorption index and the durability of specimens were evaluated, as well as the mechanical behavior of masonry prisms produced with CDW. The results showed that the pozzolanic cement was not compatible with the other materials but that the mechanical results obtained by the prisms show the compatibility between the soil used, the CDW and the CPV cement in the production of CEB for sealing masonry.

KEY WORDS: *Compressed earth blocks, Construction and demolition waste, Durability, Prisms of masonry*



1. DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Apesar do conceito de desenvolvimento sustentável já ter reconhecimento e importância na sociedade atual, que levou à Conferência Rio-92 e suas continuções, o mundo continua a buscar apenas o desenvolvimento econômico. Segundo a WWF (2018), atualmente os países do Hemisfério Norte, com apenas um quinto da população do planeta, possuem quatro quintos dos rendimentos mundiais e consomem 70% da energia, 75% dos metais e 85% da produção de madeira mundial.

Em paralelo, as sociedades do Hemisfério Sul tomam o Norte como objetivo definindo metas de PIB como o mais importante indicador de desenvolvimento da sociedade, sem considerar o fato de que tal expansão seria social e ambientalmente inviável, “o sistema capitalista de produção produz um desenvolvimento eminentemente insustentável” define Melo (2006), se referindo à forma como os sistemas de produção atualmente operam.

Segundo a WWF (2018) caso os países do Hemisfério Sul copiassem os padrões das sociedades do Norte, a quantidade de combustíveis fósseis consumida atualmente aumentaria 10 vezes e a de recursos minerais, 200 vezes. O desenvolvimento econômico é essencial para os países emergentes e mais pobres, como o Brasil, entretanto os fatores sociais e ambientais também devem ser considerados, como propõe o desenvolvimento sustentável.

“Aquele que atende às necessidades do presente sem comprometer a possibilidade de as gerações futuras atenderem às suas necessidades” é a atual definição para o conceito, de acordo com o Relatório Brundtland, em 1987 (BRANDÃO, 2012).

1.1. Design Sustentável

Sob a ótica do desenvolvimento sustentável na qual aquilo que é sustentável equilibra os fatores econômicos, sociais e ambientais de acordo com o Triple Bottom Line (The Economist, 2009), o design surge com um papel importantíssimo. Segundo Leão (2003) o design de determinado produto, processo ou serviço é responsável por aproximadamente 60% dos impactos ambientais das atividades industriais. Desta forma, uma abordagem sustentável aplicada ao design permite ampla redução dos impactos ambientais e sociais, mantendo-se economicamente viável. Esta abordagem é conhecida como design sustentável.

Diferente do design tradicional, o design sustentável surge com uma abordagem caracterizada por adotar aspectos projetuais que o design tradicional atualmente não adota (ALVES, 2010; MANZINI E VEZZOLI, 2002). O

Design Sustentável pode ser considerado como uma evolução do processo de inovação utilizando as abordagens multidisciplinares de design no desenvolvimento de produtos e cujos objetivos consideram as variáveis socioambientais do projeto, além das variáveis técnicas e econômicas, comumente consideradas (ESTAREGUE, 2009).

Dentre as técnicas e abordagens utilizadas pelo Design Sustentável, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), é uma das ferramentas que melhor auxilia o projeto. Segundo Moreno et al. (2011) e Gmelin e Seuring (2014) a ACV avalia os impactos ambientais e de saúde humana associados ao ciclo de vida de um produto, processo ou serviço, desde o berço ao túmulo, tais como alterações climáticas, acidificação, eutrofização, toxicidade humana, uso da terra e depleção de recursos.

A ACV é capaz de comparar o perfil ambiental de um produto em relação a outro existente, apoiar a tomada de decisão na concepção de produto eco eficiente, avaliar alternativas de design, avaliar estratégias de melhoria em produtos, definir estratégias de marketing, pesquisa e desenvolvimento e inovação sustentável (LUZ et al, 2016). Luz (2016) também destaca que, “além de permitir a integração dos requisitos ambientais no desenvolvimento do produto, a ACV pode fortalecer a tomada de decisões e gestão do processo de desenvolvimento sustentável de produtos”.

1.2. Análise do Ciclo de Vida no Design Brasileiro

Como visto, o uso e a pesquisa de ferramentas como a ACV têm um papel importante para o desenvolvimento de novos produtos/processos sustentáveis. Apesar de sua importância, o Brasil ainda carece de estudos em ACV, como mostra o estudo de Luz et al (2014) com o ranking dos 10 países que mais desenvolveram estudos em ACV em comparação com o Brasil (figura 1).

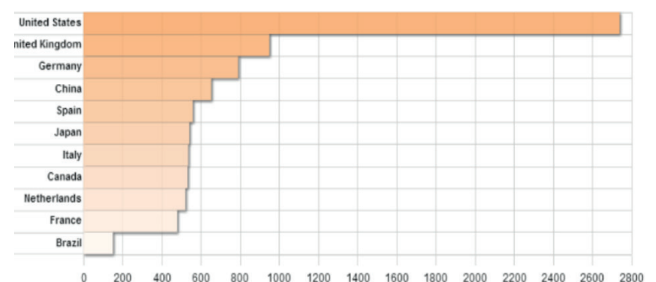


Figura 01 – Ranking Mundial
Fonte: Luz et al(2014).

Dentre 183 pesquisas em ACV realizadas no país desde 1997, quase 85% abordam aplicações de ACV em alguma área do conhecimento ou apenas a etapa do inventário de ciclo de vida (LUZ et al, 2014).

O cenário da ACV aplicada ao design se mostra ainda mais incipiente. Em pesquisa realizada por Selhorst et al (2017) aponta que atualmente a ACV é pouco utilizada no Design Brasileiro (figura 2), configurando cerca de 1,7% da produção de artigos relacionados à design nos principais congressos do setor nos últimos anos. Ainda, os resultados também apontam para o potencial de crescimento de pesquisas de ACV para o incremento dos projetos de design, aperfeiçoando assim a sustentabilidade dos mesmos (SELHORST et al, 2017).

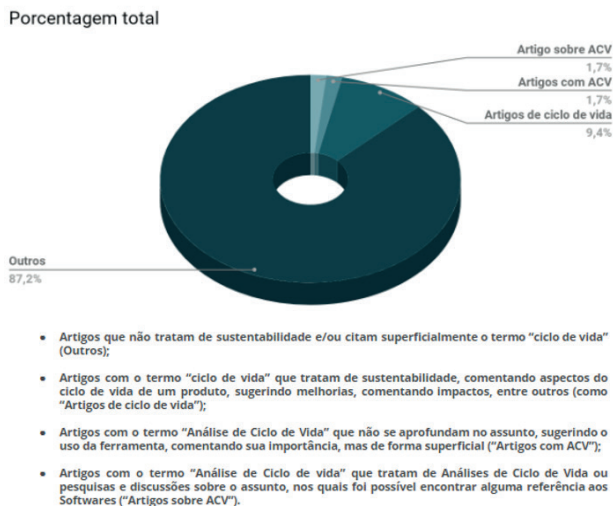


Figura 02 – Artigos de ACV no Design
Fonte: Selhorst et al(2017).

No contexto deste potencial crescimento, o setor de mineração, altamente impactante, vem aplicando ACV em sua cadeia de valor, a fim de reduzir os impactos de suas atividades. Assim, o design sustentável, juntamente com ACV, pode ser de grande valor agregado para o incremento ambiental desse setor.

1.3. Impactos no setor da construção civil: mineração

O setor de mineração implica em consumo elevado de recursos naturais e energia, o que conseqüentemente gera grandes quantidades de emissões gasosas, líquidas e sólidas, contaminantes do meio ambiente (CANCHCUMANI, 2015). Impactos esses com potenciais danos sociais, haja visto os desastres ambientais causados pelos rompimentos das barragens de resíduos sólidos da mineradora vale

do rio doce em Mariana em 2015 e Brumadinho em 2019. Assim, é de grande importância fazer o monitoramento do setor no que se refere às questões de seus impactos ambientais, tornando-se necessário conhecer, quantificar e qualificar os recursos utilizados, os resíduos gerados, assim como suas emissões (CANCHCUMANI, 2015).

Dentre os impactos nas categorias de Saúde Humana, Ecossistemas e Consumo de Recursos, os principais que envolvem os processos de mineração são: Material Particulado, Mudanças Climáticas no Ecossistema, Depleção de Metais, Ocupação da Terra Agrícola, Ocupação de Terra Urbana, Transformação da Terra Natural e Depleção Fóssil (CANCHCUMANI, 2015).

2. OBJETIVO

O objetivo principal deste trabalho é demonstrar a importância da aplicação da ACV durante o processo projetual do design, apontando para o designer os impactos para além do projeto do produto. Ainda, objetiva analisar e avaliar, por meio da ACV, os impactos ambientais causados no processo de fabricação de argamassa de uma empresa estudo de caso, localizada no Estado do Rio Grande do Norte.

3. METODOLOGIA

Esta pesquisa é resultado de uma parceria com a empresa Brasil Química e Mineração Industrial Ltda (BQMIL), localizada na cidade de Mossoró, estado do Rio Grande do Norte (RN). A empresa é responsável pela maior produção de argamassa do estado, atendendo o setor de construção civil e petróleo e gás, e conta com a maior rede de distribuição e lojas de material de construção do RN e, atualmente, a empresa procura entender seus processos fabris a fim de desenvolver estratégias de redução de seus impactos ambientais. A ACV foi realizada em software SIMAPRO 8.5.2 e, como Unidade Funcional (UF), foi definida a produção de 30 toneladas (2000 sacos) de argamassa ACIII embalada, representando 22% da produção diária total que é de, aproximadamente, 135 toneladas (9.000 sacos de 15 kg). Tal argamassa é o produto de maior valor agregado da empresa e, portanto, definida como UF desse estudo, para a análise e compreensão de seus impactos ambientais. As fronteiras da ACV foram definidas desde a extração da matéria prima até a produção final do produto, também conhecida como "do berço ao portão de saída" e todos os inputs da modelação e da produção do produto, foram fornecidos pela empresa e/ou obtidos em literatura e base de dados Ecoinvent versão 3.3. As fronteiras do sistema estão



definidas na figura 3.

4. INVENTÁRIO E CICLO DE VIDA

A argamassa pode ser definida como uma mistura homogênea de agregados miúdos, aglomerantes inorgânicos e água, contendo ou não aditivos ou adições, com propriedades de aderência e endurecimento, podendo ser dosada em obra ou em instalação própria (ABNT, 2001). Assim, para a fabricação da argamassa em estudo, são utilizadas areia, cimento e dois aditivos distintos na mistura, embalagem plástica para envasamento. Na fase de expedição são necessários pallet e plástico filme na embalagem do produto em lotes.



Insumo	Material	Quantidade	Unidade
Cimento CP-II-F-32	Cimento Portland	26.325	ton
Areia 40/40	Areia (Calcária)	148.150	ton
Vinapass 5010	Aditivo Inorgânico	405	kg
Celotex 25KG MK 50	Aditivo Orgânico	270	kg
Filme Stratch Manual 500mm C/25 MI	Resina de Polietileno (baixa densidade)	25.53	kg
EMB ACIII Normal	Polietileno (alta densidade)	63	kg
Pallet	Madeira	90	peças

Tabela 01 – Inventário concentrado

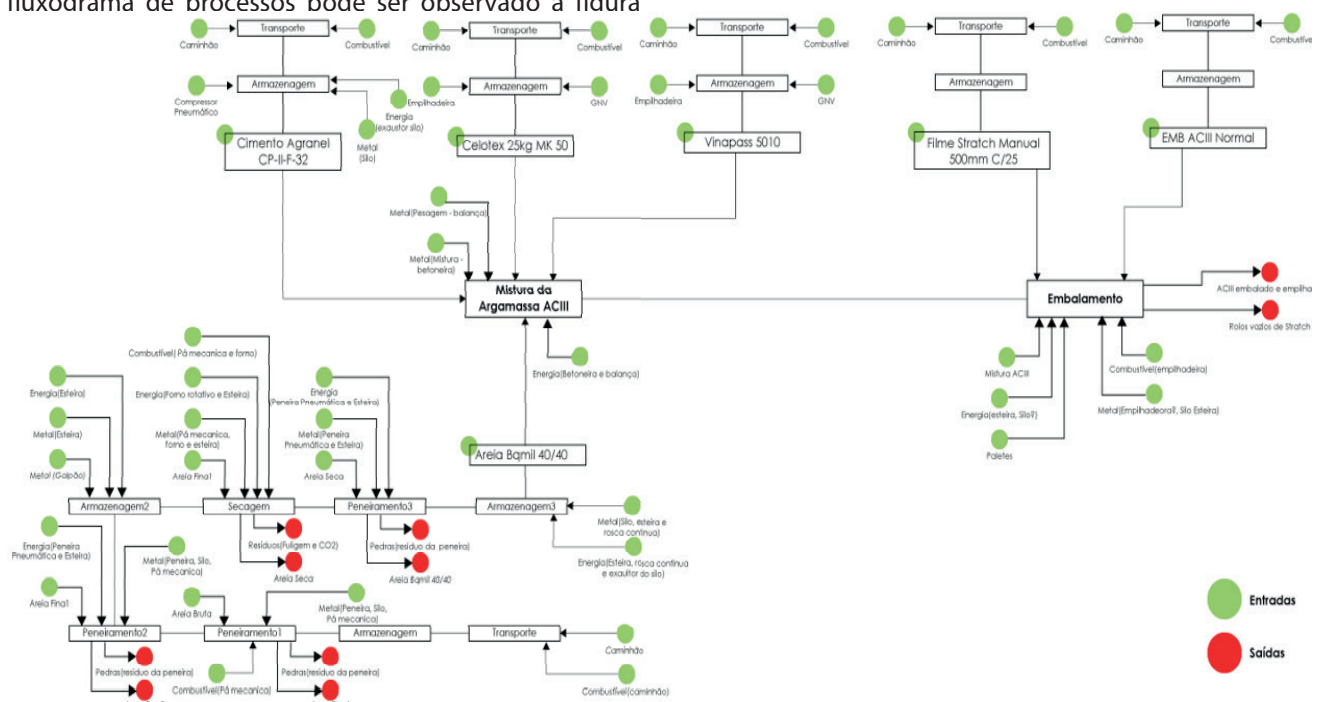
Fonte: Feito pelos autores.

Desta forma são produzidos diariamente cerca de 2000 sacos de argamassa ACIII (equivalente a 30 ton), o fluxograma de processos pode ser observado a figura

Ecoinvent, no Simapro.

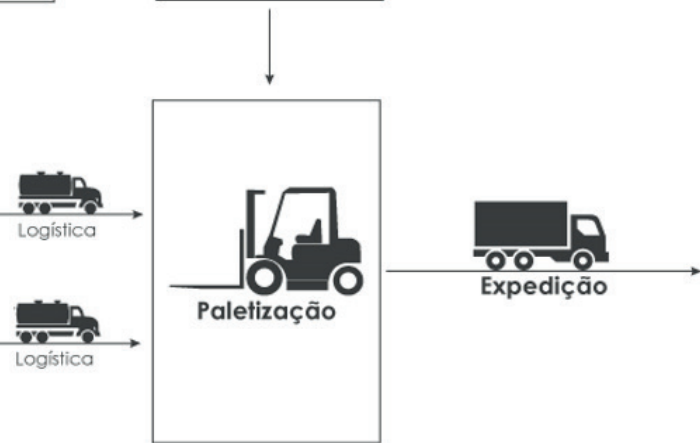
Adquiridos da empresa Aditex, os aditivos percorrem 454 km até a fábrica, sendo eles um aditivo orgânico (Celotex) e um inorgânico (Vinapass), utilizados diariamente 270 kg e 405 kg, respectivamente. Os processos base utilizados para a modelagem dos mesmos foram obtidos na base de dados Ecoinvent.

O processo de embalagem envolve outros dois produtos, também adquiridos de fornecedores, que são as embalagens plásticas (polietileno) para envasamento de 15 kg de argamassa por embalagem, e o plástico filme Stratch (polietileno) para embalagem dos paletes de expedição. As embalagens são compradas da empresa Inplac, localizada em Santa Catarina e o plástico filme é adquirido da empresa GDM Plasticos, localizada em também em Santa Catarina, tais empresas estão distantes da BQMIL em 3.530 km e 791 km, respectivamente.



fabricação do cimento foi retirado da base de dados do

Figura 04 – Fluxograma de Processos

**Figura 03** – Fronteiras do Sistema**Fonte:** Feito pelos autores.**Fonte:** Autores.

Os equipamentos utilizados para o processamento da areia, transportes internos, mistura e embalagem foram analisados considerando o seu consumo energético (gás natural, gasolina, eletricidade, diesel) e os materiais de suas composições (aço, alumínio, cobre).

Os componentes são então misturados em um misturador tipo betoneira, de acordo com as suas parcelas na composição da argamassa tipo ACIII. A mistura é então fracionada para embalagens de 15 kg, utilizando-se de uma ensacadeira e estocada, finalizando a fronteira do sistema analisado neste trabalho.

5. ANÁLISE DE CICLO DE VIDA RESULTADOS E DISCUSSÕES

O método utilizado para a análise do ciclo de vida foi ILCD 2011 Midpoint + que é o resultado de um projeto realizado pelo Joint Research Centre (JRC) da Comissão Europeia (2011) que analisou várias metodologias de ACV visando chegar a um consenso entre os métodos recomendados para cada tema ambiental, desenvolvendo, assim, um método que abrange uma ampla variedade de problemáticas que são: acidificação, mudança

climática, esgotamento de recursos, ecotoxicidade, eutrofização, toxicidade humana, ionização, uso de terra, degradação da camada de ozônio, partículas suspensas e oxidação.

Os resultados (figura 5) apontam que do impacto total de fabricação da argamassa, 90,7% é decorrente do produto em si, aqui nomeado como “Mistura”, ou seja, o produto final até sua composição final no misturador, agrega quase que o total de impactos gerados pela UF. Ainda, 9,3% dos impactos gerados são decorrente dos processos de Ensacamento (embalagem, plástica, pallets), desse valor, a maior fração dos impactos (8,1%) são causados apenas pelo pallet de madeira, utilizado para estocagem e logística da argamassa.

Figura 05 – Análise de rede**Fonte:** Feito pelos autores.

Um impacto significativo visto que são utilizados 20 pallets diariamente. De acordo com Bilbao et al.(2010) esse impacto é decorrente da alta emissão de CO2 e alto consumo de energia gerado no processo de fabricação e distribuição do pallet, visto que dentro do processo de expedição dos sacos, os pallets utilizados não retornam à fábrica e são comumente destinados à aterros ou

à incineração, resultando, assim, em grande desperdício e consumo de recursos. Uma possível abordagem de design de logística para o problema seria uma busca de novas soluções para a distribuição dos sacos, uma alteração do tipo de pallet e seu material de constituição e uma estratégia de reinserção dos pallets no processo de distribuição.

Referente aos maiores impactos causados pela

fabricação da argamassa BQMIL, a figura 6 mostra em maiores detalhes, os impactos causados pela “Mistura” de argamassa. Os resultados mostram que Areia, Cimento Portland, aditivo Celotex e aditivo Vinapass causam, respectivamente, 31,1%, 61%, 3,81% e 3,52% do impacto referente à fabricação da argamassa. Percebe-se que os insumos cimento e a areia com seus transportes e insumos energéticos embutidos nos seus processos sua obtenção possuem os impactos mais significativos (92,1%) do total da Mistura. Visando

aprofundar esta análise, buscou-se compreender a mistura da argamassa.

Figura 06 – Análise de rede 2
Fonte: Autores.

O cimento, dentre os componentes necessários para a confecção da argamassa, é o maior responsável pelo impacto da fabricação de argamassa com 61% do impacto total, no intuito de compreender a razão pela qual o impacto do cimento se mostrou tão elevado, sendo que, retirando o impacto do transporte, 56,3% do impacto é causado unicamente do processo de fabricação do mesmo. O detalhamento do processo de produção do cimento na base de dados demonstrou que a contribuição do Clinker nos impactos totais é a mais significativa. Este material é utilizado na fabricação do Cimento Portland que libera grandes quantidades de CO₂ e possui um grande consumo energético (ECYCLE, 2019). Sendo o cimento um insumo que está fora da cadeia de produção da BQMIL, o design pode colaborar com estratégias de cooperação

entre os players na cadeia de valor dos produtos, incrementando a eco inovação de maneira sistêmica.

Referente a areia, com 31,1% de representatividade no impacto da Mistura, apresenta maior impacto ambiental relacionado ao seu transporte (16%) seguido pela extração da areia (10%) e pelo consumo energético referente ao seu processo (2,54%). Visto a extração desse insumo se encontrar a 70 km da empresa e, devido ao alto consumo diário de areia (148.150 ton), são necessários 4 caminhões para tal transporte, resultando no alto impacto apresentado pela logística do insumo. Apesar de que frequentemente a atividade da mineração é associada à grandes impactos ambientais, a extração da areia possui um impacto relativamente baixo, um dos motivos pode estar relacionado ao fato que durante o processo não há uso de explosivos ou químicos, normalmente usados para outros tipos de minerações (MADEHOW, 2019). Por sua vez, a empresa possui uma jazida de areia, o que possibilita ampla colaboração

materiais para embalagem), é responsável por cerca de 20,76% do impacto total da mistura. Assim, um projeto de design nesse contexto deve considerar tal informação como significativa, visto a importância da logística no impacto do produto. Por sua vez os aditivos são responsáveis por 7,33% dos impactos, resultado considerado significativo, visto a baixa quantidade dos mesmos na composição da Mistura.

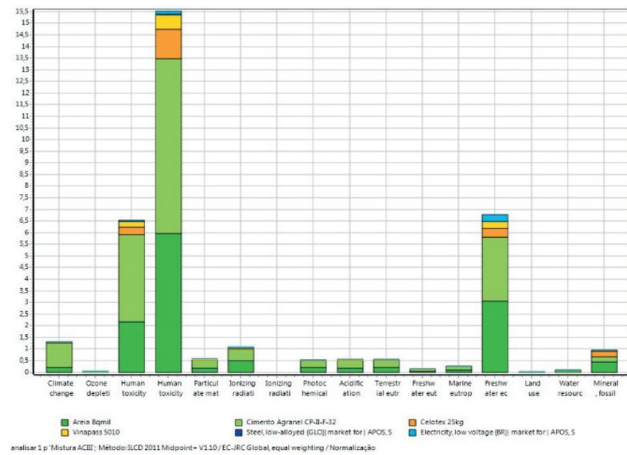
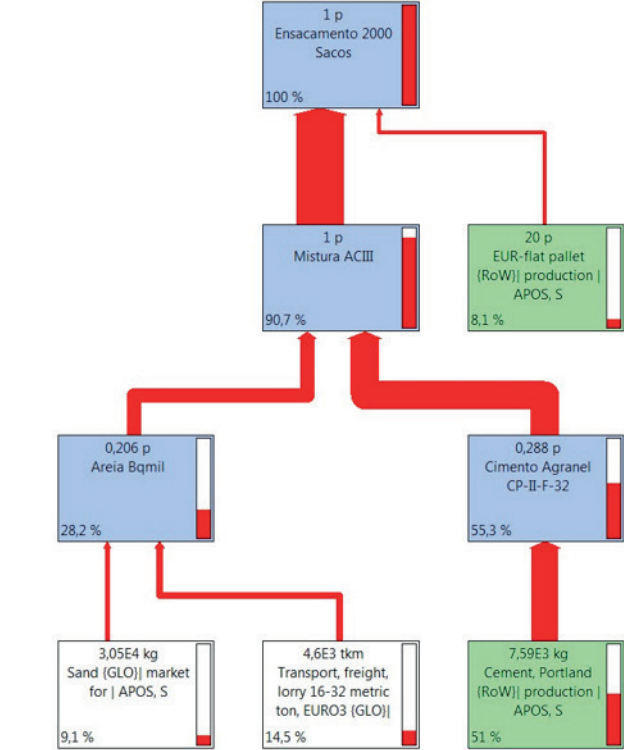
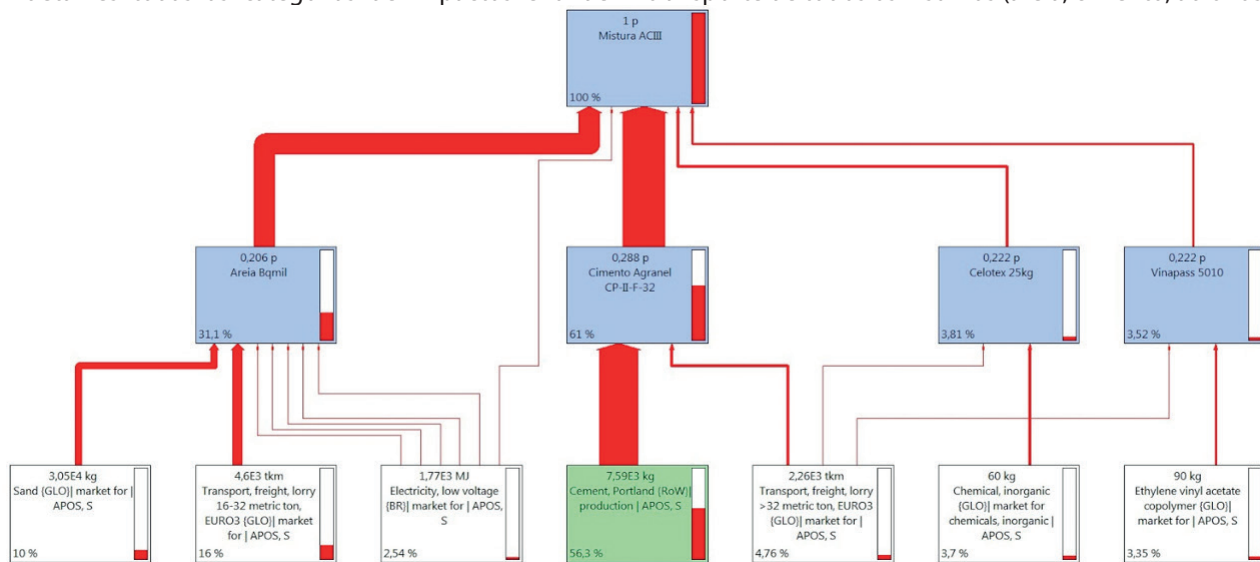


Figura 07 – Normalização e categorias de impactos da Mistura
 Fonte: Feito pelo autor.

Utilizando de análise normalizada é possível avaliar em detalhes todas as categorias de impactos e onde



do design em desenvolver soluções menos impactantes. Os resultados apontam que a logística, referente ao transporte de todos os insumos (areia, cimento, aditivos e



ocorrem os principais impactos. Os impactos causados à saúde humana, com e sem efeitos cancerígenos, é a maior categoria de impacto causado pelo produto (Human Toxicity), como é possível verificar na figura 7. Tal impacto é causado, principalmente, pelos insumos cimento e areia, seguido dos impactos causados na água (Fresh Water), também majoritariamente proveniente do cimento e areia. Portanto, um processo de design sustentável deve

priorizar os impactos significativos e suas respectivas causas para desenvolver um projeto realmente sustentável e que alcance uma redução significativa do impacto final do produto.

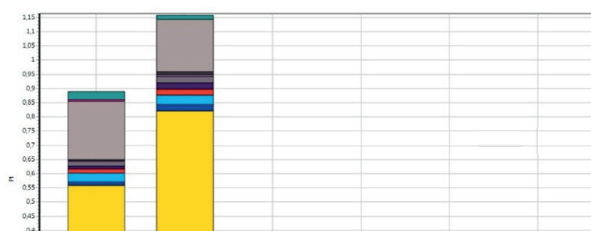


Figura 08 – Inventário Parcial

Fonte: Feito pelos autores.

Os aditivos por sua vez possuem um alto impacto na saúde humana, especialmente cancerígeno, considerando que a sua aplicação na mistura é baixa, podendo ser um item a ser considerado em projetos futuros para a redução do uso do mesmo. A figura 8 demonstra mais detalhadamente como os impactos se distribuem em cada categoria de impacto.

6. CONCLUSÃO

Este estudo apresenta a aplicação da avaliação de Ciclo de Vida (ACV) na fabricação da argamassa tipo ACIII da empresa estudo de caso BQMIL. Como definido anteriormente, o uso de uma ACV no Design Sustentável permite a decisão na concepção de um produto mais ecoeficiente, avaliar alternativas de design realmente sustentáveis, avaliar estratégias de melhoria em produtos, definir estratégias de marketing, pesquisa e desenvolvimento e inovação sustentável (LUZ et al, 2016).

A ACV realizada e aplicada ao estudo de caso permitiu verificar os impactos ambientais ao longo do ciclo de vida antes não percebidos pelo designer, trazendo uma visualização mais abrangente e sistêmica de todo o processo e, consequentemente, permitindo ao profissional tomar decisões projetuais com argumentos baseados em impactos mensurados em diferentes categorias e tipos de fontes de impacto, como por exemplo a logística. Evidenciando assim que a ACV permite ao designer uma ação mais pragmática e assertiva na definição das variáveis sustentáveis do seu projeto e, portanto, no desenvolvimento de soluções que realmente diminuam o impacto causado pelo produto do projeto, ou seja, soluções realmente sustentáveis.

Dessa forma, os resultados apresentados possibilitam o desenvolvimento de novas e melhores soluções por meio do design sustentável para o processo de fabricação de argamassa, permitindo a criação de propostas para otimização de logística, redução de desperdícios, reuso de coprodutos, aumento de ciclo de vida por reuso, criação de marketing sustentável, entre outros. Todas possíveis soluções que possuem precisão e assertividade e podem ser aplicados estrategicamente devido aos dados coletados. Verifica-se, portanto, a importância da ACV ao processo projetual de Design Sustentável e sua eficácia no desenvolvimento de soluções menos impactantes.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS

TÉCNICAS. ABNT NBR ISSO 13281:2001 ABNT/CB-18: Comissão de Estudo de Métodos de Ensaio para Argamassas para Assentamento e Revestimentos. Brasil, 2001a

ALVES, C. Sustainable Design trough jute fiber composite. Ed. Saarbrücken: LAP LAMBERT Academic Publishing GmbH & Co. KG. 2010

BILBAO, A. M. et al. Environmental impact analysis of pallets management. IIE Annual Conference and Expo 2010 Proceedings, Rochester, 2010.

BQMIL - BRASIL QUÍMICA E MINERAÇÃO INDUSTRIAL LTDA. Site Institucional. Mossoró. RN., 2019. Disponível em: <http://bqmil.com.br/index.html>. Acesso em: 15 abr. 2019.

BRANDÃO, Vladimir In AZEVEDO, João Humberto. Sustentabilidade – Crescimento econômico com responsabilidade social. RBA, Março/Abril2012. Pg.36.

CANCHUMANI, G. et al. Avaliação do Ciclo de Vida na Mineração: Estudo da produção de minério de ferro. CETEM/MCTI, Florianópolis, Rio de Janeiro, RJ, julho, 2015.

ECYCLE. Clíquer: o que é, impactos ambientais e alternativas. Matérias, [S. l.], 2019. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/5870-clinquer>. Acesso em: 15 abr. 2019.

ESTAREGUE, D., A (in) sustentabilidade da publicidade de automóveis, in Design. 2009, IADE: Lisboa.

HOW PRODUCTS ARE MADE. Sand. Volume 3, [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.madehow.com/Volume-3/Sand.html>. Acesso em: 15 abr. 2019.

JRC, Joint Research Centre da Comissão Europeia. ILCD handbook. 2018. Disponível em: <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/?page_id=86>. Acesso em: 29 dez. 2018.

LEÃO, A. L. (Org.) Primeiro Convênio IST – Lisboa / UNESP. Botucatu, 2003.

LUZ, L. et al. Aplicação da ACV no processo de desenvolvimento de produto. Congresso de Administração da América Latina, Natal, RN, Brasil, setembro 2016.

LUZ, L. et al. A Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida no Brasil na Última Década. IV Congresso Brasileiro sobre Gestão pelo Ciclo de Vida, Bernardo do campo, SP, Brasil, dezembro, 2014.

MANZINI, E., VEZZOLI, C. O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis - Os requisitos de produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2002

MELO, M. M. de. Capitalismo versus sustentabilidade: o desafio de uma nova ética ambiental. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2006.

SELHORST, R.; ALVES, C.; ESTAREGUE, D;

GONÇALVES, M. Análise da Aplicação de Análise de Ciclo de Vida no Design Brasileiro. ENSUS, V Encontro de Sustentabilidade em Projeto, Florianópolis, 2017.

PRÉ SUSTAINABILITY. Simapro. [S. l.], 1994. Versão 8.5.2., 2018. Digital.

THE ECONOMIST. The Economist. Triple bottom line. Nov 17th 2009. Disponível em: <<http://www.economist.com/node/14301663>>. Acesso em 23 jan. 2019.

WWF. O que é desenvolvimento sustentável?. Conceitos, [S. l.], 2018. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/desenvolvimento_sustentavel/. Acesso em: 15 abr. 2019.

AUTORES

ORCID: 0000-0003-0212-2792

RAFAEL DA ROSA SELHORST, DESIGNER | UFSC | Design | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: R. Lauro Linhares, 1288 - Blc 3, Apto 401 - Estreito - Florianópolis/SC - 88036-001 | E-mail: rafaelselhorst@gmail.com.

ORCID: 0000-0002-2541-300X

CRISTIANO ALVES, Dr. | UFSC | Design | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: R. Santos Saraiva, 739 - Apto 101 - Estreito - Florianópolis/SC - 88070-100 | E-mail: cralves-design@gmail.com

ORCID: 0000-0003-4622-3907

THALIS HENRIQUE DUARTE BARRETO NOBRE, BACHAREL | Universidade: Universidade Federal do Rio Grande do Norte | Bacharelado em Design | Natal, RN - Brasil | Correspondência para: Rua Rio Juruá, 7726 - Pitimbú, Natal - RN, 59068-290 | E-mail: thalishnobre@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SELHORST, Rafael da Rosa; ALVES, Cristiano; NOBRE, Thalís Henrique Duarte Barreto. Acv no Processo de Design: Análise dos Impactos Ambientais da Fabricação de Argamassa na Região Nordeste do Brasil. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 53-62, out. 2019.** 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.MIX2019.v5.n4.53-62>.

DATA DE ENVIO: 29/05/2019

DATA DE ACEITE: 26/09/2019

O USO DE COMPOSTAGEM DOMÉSTICA NA PRODUÇÃO DE ADUBO PARA HORTAS DOMICILIARES

THE USE OF HOUSEHOLD COMPOSTING IN HOUSEHOLD FERTILIZER PRODUCTION

PALOMA DAYCY MENDES SILVA | FACULDADE PITÁGORAS
MARILENA CHAVES SILVA | FACULDADE PITÁGORAS
SCARLETH KAROLYNE VIEIRA LEITÃO | FACULDADE PITÁGORAS
ANA VALÉRIA PIRES MUNIZ | FACULDADE PITÁGORAS

RESUMO

Este trabalho vem apresentar um sistema de maturação de resíduos orgânicos produzidos em um domicílio, a pesquisa possui como principais objetivos a construção de uma composteira doméstica de pequeno porte com por meio de materiais de fácil alcance e com baixo valor econômico, separação dos resíduos orgânicos originados pela família responsável pela residência onde será instalada a composteira, acompanhamento do processo de decomposição desses resíduos após os mesmos serem colocados na composteira e após sessenta dias, período necessário para que o adubo esteja pronto para uso, utilizá-lo em uma horta doméstica localizada na mesma residência. O projeto foi desenvolvido em três etapas, a primeira etapa realizou-se uma revisão bibliográfica, a fim de levantar informações necessárias acerca da construção de uma composteira adaptada a ambientes domésticos, pesquisa da qual permitiu construir uma composteira adaptada a partir de uma manual da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, a segunda etapa consistiu na construção da própria composteira doméstica em conjunto com a separação dos resíduos orgânicos, a terceira etapa foi o acompanhamento da decomposição desses resíduos e a posterior utilização do adubo na horta domiciliar, após a adubação de uma parte da horta, houve o acompanhamento do desenvolvimento das plantações que receberam o adubo das que não receberam.

PALAVRAS CHAVE: Compostagem; Adubo orgânico. Resíduos orgânicos.

ABSTRACT

This work comes to present a system of maturation of organic waste produced in a household, the research has as its main objectives the construction of a small domestic composter using easily accessible materials with low economic value, separation of organic waste originated by the family responsible for the residence where the composter will be installed, process monitoring decomposition of these residues after they are placed in the compost and after sixty days, period necessary for the fertilizer to be ready for use, use it in a domestic garden located in the same residence. The project was developed in three steps, the first step was a bibliographic review, in order to gather necessary information about the construction of a composter adapted to domestic environments, research which allowed to build a composter adapted from a Company manual Brazilian Agricultural Research Corporation - EMBRAPA, the second stage consisted of the construction of the own domestic compost in conjunction with the separation of organic waste, the third stage was the follow-up of the decomposition of these residues and the subsequent use of the fertilizer in the home garden after fertilization. In a part of the garden, the development of the plantations that received the fertilizer of the ones that did not receive was monitored.

KEY WORDS: Composting. Organic fertilizer. Organic waste.



1. INTRODUÇÃO

Diante da enorme geração de resíduos orgânicos, um dos grandes desafios para o ser humano é destinação correta. Pois, na maioria das vezes acabam sendo misturados aos demais materiais e encaminhados inadequadamente às disposições finais, causando danos ao meio ambiente (WAGEN, 2010). Atualmente existem no Brasil milhares de residências, o país é fortemente populoso, esse fato permite que a geração desse tipo de resíduo seja ainda mais evidente e grave, uma vez que quanto maior o crescimento populacional maior a demanda por alimentos, assim percebe-se que a problemática dos resíduos orgânicos é global, porém sua amenização pode ser de maneira individual (SILVA, 2003).

Por conseguinte, quando esses materiais não tratados e dispostos inadequadamente, podem gerar problemas ambientais e de saúde pública. Por que, provocam a depreciação da paisagem, odores oriundos da decomposição de restos orgânicos, presença de vetores (moscas, formigas, baratas, ratos, mosquitos) e a presença de chorume que é um líquido com alta carga de matéria orgânica em degradação, que no contato com um corpo hídrico contamina (BENTO, 2013).

Assim, buscando-se uma resolução para a problemática da disposição de resíduos orgânicos em conjunto com demais tipos de resíduos que são coletados pelo poder público municipal, faz-se necessário implementar práticas individuais e rotineiras para que a quantidade resíduo que é destinado a aterros, por exemplo, possa ser diminuída o que auxilia na manutenção e vida útil do aterro sanitário. Dessa maneira, a composteira doméstica fabricada de maneira manual e adaptada a ambientes com pouco espaço surge como uma alternativa para que cada indivíduo possa contribuir de forma eficiente com a problemática.

Ferreira (2013) salienta que a técnica de compostagem domiciliar é uma alternativa de tratamento a ser considerada para a reciclagem de resíduos orgânicos, pois caracteriza-se por ser um processo natural de decomposição biológica, controlável e operado, possibilitando um adubo orgânico de qualidade para as hortas domiciliares. Além da compostagem, o estímulo pela construção de horta dentro dos domicílios é de grande relevância quanto à geração da produção e consumo de alimentos mais saudáveis.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

A Lei Federal A Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, em seu art. 3º, inciso VII, aborda como uma das destinações finais ambientalmente corretas de resíduos sólidos, a compostagem (BRASIL, 2010). Neste sentido, a

conceituação de compostagem, pode ser definida como sendo o processo de produção de adubo a partir da decomposição dos resíduos orgânicos, a qual pode ser realizada em uma residência, por se tratar de um processo simples e em um tempo de obtenção de resultados relativamente curto, em comparação a outros processos de decomposição ou reciclagem de outros resíduos sólidos (ANDREOLI, 2014).

O processo de compostagem é uma atividade simples e intuitiva, pois existente na sociedade há muitos anos, por meio da formação das serapilheiras no solo, a diferença para atualidade é apenas a adaptação e técnicas para melhor obtenção do composto (BRASIL, 2017). Segundo Siqueira (2016), quando ocorre a decomposição da matéria orgânica com a presença do oxigênio, em uma determinada temperatura ambiente e umidade, tende-se a formação de vários microrganismos atuando no composto, quebrando moléculas, liberando calor, gás carbônico e água. O processo supracitado é um produto estável e rico em matéria orgânica processo natural.

O resultado da decomposição da matéria orgânica é o composto orgânico, altamente nutritivo para os organismos presentes no solo, contribuindo para a estrutura e desenvolvimento das plantas, no processo de absorção de água e nutrientes (macro- N, P, K, Ca e Mg; e micro- Bo, Cl, Cu, Co, Na), dessa forma reduz a erosão provocada pelas chuvas no solo (FERREIRA et al, 2013).

Segundo Andreoli (2014), o processo de compostagem pode ser realizado através do cumprimento de etapas pré-definidas, sendo elas: a escolha de um local da residência, em que o piso esteja compactado para evitar a infiltração de chorume, seco, fresco, protegido da insolação direta e da chuva; colocar no local definido, uma camada de 5 cm de resíduos compostáveis do tipo marrom, como palha ou folhas; sobre ela colocar outros resíduos orgânicos de decomposição rápida, como cascas de alimentos; polvilhar cerca de 5 cm de terra ou sobrepor nova camada de resíduos compostáveis marrons; uma vez por semana revolver e molhar o composto.

Os resíduos orgânicos compostáveis são classificados em dois grupos: os castanhos e os verdes. A subdivisão dessa grande classe de resíduos ocorre devido a características específicas, como a proporção de materiais inorgânicos como carbono e nitrogênio em sua composição, teor de umidade e velocidade de decomposição (USP, 2012).

Assim, de acordo com USP (2012), o grupo de resíduos orgânicos castanhos é caracterizado por possuir maior concentração de carbono comparativamente ao nitrogênio, baixo teor de umidade e decomposição lenta. Em contrapartida, o grupo ao quais os verdes pertencem, possui como características a quantidade maior de nitrogênio

em sua composição, teor de umidade mais alto e decomposição mais rápida em comparação ao grupo de resíduos orgânicos castanhos.

Os resíduos orgânicos possuem grande carga de nutrientes, ao momento que entra em contato com os dos resíduos recicláveis secos aumenta o nível de contaminação e dificulta o processo de triagem do mesmo, por isso que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305/2010) prevê que somente rejeitos devem seguir para disposição final (BRASIL, 2017). A forma da metodologia aplicada para separação dos resíduos pode proporcionar vantagens econômicas e segurança na formação de adubo orgânico, ou seja, no momento que o material orgânico é gerado deve-se armazenar de maneira correta no recipiente condizente com cada realidade.

De acordo com Sartori (2012), o tempo de decomposição da matéria orgânica está sujeita a diversos fatores descritos abaixo, para obtenção do produto final, ou seja, formação do adubo orgânico.

Umidade: É de acordo com a umidade que é desenvolvida a atividade microbiana, pois o metabolismo e reprodução dos microrganismos dependem da água para se desenvolver. Uma das maneiras de verificar o teor de umidade é apertar o composto com as mãos: se o mesmo tiver uma concentração de água adequada, poderemos sentir a umidade e a agregação do material.

Aeração: O oxigênio é importante para os microrganismos, pois a decomposição é um processo de oxidação biológica das moléculas ricas em carbono, com liberação de energia, a mesma é consumida pelos organismos, e os nutrientes liberados são consumidos pelas plantas.

Temperatura: Um dos fatores de grande relevância no processo de transformação da matéria orgânica é a temperatura do ambiente onde se realiza o processo, pois a forma de armazenamento dos resíduos proporciona elevada temperatura pode chegar à cerca de 80°C.

Relação Carbono/Nitrogênio: As matérias-primas ricas em nutrientes orgânicos e minerais, que contenham especialmente, relação carbono/nitrogênio (C/N) favorável são as mais recomendáveis para a compostagem. Essa relação deve ser em torno de 30/1, ou seja, que para cada parte de nitrogênio, na forma de estrume, devem estar presentes 30 partes de carbono na forma de palhada, para que a compostagem se realize com eficiência.

Tamanho das partículas: As partículas dos materiais não devem ser muito pequenas, para evitar a compactação durante o processo, comprometendo a aeração.

Sementes, patógenos e metais pesados na compostagem: A presença de sementes de plantas invasoras, pragas, patógenos e metais pesados, que interferem na

produção agrícola, são considerados agentes indesejáveis. Utiliza-se o composto no solo, como corretivo orgânico, principalmente em solos pobres em matéria orgânica como os argilosos e arenosos.

Os resíduos orgânicos, que representam cerca de 50% dos resíduos urbanos gerados no Brasil, tem a particularidade de poderem ser reciclados por meio de processos como a compostagem. O reaproveitamento dos resíduos orgânicos não necessita de grandes exigências tecnológicas ou recursos financeiros para que o processo possa ser realizado com efetividade, ações de educação ambiental tem tido êxito, como forma de empoderar pessoas na reprodução do ciclo da matéria orgânica (BRASIL, 2017).

De acordo com Brasil (2013), 1,5% dos resíduos orgânicos domiciliares do País são reciclados através da compostagem. Desta forma, a compostagem possibilita o aproveitamento desses resíduos, que representam mais da metade do lixo domiciliar.

Assim a construção de composteiras adaptadas a qualquer tipo de local, funciona como fator atrativo para os indivíduos, estimulando-os a reciclarem os resíduos orgânicos que sobram da sua alimentação, segundo Melo (2014) ao realizar uma pesquisa nesse mesmo contexto, relatou que a maioria dos moradores participantes de pesquisa garantiram que tem interesse em praticarem a separação dos resíduos orgânicos e utiliza-los para a compostagem.

Melo (2014) evidencia ainda que a quantidade de resíduos que era disposta para serem coletados pela Prefeitura Municipal teve uma redução significativa e que os envolvidos no processo da compostagem não encontraram trabalho ao realizar a prática e no gerenciamento do processo.

No contexto do plantio de tipos de hortaliças com utilização de adubo produzido nesse tipo de composteira, Costa (2018) evidencia que após o plantio com a utilização de adubo produzido domesticamente, constatou-se a abertura de novas folhagem nas plantas após um período de sete dias.

A utilização de composteira com pequeno porte vem sendo estudada por pesquisadores há tempos, o que evidencia a sua fácil capacidade de construção e manutenção, além do que Amorim et al. (2016) explica que durante o processo de compostagem desse tipo, em pequena escala, não foi detectada presença de odores advindos da atividade de decomposição, fato este que evidencia que se bem aplicado, o processo é bem desenvolvido e traz um adubo de qualidade.

A garantia da qualidade da composteira é dada a partir de manutenções realizadas periodicamente, essa manutenção é realizada através de etapas simples, tais como: trituração do resíduo orgânico, disposição do mesmo em

camadas, acrescentar resto de pó de café a fim de evitar odores, ficar atento ao prazo para o composto está pronto, que é compreendido entre um período de 30 a 60 dias e após pronto, o composto deve ser retirado da composteira (SENAI, 2017).

Chan et al. (2010) ressalta que o tratamento dessa fração de resíduo orgânico por meio de técnicas de compostagem nos domicílios é indispensável para o alcance a eficiência da gestão ambiental por parte dos municípios brasileiros, inclusive com a inclusão da prática no sistema de gestão de resíduos sólidos, uma vez que, grande parte dos municípios brasileiros possuem menos de cinquenta mil habitantes, além do país possuir uma atividade agrícola notória que auxilia no processo de compostagem por meio de grandes indústrias, sendo assim em larga escala.

3. METODOLOGIA

O desenvolvimento e aplicação do projeto ocorreu em uma residência situada no município de São Luís - MA, no bairro Divinéia - Olho D'Água, com coordenadas geográficas tem-se 2°29'27.42"S e 44°13'11.48"W (GOOGLE EARTH, 2019). O presente trabalho foi elaborado em algumas etapas. A primeira etapa consistiu em um levantamento bibliográfico em trabalhos como, monografias, dissertações, artigos, manuais, livros e outros meios que abordem os temas relacionados ao projeto. Esse levantamento serviu de base para a elaboração do projeto e para a análise e discussão dos resultados com o intuito de melhorar projetos já aplicados e comparar os seus dados com os obtidos nesse projeto. Para a confecção da composteira foram feitas algumas adaptações com base em alguns manuais elaborados por autores tais como: Célio oliveira e João Fernandes, com o Manual de compostagem doméstica com minhocas da Editora Egito Comercial (2018), Giovana Aparecida Pereira Bento, com o Manual de vermicompostagem da Universidade Federal do Paraná (2013) dentre outros.

A segunda etapa caracterizou-se na elaboração da composteira doméstica adaptada, que foi desenvolvida tendo como referência o Manual "Como montar uma composteira caseira" da EMBRAPA. Os materiais utilizados foram: 3 baldes de 3,6 L, 1 torneira PVC de ½, 20 cm de cano PVC cortado ao meio, 1 flange de PVC de ½, 1 Joelho de PVC de ½, 10 parafusos de porca, silicone para a vedação, conforme a Figura 1.



Figura 01 – Materiais utilizados na fabricação da composteira
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

A composteira doméstica foi feita da seguinte maneira: no primeiro balde foram feitos vários furos de 6 mm na tampa, com 2 cm de distância entre si e foi encaixada a torneira, a 3 cm da base (Figura 2). No segundo balde cortou-se a sua tampa e o seu fundo, para permitir a passagem dos resíduos (Figura 3). O terceiro balde foi feito um corte no fundo e instalado a flange com os dois pedaços de cano de 20 cm ligados pelo joelho (Figura 4). Na saída de ar, inserir Algodão / Carvão triturado / Algodão, fazendo um filtro. Os baldes foram empilhados; entre o primeiro e o segundo balde e o segundo e terceiro balde, foram colocados cinco jogos de parafuso e porca para a junção da tampa com o balde de cima. O silicone foi utilizado para vedação entre os baldes, conforme Figura 5.



Figura 02 – Furos com diâmetro de 2 mm feitos no primeiro balde
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.



Figura 03 – Abertura feita na tampa e no fundo do segundo balde
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

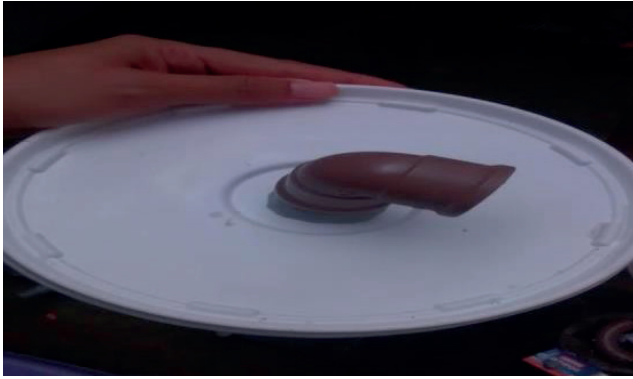


Figura 04 – Instalação de cano no terceiro balde para saída de ar
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.



Figura 05 – Baldes empilhados
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

A terceira etapa foi composta pela separação dos resíduos orgânicos advindos da alimentação familiar, o tipo de resíduo utilizados foram restos de frutas, legumes, verduras, grãos, sementes, borra de café, sobras de alimentos cozidos ou estragados e casca de ovo (Figura 6). Esses resíduos foram separados e colocados na composteira doméstica, assim ocorreu o monitoramento semanalmente e em torno de 45 dias o adubo ficou pronto.



Figura 06 – Separação dos resíduos orgânicos domiciliares
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Após esse período de 45 dias, o adubo foi recolhido e utilizado na horta doméstica existente na residência que o projeto foi implantado. A horta possui plantações pimentão, cebolinha, tomate e ainda outras hortaliças. As sementes utilizadas na horta são provenientes das próprias plantas. Dessa maneira, ocorreu o acompanhamento e manutenção da composteira e a observação no desenvolvimento das hortaliças plantadas na horta após a adubação, e verificou-se um crescimento das hortaliças mais satisfatório após adubação com o composto orgânico, favorecendo assim o fornecimento de hortaliças de qualidade para a residência.

4. RESULTADOS

Durante o período de compostagem dos resíduos orgânicos não foi constatado a ocorrência de mau cheiro ou presença de vetores, o que confirma que o processo de maturação se deu sob condições adequadas de aeração, umidade e temperatura. Tais fatores podem ser atribuídos à metodologia utilizada na confecção da composteira doméstica (Figura 7) e na separação dos materiais, utilizando-se apenas resíduos orgânicos, como mostra a (figura 8).



Figura 07 – Composteira Doméstica
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.



Figura 08 – Resíduos colocados na composteira
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Contudo, ao longo do processo de maturação verificou-se a ocorrência de uma grande diversidade de pequenos artrópodes na massa de resíduos orgânicos sob compostagem (Figura 09). Tal fato, no entanto, foi considerado normal, uma vez que micro-organismos, como fungos, bactérias fazem parte da degradação da matéria durante o processo de compostagem.



Figura 09 – Processo de maturação na composteira
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

A adubação é uma das etapas cruciais para obtenção de produtos de qualidades em hortas domiciliares, pois, permite que as plantas absorvam todos os nutrientes de forma eficaz. A vista disso, após o recolhido do adubo da composteira, ocorreu à utilização do composto orgânico na horta doméstica (Figura 11) existente na residência que o projeto foi implantado.



Figura 11– Utilização do adubo na horta domiciliar
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Diante disso, após 45 dias do início da operação da compostagem, o adubo apresentou-se pronto para utilização. O composto orgânico caracterizou-se por apresentar grau de estabilidade e maturidade, coloração escura, odor de terra, fiabilidade (solto) e ausência de organismos patogênicos, fatores esses que indicaram um adubo orgânico de qualidade, conforme pode-se verificar na Figura 10.



Figura 10 – Adubo orgânico maturado
Fonte: Dados da pesquisa, 2019.

Dessa maneira, após a utilização do composto orgânico na adubação da horta domiciliar durante alguns dias, observou-se um maior desenvolvimento das plantas e hortaliças, constatando assim, a eficiência e qualidade do adubo orgânico gerado no desenvolvimento do projeto.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resíduos orgânicos, que representam cerca de 50% dos resíduos urbanos gerados no Brasil, tem a particularidade de poderem ser reciclados por meio de processos como a compostagem, em qualquer escala, desde a doméstica até a industrial. A problemática da disposição dos resíduos orgânicos domésticos atinge todas as sociedades, uma vez que, no Brasil a coleta seletiva não possui prática na implantação.

Dessa maneira, a partir dos resultados obtidos fica evidente que a premissa que todos podem contribuir de maneira individual para as problemáticas relacionadas ao meio ambiente é verdadeira. A confecção da composteira foi através de materiais simples e de fácil acesso, com instruções de fácil compreensão, onde todas as etapas podem ser atingidas em um período de tempo curto. A manutenção da composteira também não envolve grandes demandas físicas ou financeiras.

A principal dificuldade encontrada na implantação da composteira foi a falta de afinidade com a segregação de resíduos molhados (orgânicos) dos secos, uma vez que, alguns dias essa separação não era realizada por os moradores da residência não lembrarem da composteira. Assim, nota-se que a implantação de um projeto como este necessita está em conjunto com um rigoroso trabalho de educação ambiental, onde os indivíduos percebiam a necessidade e importância do que estão sendo convidados a fabricar e implementar.

Diante do exposto, tem-se a compostagem como uma alternativa de tratamento a ser considerada para a reciclagem de resíduos orgânicos, pois, reduz consideravelmente a destinação inadequada desses materiais. Além disso, estimula a construção de horta dentro dos domicílios incentivando assim, a geração da produção e consumo de alimentos saudáveis. Uma vez que plantios feitos com adubo orgânico possuem melhor desenvolvimento, e muitos estudos comprovam sua melhor eficiência energética.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, V. F.; GARCIA, N. L.; SILVA, F. L. da. SILVA, M. T. da. OLIVEIRA, R. F. Vermicompostagem doméstica como alternativa na decomposição de resíduos orgânicos. 10º Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Porto Alegre, 2016. Disponível em: <http://www.abes-rs.uni5.net/centraldeeventos/_arqTrabalhos/trab_20160929194143000000987.pdf>. Acesso em 13 de set. de 2019.
- ANDREOLI, C. V.; ANDREOLI, F. de N.; TRINDADE, T. V.; HOPPEN, C. Resíduos sólidos: origem, classificação e soluções para destinação final adequada. Paraná: Coleção Angrinho, 2014. Disponível em: <http://www.agrinho.com.br/site/wpcontent/uploads/2014/09/32_Residuos-solidos.pdf>. Acesso em: 19 de abril de 2019.
- BENTO, G. A. P. Manual de vermicompostagem – raspas e restos fazem a diferença. Universidade Federal do Paraná. Programa de Desenvolvimento Educacional. Curitiba, 2013. Disponível em: <http://www.educacao.pr.gov.br/arquivos/File/Nossa_Escola/manual_vermicultura.pdf>. Acesso em 13 de maio de 2019.
- 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 União. Brasília, DF, 3 ago. 2010. Seção 1, p. 3.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos: manual de orientação / Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 2017. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80058/Compostagem-ManualOrientacao_MMA_2017-06-20.pdf>. Acesso em 19 abr. 2019.
- CHAN, Y.C.; SINHA, R.K.; WANG, W. J. Emission of greenhouse gases from home aerobic composting, anaerobic digestion and vermicomposting of household wastes in Brisbane (Australia). Waste Manag. Res., v. 29, pp. 540-548, 2010.
- COSTA, A. T. da.; MANCA, R. da. S. Avaliação da eficiência de composto orgânico produzido a partir de composteira doméstica. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/system/files/artigos/artigo_-manca_e_costa.pdf>. Acesso em 19 de Abri. de 2019.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Como montar uma composteira caseira. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/136838/1/CPAF-AP-Folder-COMPOSTEIRA.pdf>>. Acesso em 15 de maio de 2019.
- FERREIRA, Aline Guterres; BORBA, Sílvia Naiara de Souza; WIZNIEWSKY, José Geraldo. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM, Santa Maria, RS, v. 8, p. 307-317, abr. 2013. ISSN1981-3694. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/revistadireito/article/view/8275>>. Acesso em 19 abr. 2019.
- FILHO, D. L. M. et al. Gerenciamento de Resíduos em estabelecimentos alimentícios. Unicamp- Faculdade de Engenharia Mecânica. Disponível em: <http://www.ib.unicamp.br/dep_biologia_animal/sites/www.ib.unicamp.br/site/dep_biologia_animal/files/8.%20GERENCIAMENTO%20DE%20RES%20C3%8DDUOS%20Alimentos.pdf>. Acesso em 10 de março de 2019.
- MELO, S. M. de. Análise do uso da compostagem domésticas em conjuntos habitacionais de interesse social

na cidade de São Domingos – BAHIA. Universidade Federal da Bahia. Dissertação de Mestrado. Bahia, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/17374/1/Avalia%C3%A7%C3%A3o%20do%20uso%20de%20compostagem%20dom%C3%A9stica%20em%20conjuntos%20habit.pdf>. Acesso em 18 de Abril de 2019.

Ministério do Meio Ambiente. Lixo: um grave problema no mundo moderno. Brasília, D F : M M A , 2013. Disponível em: http://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/8%20-%20mcs_lixo.pdf. Acesso em 18 de abril de 2019.

OLIVEIRA, A. et al, 2005. Compostagem Caseira de Lixo Orgânico Doméstico. Disponível em: http://www.cnpmf.embrapa.br/publicacoes/circulares/circular_76.pdf. Acesso em 10 de março de 2019.

OLIVEIRA, C.; FERNADES, J. Manual de compostagem doméstica com minhocas. Editora Egito Comercial. São Paulo, 2018. Disponível em: <http://web-resol.org/cartilhas/manual-composteira-minhocario.pdf>. Acesso em 13 de maio de 2019.

SARTORI, V. C. et al, (2012). Cartilha para Agricultores: Compostagem produção de fertilizantes a partir de resíduos orgânicos. Universidade de Caxias do Sul (UCS) 18. Centro de Ciências Agrárias e Biológicas. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/cartilha-agricultores-compostagem.pdf>. Acesso em 24 de maio de 2019.

Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – SENAI. Compostagem de Resíduos Orgânicos – Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Faculdade de Senai Fatesg. Goiânia, 2017. Disponível em: https://www.senaigo.com.br/repositoriosites/repositorio/senai/editor/Image/PGRS_Compostagem_Residuos_Organicos.pdf. Acesso em 13 de set. de 2019.

SILVA, V. B. da. Compostagem orgânica – solução para lixo doméstico. Universidade Cândido Mendes. Pós Graduação em Planejamento e Educação Ambiental. Rio de Janeiro, 2003. Disponível em: <https://www.avm.edu.br/monopdf/26/VANDILENE%20BARRETO%20DA%20SILVA.pdf>. Acesso em 13 de ago. de 2019.

WAGEN, D. R. B.; FREITAS, I. C. V. Compostagem doméstica: alternativas de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. Revista Brasileira de Agro ecologia, V. 5, n. 2, pag. 81-88, 2010. Disponível em: http://orgprints.org/24494/1/Wangen_Compostagem.pdf. Acesso em 13 de ago. de 2019.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4395-2389>

PALOMA DAYCY MENDES SILVA | Faculdade Pitágoras. | Engenharia Ambiental. | São Luís, Maranhão – Brasil. | Correspondência para: Rua Peru, Quadra 22, casa 17 – Sol e Mar, São Luís – MA. | e-mail: palomadacy@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1024-3607>

MARILENA CHAVES SILVA | Faculdade Pitágoras. | Engenharia Ambiental. | São Luís, Maranhão – Brasil. | Correspondência para: Rua Projetada, Condomínio Marcelle 1, Bloco 10 – Turu, São Luís – MA | e-mail: marilennachaves@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5073-1643>

SCARLETH KAROLYNE VIEIRA LEITÃO | Faculdade Pitágoras. | Engenharia Ambiental. | São Luís, Maranhão – Brasil. | Correspondência para: Rua Doutor José Murta, nº 550 – Alemanha, São Luís – MA | e-mail: carleth_vieira06@outlook.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4612-7675>

ANA VALÉRIA PIRES MUNIZ | Faculdade Pitágoras. Engenharia Ambiental. | São Luís, Maranhão – Brasil. Correspondência para: Rua Mendes Frota, 17 – Olho d'água, São Luís – MA. | e-mail: a.valeriamuniz@hotmail.com.

COMO CITAR ESTE ARTIGO

SILVA, Paloma Daycy Mendes; SILVA, Marilena Chaves; LEITÃO, Scarleth Karolyne Vieira; MUNIZ, Ana Valéria Pires. O Uso de Compostagem Doméstica na Produção de Adubo para Hortas Domiciliares. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 63-70, out. 2019.** 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.MIX2019.v5.n4.63-70>.

DATA DE ENVIO: 01/08/2019

DATA DE ACEITE: 03/10/2019

ANÁLISIS DE LA APLICACIÓN DA LA NORMATIVA BRASILEÑA NBR 15575 Y ALGUNAS ESTRATEGIAS PARA AUMENTAR LA CALIDAD AMBIENTAL EN EDIFICIOS HABITACIONALES

*ANALYSIS OF APPLICATION OF THE BRAZILIAN STANDARD NBR 15575 AND SOME STRATEGIES
TO INCREASE ENVIRONMENTAL QUALITY IN RESIDENTIAL BUILDINGS*

BRUNA LILIANE BRENNER, Ms.c. | UNISINOS
MATHEUS SBARDELOTTO BALDO | UNISINOS
MARCO AURELIO STUMPF GONZALEZ, Dr. | UNISINOS
ANDREA PARISI KERN, Dra. | UNISINOS

RESUMEN

Algunos países tienen directrices para ampliar el desempeño en los edificios con el fin de proporcionar más comodidad a los usuarios y aumentar la calidad y eficiencia de los edificios. En Brasil, la evaluación del desempeño de los edificios se consolidó con la NBR 15575. Esta normativa establece diferentes criterios para el diseño de un edificio residencial. Sus requisitos han sido estudiados en el mundo académico, pero aún se requiere una evaluación de cómo los profesionales del sector de la construcción han recibido estos nuevos requisitos, el proceso de adaptación y cómo han aplicado en sus proyectos. Para llevar a cabo esa evaluación se envió un cuestionario a ingenieros civiles y arquitectos con actividad profesional en la región de Porto Alegre, Brasil. Se hizo el análisis de la popularidad de las estrategias para ampliar el desempeño térmico, acústico y lumínico propuestas por la normativa. Los resultados mostraron que, aun que los profesionales tengan retos que superar, el desempeño ambiental se ha hecho más popular no sólo entre los profesionales, sino que también entre los clientes. Este factor es de gran importancia para el desarrollo y consolidación de la visada sobre desempeño en el mercado de la construcción.

PALABRAS CLAVE: Construcción civil; edificaciones, desempeño, NBR15575, profesionales.

ABSTRACT

Some countries have guidelines for expanding performance in order to provide more comfort to users and increase the quality and efficiency of buildings. In Brazil, the evaluation of building performance was consolidated with the NBR 15575. This regulation establishes some criteria to develop the design of residential buildings. Its requirements have been studied in the academic world, but still it is important an evaluation of how construction professionals have received these new requirements, their adaptation to the normative and how they have applied in their projects. To carry out this evaluation we applied a questionnaire to civil engineers and architects with professional activity in the region of Porto Alegre, Brazil. We develop an analysis about the popularity of strategies to increase thermal, acoustic and luminous performance as proposed by this normative. The results shown that, although professionals still have some challenges, the environmental performance has become more popular not only among professionals, but also among clients. It is very important for the development and consolidation of performance view in the construction market.

KEY WORDS: Civil construction; buildings; performance; NBR15575, professionals.



1. INTRODUCCIÓN

El concepto de desempeño es conocido en el sector de la construcción hace algún tiempo. La definición más comúnmente aceptada afirma que el desempeño es la práctica de pensar en términos de fines y no de medios. Es decir, pensar en los requisitos que debe cumplir el edificio (BORGES, 2008). La normativa brasileña NBR 15575 sigue este concepto. No es una norma prescriptiva, y por lo tanto no indica cómo el edificio debe ser construido, pero el desempeño que se debe alcanzar, independientemente de su sistema de construcción (ABNT, 2013a).

Para Gonçalves et al. (2007), el desempeño puede ser definido como el comportamiento en el uso de un producto. Así, debe tener propiedades que realizan la función indicada cuando se someten a ciertas influencias o acciones (condiciones de exposición) a lo largo de su vida útil. Por lo tanto, analizar el desempeño de un producto requiere especificar cualitativa y / o cuantitativa cuales son los requisitos previos que el producto debe alcanzar cuando se somete a un uso normal y los medios para evaluar si se cumplen las condiciones establecidas.

La NBR 15575 tiene por objeto establecer normas mínimas de calidad requeridos para algunos sistemas de construcción, tales como estructuras, pisos interiores, paredes y cercas, techos y sistemas sanitarios durante la vida útil de un edificio. Su ámbito de aplicación es amplio, y hay el establecimiento de requisitos mínimos de desempeño para los sistemas de los edificios, consideradas las necesidades del usuario y las condiciones de exposición edificio (ABNT, 2013a; LAMBERTS et al., 2010). La NBR 15575 hizo algunos cambios en el sector de construcción en Brasil, como la aplicación de una nueva metodología de diseño del edificio. La necesidad de adaptación hizo cambios en varios sectores relacionados con el proyecto y desarrollo del edificio, tales como diseñadores, industria, proveedores y constructores (KERN et al., 2015).

Bento et al. (2016) investigaron la comprensión y el interés de los ingenieros en la norma de desempeño, con una mirada al impacto potencial sobre la durabilidad de los edificios. Los resultados muestran que la mayoría de los profesionales comprende que la aplicación de la NBR 15575 puede beneficiar a la industria, reducir los problemas futuros y extender la vida útil de los edificios.

Flach et al. (2017) investigaron el interés de los profesionales en el desempeño ambiental, centrándose en los aspectos acústicos y térmicos. El análisis de las experiencias de arquitectos e ingenieros involucrados en la investigación se llevó a cabo a través de un cuestionario. Los resultados indican que existe aún la necesidad de una mayor apreciación de los aspectos de desempeño del proyecto.

La normativa de desempeño también aumentó la popularidad de los conceptos de desempeño en los edificios dentro y fuera de la academia. Como se ha visto, algunos estudios se han realizado en torno a los requisitos de la norma, pero aún hay dudas acerca de la inclusión de contenidos estudiados en las escuelas en los proyectos de construcción reales debido a las dificultades encontradas por el sector para adaptarse a las nuevas exigencias.

Este artículo tiene como objetivo analizar la popularidad de las prácticas de diseño destinadas a mejorar los desempeños térmico, acústico y lumínico en la rutina profesional de arquitectos e ingenieros civiles que actúan en la región de Porto Alegre, una ciudad en el sur de Brasil. Para este fin se enviaron cuestionarios a los profesionales en diferentes ciudades de esta región preguntando sobre su conocimiento de la norma, conceptos y requisitos necesarios para obtenerse el desempeño ambiental y la aplicación en proyectos llevados a cabo por ellos.

2. DESEMPEÑO AMBIENTAL

Para el Instituto de Investigación Tecnológica (IPT), el desempeño ambiental es la conformidad de los ambientes internos a un conjunto de requisitos establecidos en función de las necesidades humanas, respetando las condiciones térmicas, de luminosidad, de ventilación, el aislamiento acústico, y la calidad visual y táctil (IPT, 2016).

El desempeño ambiental en edificios residenciales a lo largo de su período de funcionamiento es uno de los requisitos establecidos por la NBR 15575 a través de los requisitos relacionados con el desempeño térmico, acústico y lumínico (ABNT, 2013a).

Para los arquitectos e ingenieros, el desempeño ambiental de los edificios debe tener en cuenta también la planificación urbana y la construcción de edificios con sus instalaciones. En cada uno de ellos hay dos etapas diferentes: diseño y ejecución. En la fase de diseño de las soluciones son más fáciles y económicas. El desarrollo de un buen diseño y el uso de componentes con mejor desempeño es esencial para proporcionar al final un buen desempeño para los edificios (IPT, 2016).

El concepto de desempeño ambiental implica carácter fisiológico variable humana, psicológica y económica que deben cumplir por el edificio para que cumpla la función para la que fue diseñado durante su vida útil (MITIDIERI FILHO y HÉLENE, 1998). Las variables relacionadas con la seguridad, la comodidad, la funcionalidad y otros aspectos son analizadas y posteriormente generan criterios de desempeño que se deben considerar en el diseño e implementación de un edificio (HOPFE, 2009 apud KERN et al., 2015).

Basado en la normativa, la aplicación de conceptos de desempeño ambiental en el proyecto consiste en la mejora de aspectos como el confort térmico, acústico y lumínico (CORBELLA y YANNAS, 2009). A pesar de este hecho, en general la actividad de proyecto por parte de los desarrolladores de bienes raíces está ordenada principalmente para reducir el coste de diseño y ejecución de la obra. El fin principal del desarrollador es el lucro y a menudo deja al fondo en el desempeño ambiental y otros elementos relacionados con la calidad de la edificación (OKAMOTO, 2015).

El desempeño ambiental en los espacios internos es de gran importancia para los usuarios ya que puede tener gran influencia sobre la calidad de vida. El malestar al usuario se puede producir por el frío, el calor, ruidos, poca o demasiado luminosidad y por lo tanto efectos negativos pueden aparecer como la interferencia con el desempeño de las tareas, dolores de cabeza de tensión, entre otros (FERRAZ, 2008).

La aplicación de estrategias para ampliar el desempeño ambiental de los edificios depende de factores tales como el conocimiento y la formación de profesionales. Las estrategias para la expansión del desempeño ambiental se aplican más fácilmente en la etapa de diseño. Las elecciones adecuadas en esta etapa son cruciales para el desempeño de la construcción (IPT, 2016).

2.1. Desempeño acústico

El problema del ruido en las zonas urbanas se ha incrementado debido al crecimiento de las ciudades y el aumento en el número de vehículos e industrias. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), después de la contaminación atmosférica procedente de las emisiones de gases y la contaminación del agua, la contaminación acústica es lo que más afecta las personas en todo el mundo (OMS, 2003).

La NBR 15575 determina criterios de exposición a el ruido audible, clasificando las edificaciones en niveles superior, medio y mínimo. Eso ocurre a través del análisis de aislamiento de ruido aéreo en las paredes y ventanas, y del ruido de percusión a través de la prueba de percusión en las losas. La normativa también propone las formas de verificación (por ensayos de campo o laboratorio) y control. Edificios bien construidos deben ofrecer un desempeño acústico en todos los ambientes internos (ABNT, 2013a).

La calidad de sonido de los espacios internos es muy importante, ya que puede influir en la calidad de vida, el sueño y las relaciones entre usuarios de un mismo edificio. Para Ferraz (2008), cuando la calidad de un medio se deteriora, los efectos negativos pueden aparecer, tales

como la interferencia con el desempeño de las tareas y los problemas de salud: irritabilidad, hipertensión, dolores de cabeza, insomnio, estrés. La exposición al ruido durante largos períodos, como el ruido de las tuberías y de impacto en los pisos, puede causar efectos secundarios perjudiciales para la salud.

Según Lopes (2010), hay varias estrategias de proyecto para controlar el ruido, las cuales incluyen desde la eliminación de la fuente de ruido por la elección de la posición de edificio en relación con el entorno hasta el material de cierre, el tamaño y la colocación de las aberturas. Las paredes y los techos, particiones y ciertos materiales de construcción tienen la capacidad de atenuar la transmisión del sonido de un ambiente a otro. La condición acústica de los ambientes puede ser influenciada por los detalles de construcción, el acabado superficial y pequeños cambios en el diseño. Cada elección realizada en cuanto a estructuras, cubiertas, materiales de revestimiento, sistemas de climatización y otros, cambia la forma del edificio el comportamiento del sonido en el interior del edificio.

2.2. Desempeño térmico

La normativa brasileña NBR 15575 describe el rendimiento térmico de un edificio como un conjunto de características que satisfacen los requisitos de confort térmico de los usuarios (ABNT, 2013a). Para Lamberts y Triana (2007), rendimiento térmico es la capacidad de proporcionar confort térmico al usuario de forma pasiva y se determina por las características de la envolvente, como los colores y materiales empleados, la orientación solar, el uso o no de aislamiento o estrategias bioclimáticas. Un buen rendimiento térmico puede representar una reducción significativa del consumo de energía en un edificio, y se reduce la necesidad de utilizar sistemas de artificiales de aire acondicionado.

Según Frota y Schiffer (2001), para que se permitan condiciones de confort térmico a los usuarios, el edificio debe ser apropiado para el clima en el que opera, suavizando las sensaciones impuestas por el clima local. Para Cunha et al. (2006), el clima es uno de los elementos fundamentales para el consumo de energía necesario para mantener el edificio en buenas condiciones de desempeño térmico.

Los criterios mínimos de desempeño térmico están estandarizados en Brasil por las normativas NBR 15220 y NBR 15575. A nivel internacional, está estandarizado por las normas ISO 7730, ANSI/ASHRAE 50, ISO 7730, ISO 11079, ACGH y OSHA, entre otras (ABNT, 2013a; ABNT, 2013b; LAMBERTS et al., 2007). Para la NBR 15575, se puede clasificar cualitativamente el desempeño térmico, con los criterios de evaluación de los valores máximos en verano

y la temperatura interna mínima en invierno. La norma establece tres procedimientos de evaluación: prescriptivo, por simulación por ordenador y medición de la construcción o prototipo (ABNT, 2013a).

2.3. Desempeño lumínico

La iluminación artificial permite la realización de actividades a la noche o en ambientes cerrados, pero nunca debe sustituir totalmente la luz natural, pues esa proporciona beneficios psicológicos, fisiológicos, ambientales y económicos. La iluminación natural se encuentra disponible en la mayoría de las horas del día, pero es necesario que el diseñador tenga conocimiento de las condiciones locales para su correcto uso en el edificio (LAMBERTS et al., 2014). En el caso de la utilización de estrategias de iluminación natural algunas precauciones son necesarias, ya que ella también puede influir en el rendimiento térmico del edificio (MACEDO, 2002).

El confort visual del usuario es un factor importante que considerar en la definición de las necesidades de iluminación en el interior del edificio. La iluminación debe tener dirección e intensidad adecuadas para el lugar, así como proporcionar una buena definición visual y ausencia de reflejos (LAMBERTS et al., 2014). En Brasil, la NBR ISO/CIE 8995-1 establece los valores mínimos de luminancia en servicio para iluminación artificial en el interior de los edificios donde se llevan a cabo actividades de comercio, industria y educación (ABNT, 2013c). Para la iluminación natural en el interior de los edificios los criterios mínimos se establecen por NBR 15215 (ABNT, 2013b). Por fin, los valores mínimos de iluminación artificial y natural dentro de los ambientes domésticos son establecidos por NBR 15575 (ABNT, 2013a).

3. MÉTODO EMPLEADO

En el análisis del conocimiento y de la aplicación de los conceptos relacionados con el desempeño ambiental por parte de los profesionales se llevó a cabo desde el envío de cuestionarios los arquitectos e ingenieros civiles que trabajan en la región de Porto Alegre, Brasil.

El cuestionario tuvo como objetivo analizar la popularidad de aplicación de estrategias de desempeño térmico, acústico y lumínico en esta región. Se les solicitó informaciones básicas del profesional, tales como edad, tiempo de grado y tipo de formación universitaria, formación complementaria y área de práctica profesional.

A continuación, se propusieron cuestiones relacionadas con el conocimiento y la aplicación de la norma NBR 15575 y las estrategias empleadas para la expansión del

desempeño térmico, acústico y lumínico. Por fin, se investigó la importancia dada por los clientes y por los propios profesionales sobre estos aspectos.

El cuestionario fue respondido por 70 profesionales, con 35 arquitectos y 35 ingenieros civiles que trabajan en el mercado de la construcción en las actividades de proyecto y ejecución de obras. Algunos de éstos, también tienen actividad de la enseñanza o la investigación.

4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Todos los profesionales actúan en diseño y/o ejecución. Una serie de 45 encuestados (80,4%) actúa en diseño, y 26 (46,4%) en ejecución de obras. Un 9% de los mismos también lleva a cabo la actividad docente; 12,5% tiene actividad de investigación y 12,5% desarrolla otras actividades profesionales. Además del área de actuación en el mercado, los encuestados respondieron sobre su formación complementaria. De ellos, 4,3% poseen doctorado, 21,4% tienen maestría, 27,1 tienen un título de especialización, y 47,1% no poseen formación complementaria.

A partir de las preguntas relacionadas con el comportamiento ambiental, los encuestados dijeron cuales actividades habían sido llevadas a cabo en los proyectos que tenían trabajado. Los resultados se muestran en la Figura 01. La mayoría de los profesionales (72,8%) afirma que si, han participado en los proyectos que se implementaron estrategias para ampliar el desempeño térmico. Todavía un 17,1% de los encuestados nunca han participado de proyectos con esta preocupación.

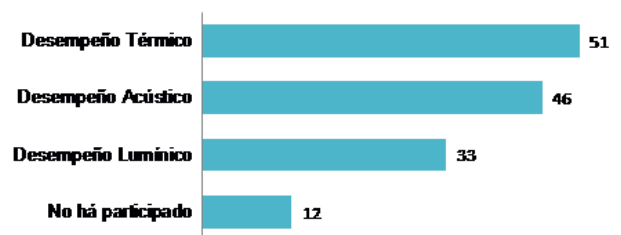


Figura 01 – Tipos de análisis de desempeño realizados por los profesionales
Fuente: Autores.

Para los profesionales que participaron en proyectos en que se han aplicado estrategias para expansión de desempeño ambiental, se solicitó la especificación de que se había utilizado. Las respuestas a esta pregunta se resumen en la Figura 02 y se puede observar que la estrategia más popular es el uso de aislantes térmicos, seguido por el análisis de la posición solar del edificio.

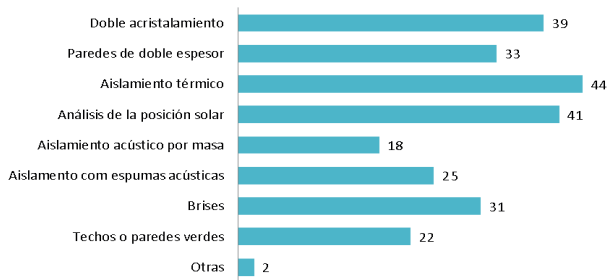


Figura 02 – Especificación de las estrategias utilizadas por los profesionales
Fuente: Autores.

Una herramienta importante para analizar el desempeño ambiental de los edificios son los softwares de simulación. No obstante, algunos investigadores, como Palos et al. (2014) y Barison y Santos (2016) afirman que aún tienen poco uso en oficinas de proyecto. A este respecto, también se preguntó a los ingenieros y arquitectos sobre el uso de softwares de simulación para verificar el desempeño térmico y lumínico en sus proyectos. La mayoría de los encuestados dice que no utilizan herramientas de simulación, como se puede ver en la Figura 03. Para los dos casos, 31 profesionales (44,3%) dicen que la simulación es utilizada a veces o siempre, en cuanto que otros 39 (55,7%) no han utilizado o no supieron responder.

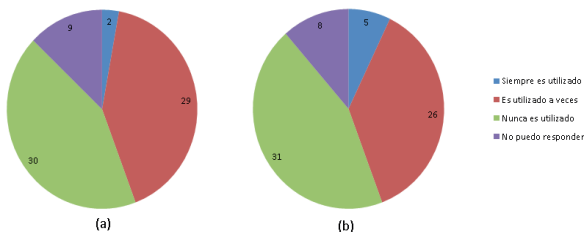


Figura 03 – Uso de software para simular el desempeño térmico (a) y uso de software de simulación para desempeño lumínico (b)
Fuente: Autores.

La falta de interés o de valoración de los contratantes es a menudo considerada como una razón para no aplicación de las estrategias de diseño que pueden ampliar el desempeño ambiental de los edificios. Los encuestados entonces respondieron a preguntas sobre el interés de sus clientes por los aspectos de desempeño térmico, acústico y lumínico. Se les preguntó con qué frecuencia los clientes solicitan estos análisis para definir estrategias de expansión de confort ambiental. Como resultado, 47 (67,1%) de los encuestados respondió que sus clientes piden este tipo de análisis a veces y solo 3 (4,3%) dijeron que los clientes siempre lo hacen (ver Figura 4). Por lo tanto, se puede ver que la parte del mercado ya tiene una comprensión de la importancia de aplicación de estas estrategias de diseño.

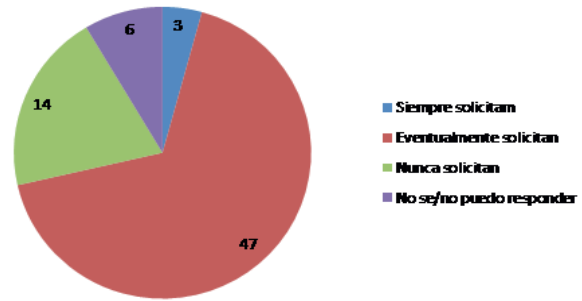


Figura 04 – Solicitud de los clientes para la implementación de estrategias para ampliar el desempeño ambiental
Fuente: Autores.

Cuando se les preguntó qué elementos ya han sido ordenados por los clientes de los encuestados, las respuestas revelaron que la mejoría del desempeño térmico es el elemento más solicitado por el mercado (Figura 05).



Figura 05 – Elementos relacionados con el desempeño ambiental requeridos por los clientes
Fuente: Autores.

Sobre los obstáculos para la aplicación de los conceptos de la normativa NBR 15575 para la expansión del confort térmico en el interior del edificio, la mayoría de los encuestados considera que la mayor dificultad es falta de valoración de esta actividad por el mercado, seguido por el desconocimiento por parte de los propios profesionales (Figura 06).

Con la introducción de la NBR 15575, hubo necesidad de ampliar el conocimiento de los arquitectos e ingenieros civiles sobre el desempeño empieza a ser reconocido por los propios profesionales. Por lo tanto, se verifica la necesidad de un ajuste en los cursos de grado de arquitectura e ingeniería para que los nuevos profesionales tengan la oportunidad de obtener más conocimiento sobre este tema (CAUBR, 2013).



Figura 06 – Obstáculos para la implementación de estrategias de desempeño en proyectos y obras
Fuente: Autores.

Además del conocimiento de los conceptos de desempeño, es importante que el profesional sepa, por ejemplo, la forma de aplicarlos de manera eficiente en el momento del proyecto. Esto se puede facilitar con el aprendizaje de herramientas BIM, las cuales, según Barison y Santos (2016), aún están lejos de la mayoría de las universidades en Brasil.

Además, se preguntó a los encuestados sobre su conocimiento de la propia NBR 15575 (ABNT, 2013a). En ese caso, se verificó una buena situación, pues 34 profesionales (48,6%) dicen conocer bien la norma y la misma cantidad afirma conocer una parte de la NBR 15575. Sólo 2 profesionales (un arquitecto y un ingeniero civil), afirmaron que no conocen esa normativa (Figura 07).

Por último, los encuestados respondieron sobre la importancia de hacer el análisis de impacto ambiental del edificio. De los profesionales, 87,3% consideran muy importante el análisis del desempeño térmico, seguido de un 8,9% que consideran de importancia media y 3,8% que considera de poca importancia.

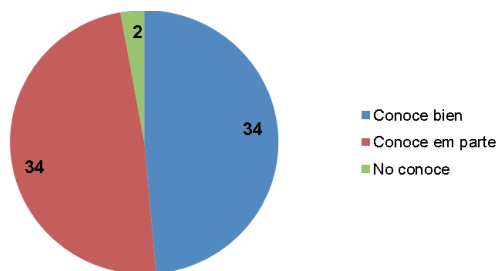


Figura 07 – Conocimiento de los profesionales sobre la NBR 15575
Fuente: Autores.

El desempeño acústico es considerado por 81% de los encuestados como un análisis muy importante; para 13,9% tiene importancia media y un 5,1% cree que sea de menor importancia.

El desempeño lumínico es visto por el 72,2% de los profesionales como de gran importancia, para 22,8% como de importancia media y otros 5,1% afirman ser de poca importancia. Las cifras de este análisis revelan que la mayoría de los profesionales entrevistados consideran las tres partes como muy importantes.

5. CONCLUSIONES

A partir de las respuestas recogidas a través de cuestionarios enviados a arquitectos e ingenieros civiles que actúan en la región de Porto Alegre, Brasil, se verificó que la mayoría de estos tienen un buen conocimiento de los conceptos de desempeño ambiental y sobre la NBR 15575 y algunos de ellos incluso ya están aplicando esos conceptos en algunos de sus proyectos.

La mayoría considera de gran importancia el análisis y la implementación de estrategias para ampliar el desempeño ambiental de los edificios, al mismo tiempo en que reconoce la necesidad de un mayor conocimiento del sector en esta área.

De acuerdo con la información recopilada también se puede verificar la preocupación por parte de algunos clientes a respecto del desempeño térmico, acústico y lumínico. Estos solicitan a menudo al diseñador que incluya el análisis y la aplicación de conceptos relacionados con estos en proyectos contratados. Aun así, la falta de valorización por el mercado fue considerada por los encuestados como un obstáculo a la inversión en edificios con un mayor desempeño.

Aunque existan retos y dificultades a superar, el desempeño ambiental es cada vez más popular entre profesionales y clientes, lo cual es de gran importancia para el desarrollo y consolidación en el mercado de la construcción.

AGRADECIMIENTOS

Los autores de este artículo agradecen a los órganos de investigación brasileños Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brazil (CAPES) – Finance Code 001, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) y Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq), por el apoyo y financiación a esta investigación.

REFERENCIAS

- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 15215 – Iluminação Natural. Partes 1-3.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.
- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 15575 - Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Partes 1-6.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.
- ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR ISO/CIE 8995 – Iluminação de ambientes de trabalho.** Rio de Janeiro: ABNT, 2013c.
- BARISON, M. B.; SANTOS, E. T. O papel do arquiteto em empreendimentos desenvolvidos com a tecnologia BIM e as habilidades que devem ser ensinadas na universidade. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Carlos, v. 11, n. 1, p. 103-120, 2016. Disponible en <http://dx.doi.org/10.11606/gtp.v11i1.102708>
- BENTO, A. J., DAS NEVES, D. C. M., PIRES, J. M., de OLIVEIRA, M. S., DA SILVA, D. L. A influência da NBR 15575 na durabilidade e vida útil das edificações residenciais. In Seminário de Patologia e Recuperação Estrutural. **Anales...** Recife, Brasil: Universidade de

- Pernambuco, 2016. Disponible en <http://revistas.poli.br/~anais/index.php/semipar/article/view/228/13>
- CAUBR (Conselho de Arquitetura e Urbanismo do Brasil). **Norma de desempenho traz grandes mudanças para construção de edifícios residenciais**. Brasília: CAUBR, 2013. Disponible en <http://www.caubr.gov.br/mudancasnormadesempenho/>
- CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção). **Desempenho de Edificações Habitacionais - Guia Orientativo para Atendimento a NBR 15575/2013**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. Disponible en http://www.cbic.org.br/arquivos/guia_livro/Guia_CBIC_Norma_Desempenho_2_edicao.pdf
- CORBELLA, O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos: Desempenho ambiental**, 2ª ed, Revan, Rio de Janeiro, 2009.
- CUNHA, E. G., ZECHMEISTER, D., MELO, E. Q., MASCARÓ, J. J., VASCONCELLOS, L de, FRANDOLOSO, M. A. L. **Elementos de Arquitectura de climatização natural: método projetual buscando a Arquitectura nas edificações**, 2ª ed., Porto Alegre, Masquatro Editora, 2006.
- FERRAZ, R. **Atenuação de ruído de impacto em pisos de edificações de múltiplos pavimentos**, 2008. Dissertação (Maestria em Engenharia) Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- FLACH, F., PIRES, J. R., GONZÁLEZ, M. A. S., KERN, A. P. Investigação da Importância dada pelos Profissionais da Região Metropolitana de Porto Alegre, Brasil para o Desempenho Ambiental em seus Projetos. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales**, v.10, p.1-17, 2017.
- FROTA, A. B, SCHIFFER, S. R. **Manual de desempenho térmico: 9rquitectura, urbanismo**, 5ª ed., São Paulo: Studio Nobel, 2001.
- GONÇALVES, O. M., JOHN, V. M., PICCHI, F. A, SATO, N. M. N. Normas Técnicas para Avaliação de Sistemas Construtivos Inovadores para Habitações. In: Roman, H., Bonin, L. C. (Eds.), **Coletânea Habitare: Volume 3: Normalização e certificação na construção habitacional**. Porto Alegre: ANTAC, 2007.
- IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas). **Avaliação do desempenho térmico e energético de edificações e projetos**. São Paulo: IPT, 2016. Disponible en http://www.ipt.br/solucoes/190-avaliacao_do_desempenho_termico_e_energetico_de_edificacoes_e_projetos.htm.
- KERN, A. P.; SILVA, A.; KAZMIERCZAK, C. S. O processo de implantação de normas de desempenho na construção: um comparativo entre a Espanha (CTE) e Brasil (NBR 15575/2013). **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v.9, n.1, p. 89-102, 2015. Disponible en <http://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/89989/92778>
- LAMBERTS, R, GHISI, E., PEREIRA, C, D., BATISTA, J. O. **Casa eficiente: Bioclimatologia e desempenho térmico**. Florianópolis, Brasil: LabEEE, Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.
- LAMBERTS, R., DUTRA, L., PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 3aed., Florianópolis: PW Editores, 2014.
- LAMBERTS, R., GHISI, E., ABREU, A. L. P, de, CARLO, J. C., BATISTA, J, O., MARINOSKI, D. L. **Desempenho térmico em edificações**. Florianópolis, Brasil: LabEEE, Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- LOPES, R. K. **Relações e influências da aplicação da acústica no processo de projeto de arquitetura contemporânea**. 2010. Dissertação (Maestria em Engenharia). Campinas: Programa de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, 2010.
- MACEDO, C. C. **Análise do desempenho térmico e luminoso de sistemas de iluminação natural que utilizam a luz direta do sol**. 2004. Dissertação (Maestria em Engenharia). Florianópolis: Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade de Santa Catarina, 2004.
- MITIDIERI FILHO, C. V.; HELENE, P.R. L. **Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural**. São Paulo: Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da USP, 1998.
- OKAMOTO, P. S. **Os impactos da norma brasileira de desempenho sobre o processo de projeto de edificações residenciais**. 2015, Dissertação (Maestria em Engenharia). Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- OMS (Organização Mundial da Saúde). **Résumé d'orientation des Directives de l'OMS Relatives au bruit dans l'environnement**. Ginebra-Suíza: OMS, 2003. Disponible en <http://www.who.int/docstore/peh/noise/bruit.htm>
- PALOS, S.; KIVINIEMI, A.; KUUSISTO, J. Future perspectives on product data management in building information modeling. **Construction Innovation**, v. 14, n. 1, p. 52-68, 2014. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1108/CI-12-2011-0080>

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9329-6477>

BRUNA LILIANE BRENNER, Ms.c. | Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS – Brasil | FSG Centro Universitário da Serra Gaucha, Caxias do Sul, RS – Brasil | Correspondência para: FSG - Rua Os Dezoito do Forte, 2366 - Caxias do Sul, RS - Brasil - 95020-472 | email: bruna-abrenner@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4115-3578>

MATHEUS SBARDELOTTO BALDO | Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS – Brasil | Correspondência para: UNISINOS - Av. Unisinos, 950 - São Leopoldo, RS - Brasil - 93022-001 | email: matheusbaldo@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1975-0026>

MARCO AURELIO STUMPF GONZALEZ, Dr. | Professor - PPGE - Escola Politécnica - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS – Brasil | Correspondência para: UNISINOS - Av. Unisinos, 950 - São Leopoldo, RS - Brasil - 93022-001 | email: mgonzalez@unisinos.br

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-6406-6250>

ANDREA PARISI KERN, Dra. | Professora - PPGE - Escola Politécnica - Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS – Brasil | Correspondência para: UNISINOS - Av. Unisinos, 950 - São Leopoldo, RS - Brasil - 93022-001 | email: apkern@unisinos.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

BRENNER, Bruna Liliane; BALDO, Matheus Sbardelotto; GONZALEZ, Marco Aurelio Stumpf; KERN, Andrea Parisi. Análisis de la Aplicación da la Normativa Brasileña NBR 15575 y Algunas Estrategias para Aumentar la Calidad Ambiental en Edificios Habitacionales. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 71-78, out. 2019.** 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.MIX2019.v5.n4.71-78>

DATA DE ENVIO: 15/08/2019

DATA DE ACEITE: 26/09/2019

DELINEAMENTO AMOSTRAL DE AGREGADOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO

SAMPLE DESIGN FOR BRAZILIAN CONSTRUCTION AND DEMOLITION WASTE

REGIS PEREIRA WASKOW, Ms.c. | UFRGS

VIVIANE LOPES GSCHWENTER DOS SANTOS, Ms.c. | UFRGS

REJANE MARIA CANDIOTA TUBINO, Dra. | UFRGS

RESUMO

Resíduos da Construção e Demolição (CDW) estão entre os mais gerados em vários países, resultando em uma preocupação com este tipo de resíduo. Vários estudos são realizados com o CDW, muitos deles com o objetivo de avaliar a realidade técnica, econômica, social e ambiental de uma região, cidade ou país. Para este fim, é importante aplicar métodos estatísticos que apresentem representatividade da amostra. O trabalho tem como objetivo identificar um conjunto de amostras representativas de RCD brasileiro, para estudos que visam sua aplicação com substituição do agregado natural pelo reciclado. Foi utilizado o projeto fatorial 2k em conjunto com a divisão de materiais de interesse em quartis. Três conjuntos de amostras foram definidos, fixando dois tipos de materiais, de acordo com o planejamento fatorial 2k, seguido da definição dos terceiros valores. Como resultado, foi possível identificar a aplicabilidade da união dos métodos estatísticos, o que resultou em 16 amostras. Os três conjuntos de amostras avaliadas puderam ser aplicados. No entanto, a determinação dos valores de argamassa e concreto, seguida da determinação dos valores da cerâmica foi a mais adequada.

PALAVRAS CHAVE: Resíduos de Construção e Demolição; CDW; Agregados; Projeto de amostra; Projeto fatorial 2k.

ABSTRACT

Waste from Construction and Demolition (CDW) are among the most generated in several countries resulting in an emerging concern with this kind of waste. Thus, several studies are conducted with the CDW, many of them aimed to evaluate the technical, economic, social and environmental reality of a region, city or country. To this end, it is important to apply statistical methods that achieve both sample sufficiency and representativeness. Hence, the present work aims to identify a set of samples representative of the Brazilian CDW, mainly for studies aimed at its application as a large aggregate in substitution to the natural aggregate. The 2k factorial project was used in conjunction with the division of materials of interest in the RCC in quartiles. Three sets of samples were defined, fixing two types of materials, according to the factorial design 2k, followed by the definition of the third values. As a result, it was possible to identify the applicability of the union of the statistical methods, which resulted in 16 samples. The three sets of samples evaluated were able to be applied. However, the determination of the mortar and concrete values, followed by the determination of the values of Ceramics (CA3) was more adequate.

KEY WORDS: Construction and Demolition Waste; CDW; Aggregate; Sample design; 2k factorial project.



1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção gera grande quantidade de resíduos durante a construção e demolição de edifícios definidos, estes resíduos são classificados como resíduos de construção e demolição (RCD). Um uso efetivo e eficiente dos recursos naturais, bem como uma mitigação dos impactos ambientais induzidos por sua extração, poderiam ser alcançados se fossem implementadas políticas adequadas de gestão e reciclagem de materiais de construção e demolição (VIEIRA E PEREIRA, 2015). No entanto, para um aumento na sua reutilização, a melhoria da qualidade do agregado reciclado se faz necessário, podendo ser atingido usando plantas de beneficiamento (PACHECO-TORGAL et al, 2013).

A reutilização deste tipo de material é o foco de vários estudos, avaliando parâmetros técnicos (CARAZACLIU et al, 2014; AMBROS et al, 2008 e SAMPAIO et al, 2016), parâmetros econômicos (NETO et al, 2016) ou parâmetros ambientais (COELHO e BRITO, 2013a e COELHO e BRITO, 2013b). Estes estudos necessitam de informações consistentes das características do RCD, mas esse tipo de resíduo tem uma composição muito diversificada, principalmente devido a sua origem, tipo, idade, estágio e parâmetros técnicos (resistência à compressão, etc ...) (PACHECO-TORGAL et al, 2013).

A NBR 15.115 (ABNT, 2004) classifica os agregados reciclados (AR) em concreto reciclado (ARC), um material com no mínimo 90% em massa de fragmentos cimentícios e rochas, e agregado reciclado misto (ARM), uma mistura de cerâmica, tijolos, blocos de concreto, argamassa, concreto e cimento. Devido às técnicas de construção, as práticas de gerenciamento de RCD em obra e as atuais tecnologias de reciclagem, a AR produzido no Brasil é classificado em sua maioria como ARM (ROSADO et al, 2017).

A análise estatística não é apropriada quando métodos de amostragem não aleatórios são usados. Assim, a seleção e o uso de métodos estatísticos para definir o conjunto de amostras representativas são necessários. Uma amostra representativa permite que os resultados coletados sejam generalizados para a sua população.

O planejamento fatorial completo, que testa todas as combinações possíveis de fatores, é a técnica amplamente utilizada na maioria das pesquisas. Mas quando o número de fatores aumenta consideravelmente, um planejamento fatorial completo pode não ser aplicável (MOZDGIR, 2013). O fatorial completo é provavelmente a estratégia mais comum e intuitiva do design experimental. Na forma mais simples, o fatorial completo de dois níveis, existem k fatores e L = 2 níveis por fator. As amostras são dadas por todas as combinações possíveis dos valores dos fatores. Portanto, o tamanho da amostra é N = 2k (CAVAZZUTI, 2013).

O processo experimental desta técnica consiste em realizar testes com cada uma das combinações da matriz experimental, para então determinar e interpretar os principais efeitos e interações dos efeitos investigados e, assim, ser capaz de identificar as melhores condições experimentais do produto ou processo de fabricação (GALDAMEZ, 2002). O fator a ser utilizado no planejamento fatorial 2k pode ser definido pelo uso de percentis (tercil, quartil, quintil ...), quanto maior o número do percentil, maior o número de amostras. Por exemplo, quartis são divisões de um determinado conjunto em 4 partes iguais.

Lovato et al (2012) usaram em seu estudo do uso de agregados de RCD o delineamento fatorial 2k reduzindo de 27 para 15 o número de amostras de sua experiência. Cabral et al (2010), também estudando o uso de agregados de RCD, relatam que o uso de delineamentos fracionários é muito útil, pois permite a otimização de tempo e custo ao apresentar um grande número de amostras, já que apenas uma fração do total é realizada.

Desta forma, o objetivo deste trabalho é definir o desenho amostral necessário para amostrar, de maneira mais representativa, as RCDs brasileiros (argamassa, cerâmica e concreto), sendo possível assim aplicar esta metodologia em estudos voltados para sua reutilização em substituição ao agregado natural. Para isso, foi utilizado o projeto fatorial 2k e a definição dos quartis de cada tipo de material a ser estudado.

2. METODOLOGIA

Primeiro foi necessário identificar a composição gravimétrica do RCD gerado no Brasil. Fontes de pesquisa foram consultadas, tais como: artigos, documentos públicos governamentais, teses, entre outros. Os dados de argamassa, concreto e cerâmica foram isolados e os demais materiais foram definidos como zero (Figura 1).


CIDADE	ARGAMASSA (%)	CONCRETO (%)	CERÂMICO (%)	OUTROS (%)
"x"	28	10	34	28
↓				
CIDADE	ARGAMASSA (%)	CONCRETO (%)	CERÂMICO (%)	OUTROS (%)
"x"	28	10	34	
↓ <i>Valores redefinidos</i>				
CIDADE	ARGAMASSA (%)	CONCRETO (%)	CERÂMICO (%)	OUTROS (%)
"x"	39	14	47	

Figura 01 – Percentagem dos materiais que compõem o RCD
 Fonte: Autores.

Argamassa, Concreto e Cerâmica foram divididos em quatro grupos iguais, quatro quartis. O primeiro quartil (Q1) é definido como o número do meio entre o menor número e a mediana do conjunto de dados. O segundo

quartil (Q2) é a mediana dos dados. O terceiro quartil (Q3) é o valor médio entre a mediana e o valor mais alto do conjunto de dados. Os quartis deste estudo foram classificados da seguinte forma: Classe Baixa, Classe Média Baixa, Classe Média Alta e Classe Alta (Tabela 1).

<25%	25%-50%	50%-75%	75%-100%
Baixa	Média Baixa	Média Alta	Alta

Q1
Q2
Q3

Tabela 01 – Classes dos quartis aplicados neste estudo
Fonte: Autores.

Para realizar o delineamento amostral, utilizou-se o Projeto Fatorial 2k aplicando as 4 quebras entre quartis representando o fator k. Assim, o conjunto amostral (SS) deste estudo terá 16 amostras ($2^4 = 16$).

Três SS foram definidos. Cada SS tem a conexão entre todas as classificações de quartil (Classe Baixa, Classe Média Baixa, Classe Média Alta e Classe Alta). Essa conexão foi feita em dois tipos de material e o terceiro tipo de material foi definido por último, como pode ser visto na Tabela 2.

CONJUNTO AMOSTRAL 1			CONJUNTO AMOSTRAL 2			CONJUNTO AMOSTRAL 3		
Argamassa	Concreto	Cerâmico	Argamassa	Concreto	Cerâmico	Argamassa	Concreto	Cerâmico
	Baixa	Baixa	Baixa		Baixa	Baixa	Baixa	
	Média Baixa	Baixa	Média Baixa		Baixa	Média Baixa	Baixa	
	Média Alta	Baixa	Média Alta		Baixa	Média Alta	Baixa	
	Alta	Baixa	Alta		Baixa	Alta	Baixa	
	Baixa	Média Baixa	Baixa		Média Baixa	Baixa	Média Baixa	
	Média Baixa	Média Baixa	Média Baixa		Média Baixa	Média Baixa	Média Baixa	
	Média Alta	Média Baixa	Média Alta		Média Baixa	Média Alta	Média Baixa	
	Alta	Média Baixa	Alta		Média Baixa	Alta	Média Baixa	
	Baixa	Média Alta	Baixa		Média Alta	Baixa	Média Alta	
	Média Baixa	Média Alta	Média Baixa		Média Alta	Média Baixa	Média Alta	
	Média Alta	Média Alta	Média Alta		Média Alta	Média Alta	Média Alta	
	Alta	Média Alta	Alta		Média Alta	Alta	Média Alta	
	Baixa	Alta	Baixa		Alta	Baixa	Alta	
	Média Baixa	Alta	Média Baixa		Alta	Média Baixa	Alta	
	Média Alta	Alta	Média Alta		Alta	Média Alta	Alta	
	Alta	Alta	Alta		Alta	Alta	Alta	

Tabela 02 – Composição das amostras
Fonte: Autores.

As classificações devem ser substituídas pelo valor central entre os quartis de cada tipo de material. O terceiro material, sem classificação no conjunto de amostras, precisa ser definido para que a amostra atinja 100%. Ao final, o conjunto de amostras mais adequado será analisado para estudar os resíduos brasileiros de construção e demolição.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente são apresentadas as composição de vários RCDs a partir de uma seleção de documentos publicados disponíveis em várias fontes. Fontes como artigos, documentos públicos governamentais, teses,

entre outros foram consultadas. Como pode ser visto no Apêndice A, a composição gravimétrica do CDW brasileiro pode variar.

A pesquisa tenta cobrir a maior parte do território brasileiro. No entanto, não foram encontrados estudos sobre algumas regiões. Como pode ser visto, mais de um estudo foi encontrado para algumas cidades. Estes dados demonstram a existência de variabilidade da composição do CDW mesmo na mesma cidade. Os dados também não apresentam homogeneidade considerando o período do estudo.

Os dados de argamassa, concreto e cerâmica foram isolados e os demais tipos de materiais foram definidos como zero. A Tabela 3 mostra novas porcentagens.

CIDADE	(%)		
	AR	CO	CE
Brazil*	64	4	32
Campina Grande (PB)	39	14	47
Campinas (SP)	47	27	27
Colina (SP)	66	31	4
Florianópolis (SC)	30	34	36
Fortaleza (CE)	32	23	45
Fortaleza (CE)	61	23	17
Itatiba (SP)	37	14	49
Maceió (AL)	29	19	52
Novo Hamburgo (RS)	41	32	27
Novo Hamburgo (RS)	41	32	27
Olinda (PE)	26	37	37
Parnaíba (PI)	70	4	27
Passo Fundo (RS)	47	17	36
Petrolina (PE)	28	17	55
Porto Alegre (RS)	41	22	37
Porto Alegre (RS)	41	28	31
Recife (PE)	42	18	40
Recife (PE)	35	5	59
Ribeirão Preto (SP)	46	26	28
Ribeirão Preto (SP)	58	18	24
Salvador (BA)	35	14	51
São Carlos (SP)	74	6	20
São Carlos (SP)	12	28	60
São Leopoldo (RS)	27	33	40
São Leopoldo (RS)	45	19	36
São Leopoldo (RS)	24	28	47
São Paulo (SP)	37	12	51
São Paulo (SP)	39	13	48
Uberlândia (MG)	26	46	29
Viçosa (MG)	37	32	31

Tabela 03 – RCD brasileiro considerando somente argamassa (AR), concreto (CO) e cerâmicos (CE)
 Fonte: Apêndice A.

Considerando apenas valores de argamassa, concreto e cerâmica, é possível identificar seus limites de ocorrência na RCD brasileira. A argamassa está presente na composição do CDW de 12 a 74 por cento. O concreto tem valores que variam de 4 a 46% e cerâmico de 4% a 60%. Os valores de cada tipo de material foram divididos em quartis, os quais foram classificados da seguinte forma: Classe Baixa, Classe Média Baixa, Classe Média Alta e Classe Alta (Figura 2).

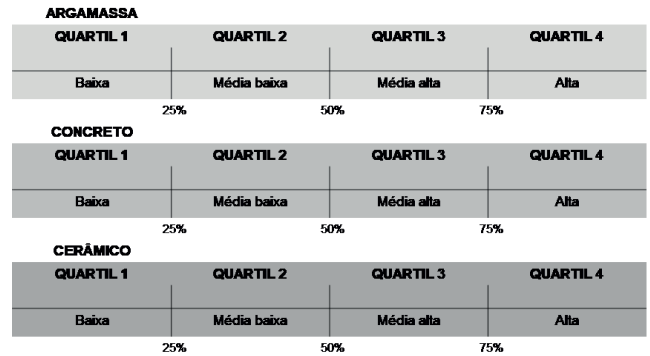


Figura 02 – Classificação dos limites estabelecidos por cada quartil
 Fonte: Autores.

Para realizar o delineamento amostral, utilizou-se o Projeto Fatorial 2k aplicando as 4 faixas entre os quartis como o fator k. Assim, o conjunto amostral deste estudo terá 16 amostras ($2^4 = 16$). Como o CDW é principalmente composto por argamassa, concreto e cerâmica, a conexão entre todas as classificações de quantil (Classe Baixa, Classe Média Baixa, Classe Média Alta e Classe Alta) foi feita em dois tipos deste material e o terceiro, finalmente. Assim, três conjuntos de amostras estabelecidos:

CA1: Definindo inicialmente as classes de cerâmica e concreto;

CA2: Definindo inicialmente as classes de argamassa e cerâmica;

CA3: Definindo inicialmente as classes de argamassa e concreto.

A Tabela 4 apresenta os três conjuntos de amostras.

Nº	SS 1			SS 2			SS 3		
	AR	CO	CE	AR	CO	CE	AR	CO	CE
1		L	L	L		L	L	L	
2		LM	L	LM		L	LM	L	
3		UM	L	UM		L	UM	L	
4		U	L	U		L	U	L	
5		L	LM	L		LM	L	LM	
6		LM	LM	LM		LM	LM	LM	
7		UM	LM	UM		LM	UM	LM	
8		U	LM	U		LM	U	LM	
9		L	UM	L		UM	L	UM	
10		LM	UM	LM		UM	LM	UM	
11		UM	UM	UM		UM	UM	UM	
12		U	UM	U		UM	U	UM	
13		L	U	L		U	L	U	
14		LM	U	LM		U	LM	U	
15		UM	U	UM		U	UM	U	
16		U	U	U		U	U	U	

Tabela 04 – Definição inicial das amostras por classe
 Fonte: Autores.

Posteriormente o valor central foi aplicado substituindo as classificações. No final, o último (terceiro) valor foi definido. O valor central entre os quartis de cada tipo de material pode ser visto na Tabela 5.

MATERIAL	CLASSE			
	Baixa	Média Baixa	Média Alta	Alta
Argamassa	21	34,5	43	60,5
Concreto	9	18	26,5	38,5
Cerâmica	15,5	31,5	42	54

Tabela 05 – Valor central de cada intervalo
Fonte: Autores.

O terceiro valor precisa ser definido para que a amostra atinja 100%. Assim, as 16 amostras tiveram seus valores de argamassa, concreto e cerâmica definidos e os Conjuntos

Amostrais (CA) puderam ser comparados. A Tabela 6 apresenta os valores para os três conjuntos de amostras.

Inicialmente, as classificações foram substituídas por CV, no entanto, o terceiro valor que deve ser definido precisa atender ao valor máximo e mínimo de cada material. Assim, às vezes, os dois primeiros valores precisavam ser ajustados, não usando o CV, mas ainda observando a faixa de classe. Por exemplo, a amostra 1 CA3 argamassa e concreto usa 27 e 13, respectivamente. Estes valores atendem às suas classes (Classe Baixa), mas precisaram ser alterados porque neste caso a cerâmica deve ser definido pelo seu valor máximo (60%). Outras amostras foram alteradas: no CA1 apenas um valor difere do valor central (concreto, amostra 1); no CA2, apenas três valores não foram alterados (amostras 9, 11 e 13); e no CA3 três valores foram alterados (dois valores na amostra 1 e um valor na amostra 5).

AMOSTRAS	CA 1				CA 2				CA 3			
	AR	CO	CE		AR	CO	CE		AR	CO	CE	
1	74	10,5	15,5	100%	29	45	26	100%	27	13	60	100%
2	66,5	18	15,5	100%	35	46	19	100%	34,5	9	56,5	100%
3	58	26,5	15,5	100%	43	41	16	100%	43	9	48	100%
4	46	38,5	15,5	100%	61	23	16	100%	60,5	9	30,5	100%
5	59,5	9	31,5	100%	22	46	32	100%	21	19	60	100%
6	50,5	18	31,5	100%	35	33	32	100%	34,5	18	47,5	100%
7	42	26,5	31,5	100%	43	25	32	100%	43	18	39	100%
8	30	38,5	31,5	100%	61	7	32	100%	60,5	18	21,5	100%
9	49	9	42	100%	21	37	42	100%	21	26,5	52,5	100%
10	40	18	42	100%	35	23	42	100%	34,5	26,5	39	100%
11	31,5	26,5	42	100%	43	15	42	100%	43	26,5	30,5	100%
12	19,5	38,5	42	100%	55	4	41	100%	60,5	26,5	13	100%
13	37	9	54	100%	21	25	54	100%	21	38,5	40,5	100%
14	28	18	54	100%	35	11	54	100%	34,5	38,5	27	100%
15	19,5	26,5	54	100%	43	4	53	100%	43	38,5	18,5	100%
16	7,5	38,5	54	100%	47,5	4	48,5	100%	60,5	35,5	4	100%

Tabela 06 – Definição das amostras
Fonte: Autores.

3.1. Comparação dos conjuntos amostrais (CA)

Em seguida, o conjunto de amostras mais adequado será analisado para estudar o CDW brasileiro. Para isso serão comparados os três conjuntos de amostras previamente definidos. A distribuição das frações de cada tipo de material que compõem os conjuntos de amostras é apresentada na Figura 3a (CA1), Figura 3b (CA2) e Figura 3c (CA3).

É possível identificar nos gráficos a homogeneidade entre os conjuntos de amostras, assim, nos três casos todo o intervalo de valores de cada material é coberto. Os

resultados mostram que cada conjunto de amostras tem mais extensão para o terceiro material a ser definido. No CA1 mais extensa está presente para Argamassa (de 7,5 a 74), em CA2 é Concreto (de 4 para 46) e no CA3 é Cerâmico (de 4 para 61) como pode ser na Fig 3c.

A distribuição dos valores de cada tipo de material classificado em ordem decrescente é mostrada abaixo. Como pode ser visto na Figura 4a, a argamassa cobre uma extensão maior de valores em CA1. Os valores de SS 2 e SS 3 são distribuídos de forma semelhante.

A distribuição dos valores de cada tipo de material classificado em ordem decrescente é mostrada abaixo. Como pode ser visto na Figura 4a, a argamassa cobre uma extensão maior de valores em CA1. Os valores de SS 2 e SS 3 são distribuídos de forma semelhante.

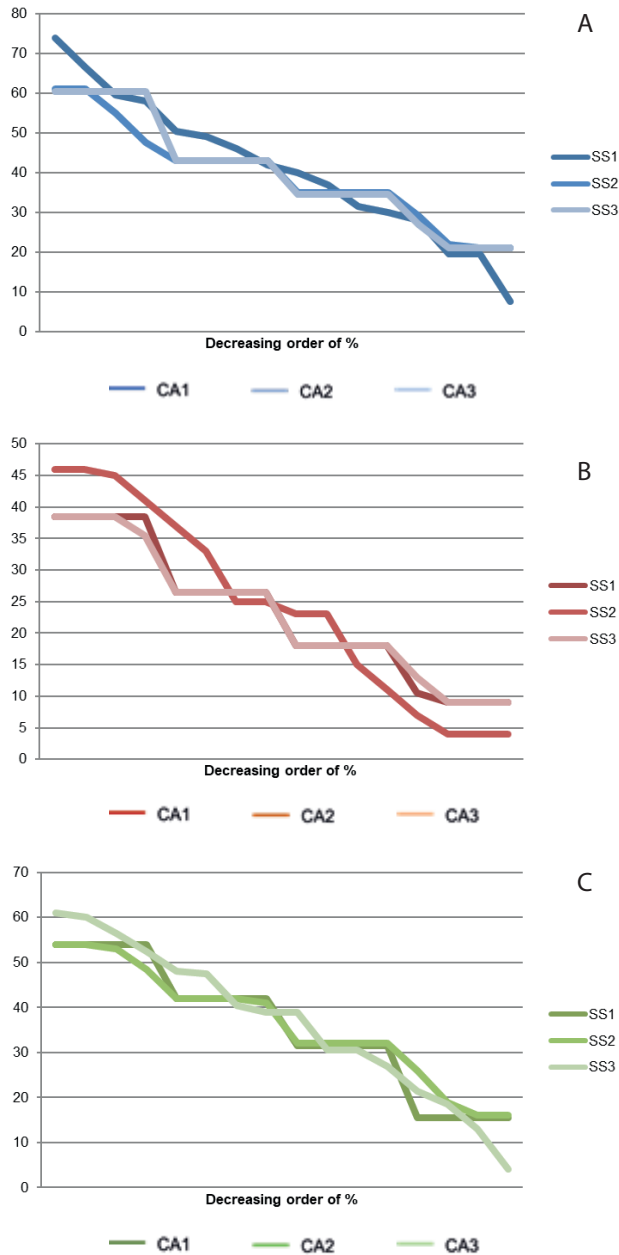


Figura 04 – Comparação entre a distribuição dos valores de SS de argamassa, concreto e cerâmica
 Fonte: Autores.

Na Figura 4b, o concreto cobre uma extensão maior de valores em CA2. Os valores de CA1 e CA3 são distribuídos de forma semelhante. Na Figura 4c, a cerâmica cobre uma extensão maior de valores em CA3. Os valores de CA1 e CA2 são distribuídos de maneira semelhante.

Outra avaliação dos três conjuntos de amostras ocorreu comparando os valores de média e variância da quantidade de dados utilizados distribuídos entre as classes (Classe Baixa, Classe Média Baixa, Classe Média Alta e Classe Alta). A Fig 5 e a Tabela 7 mostram uma síntese dos resultados para cada classe nos 3 conjuntos de amostras.

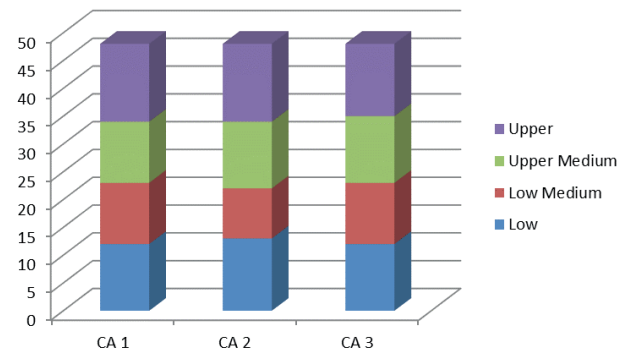


Figura 05 – Amostras por classes
 Fonte: Autores.

CLASSE	CA1	CA2	CA3
Baixa	12	13	12
Média Baixa	11	9	11
Média Alta	11	12	12
Alta	14	14	13
TOTAL	48	48	48
Média	12	12	12
Variância	2,00	4,67	0,67

Tabela 07 – Qualificação de cada classe com as amostras
 Fonte: Autores.

A Figura 5 reitera a existência de homogeneidade entre o intervalo de valores de cada material em todos os conjuntos de amostras. Visualmente, não é fácil identificar grandes diferenças entre cada conjunto de amostras. A Tabela 7 apresenta a análise da variância dos dados aplicados na definição de cada conjunto amostral.

Como pode ser visto na Tabela 7, o CA3 mostra menor variação entre os valores, 0,67, enquanto o CA1 tem 2,00 e o CA2 tem a maior variação, 4,67.

4. CONCLUSÕES

O conjunto de amostras CA3 pode ser considerado o mais representativo e adequado para o estudo da RCD brasileiro em substituição ao agregado natural, uma vez que apenas 3 valores na definição de cada amostra do conjunto foram alterados em relação ao valor central (VC). Além disso, apresentou a maior homogeneidade na distribuição dos valores entre as classes (Baixo, Baixo, Alto e Alto).

O conjunto de amostras CA2 resultou em maior alteração nos valores das amostras (9 valores) e maior heterogeneidade entre as classes. Considera-se que este resultado está ligado ao fato de que o terceiro material a ter seus valores definidos nas amostras (Concreto) possui a menor extensão de sua fração (4 a 46).

Conclui-se que o CA1 é mais adequado para estudos cujo foco principal é resíduos de argamassa, pois o CA2 é mais adequado para estudos de resíduos de concreto e o CA3 é mais adequado para estudos de resíduos cerâmicos.

Considera-se que a divisão em quartis e a metodologia usando o esquema fatorial 2k foi satisfatória, e a CA3 é recomendada para estudos brasileiros de RCD. No entanto, é possível aplicar qualquer um dos três conjuntos de amostras, dada a pequena diferença entre os resultados.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 15.115: **Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição e Construção de Camadas de Pavimento - Procedimentos**. Rio de Janeiro, Brasil, 2004.

Ambrós, W. M.; Cazacliu, B. G.; Sampaio, C. H.. Wall effects on particle separation in air jigs. **Powder Technology**. 301, 369–378, 2008

Bernardes, A.; Thomé, A.; Prietto, P. D. M.; Abreu, Á. G. Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS. **Revista Ambiente Construído**.3, 65-76, 2008.

Brito, J.A. Cidade versus entulho. In: **Seminário de Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil**, 2., São Paulo, 1999. São Paulo, Comitê Técnico CT206 Meio Ambiente (IBRACON), 56-67, 1999.

Buselli, A. A. P. T. **Proposta de Gestão dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Município de Viçosa, MG**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG, 2012.

Cabral, E.A.; Schalch, V.; Dal Molin, D.; Ribeiro, L. Mechanical properties modeling of recycled aggregate concrete. **Construction and Building Materials**, 24, 421–430, 2010.

Cavazzuti, M. **Optimization Methods: From Theory to Design**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2013.

Cazacliu, B.; Sampaio, C. H.; Miltzarek, G.; Petter, C.; Le Guen, L.; Paranhos, et. al. The potential of using air jigging to sort recycled aggregates. **Journal of Cleaner Production**, 66, 46 – 53, 2014.

Coelho, A.; Brito, J..Environmental analysis of a construction and demolition waste recycling plant in Portugal – Part I: Energy consumption and CO2 emissions. **Waste Management**. 33, 1258–1267, 2013a

Coelho, A.; Brito, J. Environmental analysis of a construction and demolition waste recycling plant in Portugal – Part II: Environmental sensitivity analysis. **Waste Management**. 33, 147–161, 2013b.

Falcão, N. C. B.; Farias, A. B.; Sukar, S. F.; Gusmão, A. D. Diagnóstico da Gestão de Resíduos da Construção Civil no Município de Olinda/PE– Estudo de Caso.In: **Encontro Técnico Nacional de Auditoria de Obras Públicas – ENAOP**, 2012.

Feijão Neto, F.. G. **Deposições Irregulares de resíduo da Construção Civil na Cidade de Parnaíba -PI**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual Paulista - UNESP - Campus Rio Claro. Rio Claro -SP, 2010.

Galdamez, E.V.C. **Application design of experimental in the injection molding process**. São Carlos. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.133 p, 2002.

IPT/CEMPRE. **Lixo Municipal: Manual de Gerenciamento Integrado**. 2 ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 370p, 2000.

John, V. M.; Agopyan, V. Reciclagem de resíduos da construção. In: **Seminário de Resíduos Sólidos**, 1. São Paulo. Anais... São Paulo: CETESB, 2000.

Kazmierczak, C. S.; Kulakowski, M. P.; Boito, D.; Garcia, A. C. A. Estudo Comparativo da Geração de Resíduos de Construção e Demolição em São Leopoldo e Novo Hamburgo–RS. In: **XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído**. Florianópolis – SP, 2006.

Latterza, L. M. **Concreto com agregado graúdo proveniente da reciclagem de resíduos de construção e demolição: um novo material para fabricação de painéis leves de vedação**. São Carlos. Dissertação (Mestrado). Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo.116 p, 1998.

Leite, M.B. **Avaliação de Propriedades Mecânicas de Concretos Produzidos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição**. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, RS, 2001.

Lovato, P. S. **Verificação dos parâmetros de controle de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição para utilização em concreto**. Dissertação (Mestrado) -Escola de Engenharia.

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, RS, 2007.

Lovato, P. S.; Possan, E.; Dal Molin, D.C.C.; Masuero, A. B.; Ribeiro, J.L.D. Modeling of mechanical properties and durability of recycled aggregate concretes. **Construction and Building Materials**. 26, 437–447, 2012.

Lima, A. S.; Cabral, A. E. B. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, 18, 169-176, 2013.

Macedo, T. F.; Lafayette K. P. V.,. Reaproveitamento e Caracterização de RCD para Reforço de Solo com Adição de Fibras. **Associação Brasileira de Mecânica do Solo e Engenharia Geotécnica**, 2009.

Machione, E. C. **Caracterização dos Resíduos de Construção e Demolição Gerados no Município de Colina/SP e uma Proposta de Gerenciamento e Disposição Adequada**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 124 p, 2010.

Malta, J. O.; Silva, V. S.; Gonçalves, J. P.. Argamassa Contendo Agregado Miúdo Reciclado de Resíduo de Construção e Demolição. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais (GESTA)**, 1, 176–188, 2013

Marques Neto, J. C. **Diagnóstico para estudo de gestão dos resíduos de construção e demolição do município de São Carlos-SP**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2003.

Morais, G. M. D. **Diagnóstico da deposição clandestina de resíduos de construção e demolição em bairros periféricos de Uberlândia: Subsídios para uma gestão sustentável**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana)- Faculdade de Engenharia Civil. Universidade Federal de Uberlândia, 2006.

Mozdgir, A.; Mahdavi, I.; Badeleh, I. S.; Solimanpur, M. Using the Taguchi method to optimize the differential evolution algorithm parameters for minimizing the workload smoothness index in simple assembly line balancing. **Mathematical and Computer Modelling**, 57, 137-151, 2013.

Neto, R. O.; Gastineau, P.; Cazacliu, B. G.; Le Guen, L.; Paranhos, R. S.; Petter, C. O.. An economic analysis of the processing technologies in CDW recycling platforms. **Waste Management**, 2016.

Nóbrega, A. R. S. **Contribuição ao Diagnóstico da Geração de Entulho da Construção Civil no Município de Campina Grande, PB**. Campina

Grande-PB: Universidade Federal de Campina Grande, 2002.

Oliveira, M. E. D.; Sales, R. J. M.; Oliveira, L. A. S.; Cabral, A. E. B. Diagnóstico da geração e da composição dos RCD de Fortaleza/CE. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, 16, 219-224, 2011.

Pacheco-Torgal, F.; Tam, V. W. Y.; Labrincha, J. A.; Ding, Y.; Brito, J. de. Handbook of recycled concrete and demolition waste. **Woodhead Publishing Series in Civil and Structural Engineering**: Number 47, 2013.

Pinto, T. P.; Agopyan, V. Construction Wastes as Raw Material for Low-cost Construction Products. In: **International Conference CIB TG16**, 1, Gainesville, 1994.

Pinto, T. P. **Utilização de Resíduos de Construção. Estudo de Uso em Argamassas**. Dissertação (Mestrado_ Departamento de Arquitetura e Planejamento. Universidade de São Carlos, São Carlos – SP, 1986

Rosado, L.P.; Vitale, P.; Penteado, C.S.G.; Arena, U.. Life cycle assessment of natural and mixed recycled aggregate production in Brazil. **Journal of Cleaner Production**, 151, 634 – 642, 2017.

Sampaio, C. H.; Cazacliu, B. G.; Miltzarek, G. L.; Huchet, F.; leGuen, L.; Petter, C. O. et. al. M.; Oliveira, M. L. S.. Stratification in airjigs of concrete/brick/gypsum particles. **Construction and Building Materials**. 109, 63–72, 2016.

Santos, A. N. **Diagnóstico da Situação dos Resíduos de Construção e Demolição (RCD) no Município de Petrolina (PI)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Católica do Pernambuco, Recife – PE, 2008.

Scott Hood, R. S. **Análise da viabilidade técnica da utilização de resíduos de construção e demolição como agregado miúdo reciclado na confecção de blocos de concreto para pavimentação**. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS. Porto Alegre, 2006.

Souza, P.C.M.; Carneiro, F.P.; Monteiro E.C.B. Barkokébas JR., B.; Gusmão, A.D.G. Análise sobre a gestão dos resíduos sólidos de construção e demolição na região metropolitana do Recife. In: Geo-jovem – Congresso de Jovens Geotécnicos. São Carlos, 2004.

Vieira, G. L. Estudo do processo de corrosão sob a ação de íons cloreto em concretos obtidos a partir de agregados reciclados de resíduos de construção e demolição. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS.

Porto Alegre, 2003.

Vieira, C.S.; Pereira, P.M. Use of recycled construction and demolition materials in geotechnical applications: A review. *Resources, Conservation and Recycling*, 103, 192 – 204, 2015.

Xavier, L. L. Diagnóstico do Resíduo da Construção

Civil na cidade de Florianópolis/SC. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Eng. Civil – UFSC. Florianópolis, SC, 2001.

Zordan, S. E. A. Utilização de Entulho como Agregado , na Confeção de Concreto. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia Civil. Universidade de Campinas, Campinas – SP, 1997.

APENDICE A

CIDADE	AR	CO	CE	OUTROS	ANO	FONTE
Brazil*	64	4,3	31,6	0,1	1994	Pinto e Agopyan(1994).
Campina Grande (PB)	28	10	34	28	2002	Nóbrega (2002).
Campinas (SP)	37	21	21	21	1997	Zordan (1997)
Colina (SP)	34,3	16	2	47,7	2009	Machione (2010)
Florianópolis (SC)	17,25	19,14	20,73	42,88	2001	Xavier (2001)
Fortaleza (CE)	22	15,6	31,1	31,3	2013	Lima e cabral (2013)
Fortaleza (CE)	37,7	14	10,3	38	2009	Olivera et al (2011)
Itatiba (SP)	35	13	47	5	2000	John e Agopyan (200)
Maceió (AL)	28	19	51	2	2003	Vieira (2003)
Novo Hamburgo (RS)	34,9	27,3	23,4	14,4	2007	Lovato (2007)
Novo Hamburgo (RS)	34,2	26,8	22,9	16,1	2006	Kazmierczak (2006)
Olinda (PE)	23	32	32	13	2012	Falcão et al (2012)
Parnaíba (PI)	52,43	2,64	20,18	24,75	2010	Feijão Neto (2010)
Passo Fundo (RS)	37,4	13,8	28,8	20	2008	Bernardes et al (2008)
Petrolina (PE)	23,6	14,1	45,5	16,8	2008	Santos (2008)
Porto Alegre (RS)	28,26	15,18	26,33	30,23	2001	Leite (2001)
Porto Alegre (RS)	38,43	26,58	29,13	5,86	2006	Scott Hood (2006)
Recife (PE)	27	12	26	35	2004	Souza (2004)
Recife(PE)	26	4	44	26	2009	Macedo e Lafayette (2009)

Composição gravimétrica dos RCD no Brasil (%)

Fonte: Autores.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6633-8683>

REGIS PEREIRA WASKOW, Ms.c. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Engenharia Ambiental | Porto Alegre, RS – Brasil | Correspondência para Av. Bento Gonçalves, 9500 - Setor 6-Centro de Tecnologia - CT – UFRGS - Porto Alegre, RS, 91501-970 | e-mail: regisengambiental@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5043-9570>

VIVIANE LOPES GSCHWENTER DOS SANTOS, Ms.c. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Engenharia Civil | Porto Alegre, RS – Brasil | Correspondência para Av. Bento Gonçalves, 9500 - Setor 6-Centro de Tecnologia - CT – UFRGS - Porto Alegre, RS, 91501-970 | e-mail: vlsg@ufrgs.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1892-0900>

REJANE MARIA CANDIOTA TUBINO, Dra. | Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Engenharia Civil | Porto Alegre, RS – Brasil | Correspondência para Av. Bento Gonçalves, 9500 - Setor 6-Centro de Tecnologia - CT – UFRGS - Porto Alegre, RS, 91501-970 | e-mail: vlsg@ufrgs.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

WASKOW, Regis Pereira; SANTOS, Viviane Lopes Gschwenter dos; TUBINO, Rejane Maria Candiota. Delineamento Amostral de Agregados de Construção e Demolição. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 79-88, out. 2019.** 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.MIX2019.v5.n4.79-88>.

DATA DE ENVIO: 15/08/2019

DATA DE ACEITE: 03/10/2019

IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS AUTÔNOMOS DE GERAÇÃO DE ENERGIA PARA A REGIÃO DO SEMIÁRIDO PARAIBANO

IMPLEMENTATION OF AUTONOMOUS ENERGY GENERATION SYSTEMS FOR THE REGION OF THE PARABAN SEMIARID

VANESSA ROSALES BEZERRA, M.Sc. | UEPB
CARLOS ANTÔNIO PEREIRA DE LIMA, Dr. | UEPB
VALDERI DUARTE LEITE, Dr. | UEPB
LUIS REYES ROSALES MONTERO, Dr. | UFCG
KEILA MACHADO DE MEDEIROS, Dra. | UFRB

RESUMO

A busca por novos recursos energéticos possuindo baixos índices de emissão de poluentes faz com que a sociedade científica se volte para a pesquisa em energias renováveis para um desenvolvimento sustentável. O hidrogênio surge neste cenário socioambiental como um promissor vetor energético autossustentável para substituir os combustíveis fósseis. A produção de hidrogênio através da eletrólise da água vem sendo bastante explorada devido à geração de densidade de corrente elétrica maior quando comparada a outros métodos. As pesquisas relacionadas a produção deste gás estão sendo concentradas com a geração de energia elétrica. Diante da crise energética em que vivemos, as células combustíveis inserem-se como uma alternativa para produção de energia elétrica. O interesse neste sistema reside na eficiência do mesmo gerar energia utilizando uma fonte renovável como combustível. A partir desta nova perspectiva exposta, o presente trabalho tem como objetivo evidenciar o princípio de funcionamento de um reator eletrolítico, painel solar e uma célula combustível em residências como proposta a ser utilizado no semiárido da Paraíba.

PALAVRAS CHAVE: Energia Solar; Energia Fotovoltaica; Hidrogênio; Energia Elétrica; Célula de Combustível;

ABSTRACT

The search for new energy resources with low levels of pollutant emissions makes the scientific society turn to renewable energy research for sustainable development. Hydrogen emerges in this socio-environmental scenario as a promising self-sustaining energy vector to replace fossil fuels. Hydrogen production through water electrolysis has been widely explored due to the generation of higher electric current density when compared to other methods. Research related to the production of this gas is being concentrated with the generation of electricity. Given the energy crisis in which we live, fuel cells are inserted as an alternative for the production of electricity. The interest in this system lies in its efficiency to generate energy using a renewable source as fuel. From this new perspective exposed, the present work aims to highlight the principle of operation of an electrolytic reactor, solar panel and a fuel cell in homes as proposed to be used in Paraíba semiarid.

KEY WORDS: Solar Energy; Photovoltaics; Hydrogen; electricity; Fuel cell;



1. INTRODUÇÃO

Estima-se que reservas de petróleo conhecidas durem em torno de 50 anos. Com a redução dessas reservas os preços em um futuro próximo atingirão valores impraticáveis para aplicação como combustível. Diante deste cenário, o potencial de uso do hidrogênio como fonte intermediária vem ganhando notoriedade mundial. O armazenamento e uso deste componente oferece possibilidades para gerenciamento de energia do futuro. O hidrogênio pode ser gerado por fontes renováveis, energia nuclear e por combustíveis fósseis com captura de carbono (KNOB, 2013).

O hidrogênio não é um combustível primário, encontra-se quase sempre associado a outros elementos químicos e para utilizá-lo é necessário extraí-lo da sua fonte de origem. A partir de processos adequados é possível recuperar toda energia química, térmica e elétrica vinculada a molécula de hidrogênio produzido.

Este vetor energético pode ser extraído de combustíveis fósseis, como o gás natural e carvão. A tecnologia de reforma do gás natural utiliza vapor de alta temperatura para transformar metano em hidrogênio e dióxido de carbono. Esta tecnologia tem sido utilizada em instalações industriais. O impacto ambiental, porém, é uma grande preocupação, já que este processo é um agente poluidor efetivo.

As células combustíveis representam uma rota de conversão energética que pode se aliar às fontes renováveis de energia e, assim, atender aos requisitos técnicos e econômicos que são necessários para o desenvolvimento energético sustentável (GOMES, 2011).

No Brasil, o programa brasileiro de hidrogênio e sistemas de células combustíveis tem como meta promover ações integradas e cooperadas, para que haja um maior desenvolvimento desta tecnologia. Habilitando o país a se tornar um produtor internacionalmente competitivo nesta área. Pretende-se ainda apoiar o estabelecimento de indústria nacional para produção e fornecimento de sistemas energéticos com célula combustível.

A partir da busca de uma melhor qualidade de vida, surge a necessidade de encontrar um novo vetor energético que não afete negativamente o meio ambiente ou prejudique as relações geopolíticas. O hidrogênio aparece no cenário socioeconômico como uma fonte de energia eficiente capaz de substituir os combustíveis fósseis. Esse componente químico é um vetor energético com teor zero de carbono. Assim como a eletricidade, o hidrogênio pode ser produzido a partir de todas as fontes de energia, como a biomassa, eólica, solar e combustíveis.

O hidrogênio pode ser caracterizado como um vetor energético limpo, versátil que permite muitos usos, incluindo iluminação, refrigeração, comunicação, processamento de informação e transporte. Segundo Silva et. al., (2018), a elevada eficiência de conversão das células combustíveis torna este elemento químico bastante promissor em comparação com alternativas de geração elétrica baseada em combustíveis fósseis, pois este processo não é só livre de poluentes e gases de efeito estufa, mas também utiliza consideravelmente menos energia primária para produção do mesmo.

É a energia solar, absorvida na fotossíntese, que dá vida às plantas utilizadas como fonte de energia de biomassa. Até mesmo o petróleo, que vem de restos de vegetação e animais pré-históricos, também é derivado do sol, pois este deu a energia necessária ao aparecimento da vida na terra em eras passadas. Podemos, através desse ponto de vista, considerar que todas as formas de energia são renováveis, infelizmente não em escala humana. As formas de energia renovável citadas acima são as que se renovam a cada dia, permitindo um desenvolvimento sustentável da vida e sociedade humana.

Painéis solares fotovoltaicos são dispositivos utilizados para converter a energia da luz do Sol em energia elétrica. Os painéis solares fotovoltaicos são compostos por células solares, assim designadas já que captam, em geral, a luz do Sol. Estas células são, por vezes, e com maior propriedade, chamadas de células fotovoltaicas, ou seja, criam uma diferença de potencial elétrico por ação da luz (FIGUEIREDO et al., 2018).

As células solares contam com o efeito fotovoltaico para absorver a energia do sol e fazem a corrente elétrica fluir entre duas camadas com cargas opostas. As células fotovoltaicas (ou células de energia solar) são feitas a partir de materiais semicondutores (normalmente o silício). Quando a célula é exposta à luz, parte dos elétrons do material iluminado absorve fótons (partículas de energia presentes na luz solar).

Os elétrons livres são transportados pelo semicondutor até serem puxados por um campo elétrico. Este campo elétrico é formado na área de junção dos materiais, por uma diferença de potencial elétrico existente entre esses materiais semicondutores. Os elétrons livres são levados para fora das células de energia solar e ficam disponíveis para serem usados na forma de energia elétrica. A Figura 1 exemplifica uma placa fotovoltaica.

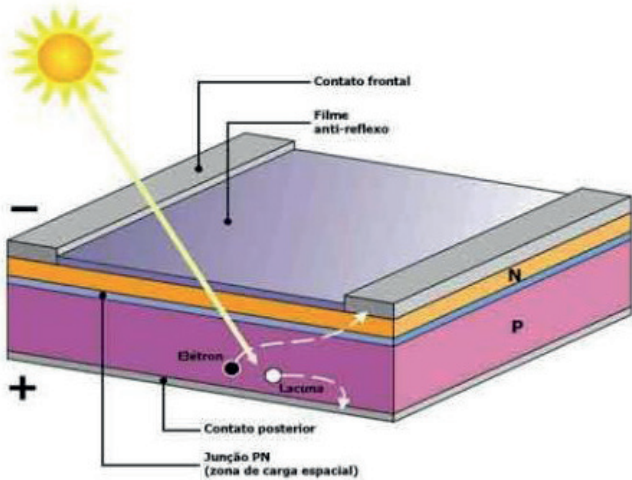


Figura 01 – Modelo de uma placa fotovoltaica
Fonte: BRAGA,(2015).

O interesse neste sistema reside na eficiência do mesmo gerar energia utilizando uma fonte renovável como combustível. Diante desta nova perspectiva exposta, o presente trabalho tem como objetivo evidenciar o princípio de funcionamento de um reator eletrolítico, painel solar e uma célula combustível.

2. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para os equipamentos e sistemas montados segundo Damasceno (2017) e Pinto (2014), foram os seguintes:

- Reator eletrolítico (Hy-PEM XP 024);
- Sistema de compressão (Hy-COMP XT – HP version);
- Célula combustível (FCS – c3000).

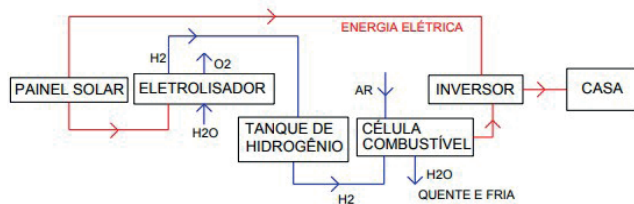


Figura 02 – Esquematização do sistema composto por uma célula de combustível, eletrolisador e painel solar
Fonte: Autores.

Para complementar o estudo desenvolvido por Damasceno (2017), acrescenta-se a pesquisa desenvolvida por Pinto (2014). Adicionam-se ao sistema painéis fotovoltaicos, um controlador de carga, um inversor e cilindros de armazenamento de hidrogênio. Logo, forma um sistema integrado como mostra a Figura 3:

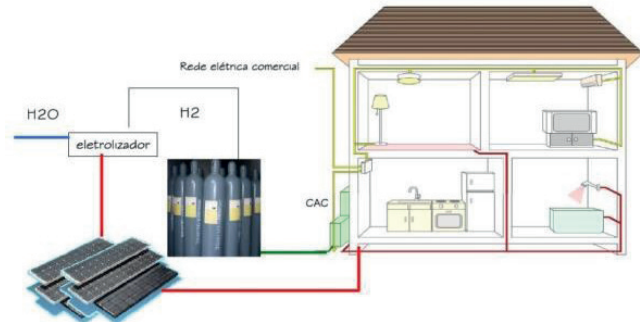


Figura 03 – Esquematização do sistema composto por uma célula de combustível, eletrolisador e painel solar
Fonte: Silva, 2018.

Para gerar energia o sistema funciona desde que, a luz solar inicie o processo de produção e estocagem de hidrogênio. Durante o dia o sistema pode obter energia elétrica dos painéis solares e da célula, e a noite ou em dias nublados, o sistema ativa a célula combustível.

O excedente de energia solar é utilizado para produzir hidrogênio e oxigênio através da eletrólise da água. O hidrogênio e o oxigênio podem ser armazenados em tanques onde estão prontos para serem utilizados na célula quando se necessita de energia elétrica.

A energia solar é utilizada para fazer a eletrólise da água através de um eletrolisador obtendo como resultado hidrogênio e oxigênio em estado gasoso. Esses gases são estocados e recombinados por intermédio de reações eletroquímicas dentro da célula combustível tendo como produto, água pura e energia elétrica.

O sistema ainda pode ser interconectado à rede de serviço público de abastecimento de energia, e quando houver hidrogênio sobrando e os dispositivos da casa estiverem em repouso a eletricidade adicional poderá ser injetada na rede de energia elétrica.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Segundo Damasceno (2017), os experimentos realizados para levantar as curvas de polarização foram utilizados primeiramente para verificar a geração de energia elétrica utilizando hidrogênio como combustível. Constatou-se que o funcionamento diário da célula fez com que a mesma passasse por um processo de “amaciamento” conseguindo alcançar a tensão máxima contida nas especificações do equipamento, 68,2V.

O resultado experimental mostrou que até o último funcionamento, a célula combustível foi capaz de fornecer uma potência de aproximadamente 1087W (25 A e 43,5V), um pouco mais de 36,6% da sua capacidade máxima.

Para uma melhor compreensão dos resultados, Damasceno(2017) mostra uma curva relacionando o hidrogênio consumido em função da potência elétrica verificada, conforme a Figura 4.

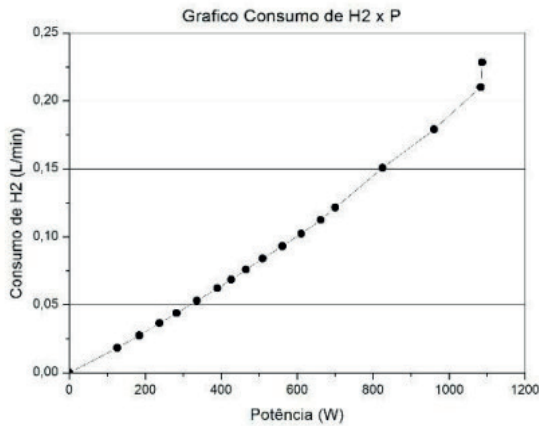


Figura 04 – Funcionamento da célula de combustível: consumo de H2 pela potência
 Fonte: DAMASCENO, (2017).

Conforme Braga (2015), um eletrolisador baseado na tecnologia PEM apresenta diversas vantagens sobre o convencional eletrolisador alcalino, tais como uma maior eficiência energética. A eficiência de um eletrolisador PEM alcança desde 55% até 70%. Entretanto, esses sistemas necessitam de componentes mais especiais, incluindo uma membrana polimérica de alto custo e eletrodos porosos, além de coletores de corrente.

Foi feita a relação entre os custos entre produção de hidrogênio e o custo da energia solar, conforme a Figura 05 apresentada a seguir.

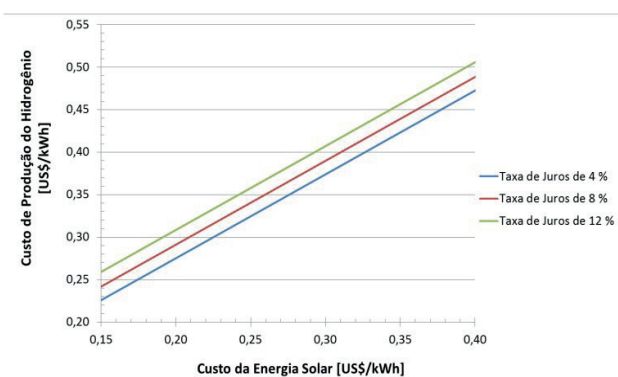


Figura 05 – Custos de H2 x custos de energia solar
 Fonte: BRAGA (2015).

Ainda, segundo Braga (2015), pela análise do gráfico, verifica-se que para a faixa considerada dos custos da eletricidade gerada a partir de PVs de 0,15 até 0,40 US\$/kWh são encontrados custos de produção de hidrogênio entre 0,23

e 0,51 US\$/kWh. Quanto à análise econômica, a produção do hidrogênio a partir da energia solar de painéis fotovoltaicos não se mostrou como sendo uma alternativa atrativa, apresentando custos significativamente superiores se comparados aos obtidos pelas fontes eólica e hidrelétrica. Tal fato explica-se devido ao elevado custo de geração de energia elétrica atualmente obtida por essa fonte.

Os valores dos custos de produção de hidrogênio encontrados para fontes renováveis são significativamente maiores que os de fontes fósseis. Desta forma, vale ressaltar a importância de políticas de incentivo às fontes renováveis, com auxílios governamentais à produção de hidrogênio por fontes não fósseis, podendo tornar mais atrativa aos investidores essas alternativas.

A partir dos dados apresentados na Figura 6, nota-se que o melhor rendimento global para a geração de hidrogênio é a oxidação parcial de hidrocarbonetos e eletrólise da água com acionamento do eletrolisador por usinas hidrelétricas.

Desempenho - Rendimento			
Aspectos Economicos	RD	Harmonização	eVetor
Reforma à Vapor (RV)	80,0	0,25	0,25
Oxidação Parcial (OP)	75,0	0,24	0,24
Gaseificação do Carvão (GC)	55,0	0,17	0,17
Eletrólise - Solar (EL)	14,0	0,04	0,04
Eletrólise - Eólica (EE)	31,5	0,10	0,10
Eletrólise - Hidrelétrica (EH)	63,0	0,20	0,20
Soma:	318,5	1,0	

Figura 06 – v
 Fonte: BRAGA, (2015).

A partir dos resultados apresentados, formula-se os seguintes lugares para a instalação do sistema já supracitado:

- Hospitais;
- Ilhas de pequeno porte;
- Condomínios que procuram sustentabilidade;
- Semiárido da Paraíba;
- Entre outros locais que possuam alta insolação;

Para hospitais, esse sistema é favorável. Em caso de ausência de energia elétrica da rede, o sistema com placa solar, eletrolisador e célula substitui geradores convencionais e baterias. Além de necessitar de pouca quantidade de água, visto que uma vez abastecido o reator pode funcionar por semanas, os aparelhos praticamente não produzem ruídos, aspectos importantes para um ambiente hospitalar. Não só isso, provem de fontes renováveis em oposição aos combustíveis fósseis utilizados em geradores.

Para uma ilha de pequeno porte, tal proposta torna-se aceitável. Desde que esteja localizada próxima à linha do Equador, isso pode ser instalado. Devido à disponibilidade de luz do sol e água (necessários para a placa e reator) e o pequeno espaço (notando-se que o sistema ocupa um espaço mínimo) a geração de energia através da proposição deste artigo também é aplicável.

Por fim, em condomínios que desejam energia limpa, o sistema também pode ser instalado. Para diminuir custos com iluminação, cerca elétrica e portões automáticos, além de prevenção de um apagão, a geração de energia elétrica por meio de placa solar, eletrolisador e célula se aplica eficientemente.

Na figura 7, pode-se observar locais no Brasil nos quais há maior incidência de raios solares e consequentemente ideais para o sistema de geração de energia renovável.

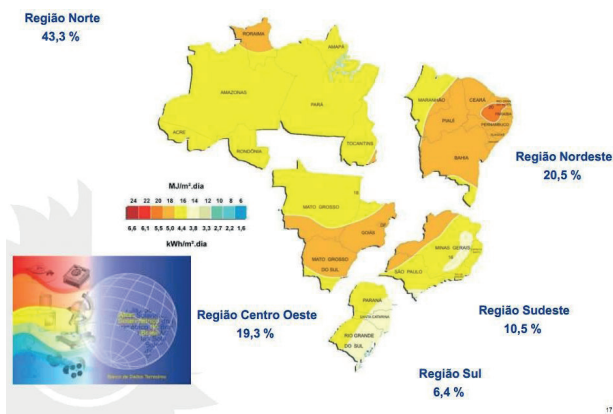


Figura 07 – Radiação solar global diária - média anual típica (MJ/m².dia)
Fonte: Solar,2017

O sistema de produção de energia elétrica a partir do hidrogênio pode ser instalada no Nordeste, mais especificamente no estado da Paraíba.

Segundo estudos da Empresa de Pesquisa Energética (EPE), a geração solar fotovoltaica centralizada, cujos projetos são oriundos principalmente de leilões promovidos pelo Governo Federal, crescerá, em média, expressivos 84,6% a.a. de 2016 até 2026, alcançando 9,7 GW, montante que corresponderá a 4,7% da capacidade instalada de geração do Brasil. O Nordeste será a região mais contemplada nos investimentos previstos, em função de sua elevada competitividade nessa atividade.

O Operador Nacional do Sistema (ONS)(2018) constatou que a geração de energia eólica e solar na região Nordeste é promissora. A energia solar registrou recorde de geração instantânea ao atingir um pico de 675 megawatts (MW), o fator de capacidade instalada chegou a 86%. Na figura 8 são apresentados os dados da incidência de raios solares na região Nordeste.

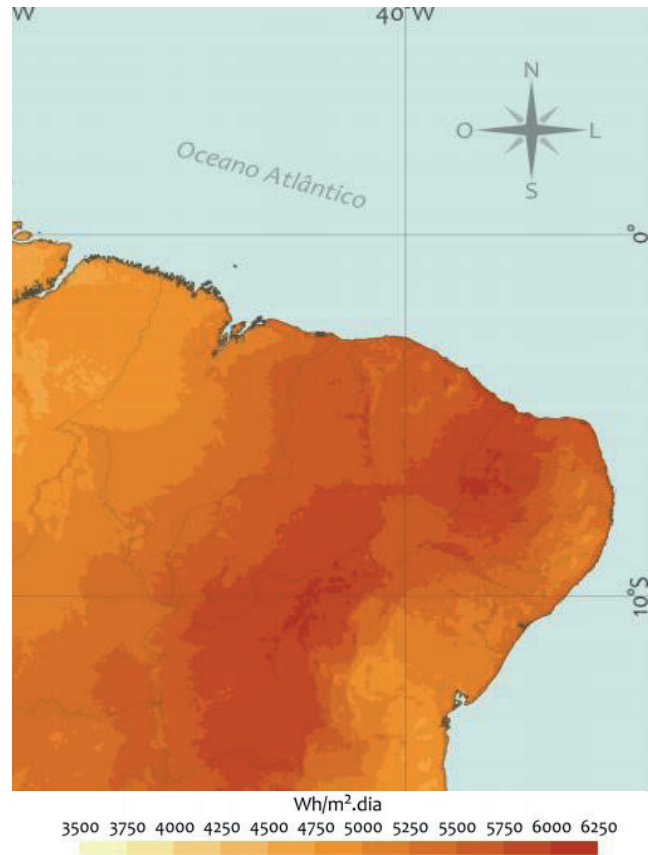


Figura 08 – Incidência de raios solares na região Nordeste
Fonte: Atlas Brasileiro de Energia Solar (2017)

Uma região que apresenta potencialidade de energia renovável é o Sertão do Estado da Paraíba, na qual apresenta uma alta incidência de luz solar, especificamente nas cidades (Coremas, Catolé do Rocha e Sousa), despertado o interesse de empresas para a instalação de usinas que utilizam o sol como fonte de geração de energia. Cidades como Sousa e Patos têm uma radiação média anual de 20 MJ/m². Em um mês como dezembro, por exemplo, a Paraíba tem uma incidência de 24 MJ/m² a 26 MJ/m² (DUQUE,2018).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A energia solar pode contribuir de maneira significativa para geração de energia elétrica. Atualmente, a produção de energia solar não está consolidada no Brasil, quando comparada à hidroeletricidade. Para alguns casos, como comunidades afastadas, por exemplo, ou onde não existem alternativas é favorável a utilização de geração de energia solar. Durante a pesquisa foi possível verificar que a radiação do sol pode contribuir de diversas maneiras com a economia de energia, inclusive na produção de hidrogênio a partir de um reator eletroquímico alimentado por uma placa fotovoltaica. Além disso, a utilização do hidrogênio

como fonte sustentável de energia mostra-se um caminho promissor. No sistema apresentado para gerar hidrogênio, é através da separação da água, utilizando energia elétrica para dividi-la em hidrogênio e oxigênio. A eletrólise praticamente, não apresenta nenhuma poluição ou subprodutos tóxicos, se a corrente elétrica é gerada utilizando energias renováveis, tais como energia solar ou eólica. Diante do exposto e da dificuldade existente na atualidade, em produzir energia suficiente para a demanda, é necessário a escolha de energias alternativas e limpas, neste caso, foi proposto a geração de energia elétrica a partir de um sistema composto por um eletrolisador, painel solar e uma célula de combustível. Os Estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte são favoráveis para este tipo de geração, isso é verificado através de atlas Solarimétricos que indicam essa região, como propícia à produção de energia solar.

REFERÊNCIAS

- ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Altas de energia elétrica do Brasil. Brasília, ANEEL: 2005. 243p. 2005.
- BRAGA, G. G. A. Aspectos técnicos, econômicos e de sustentabilidade da produção de hidrogênio renovável. 2015. 80 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2015.
- DAMASCENO, A. S. produção de energia elétrica utilizando hidrogênio como combustível. 2017. 97p. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Campina Grande. Campina Grande, PB.
- FIGUEIREDO, Hugo Fernando Magalhães; PODOLAK, Lucas; SCHULTZ, Lilian Rosana Kremer. projeto e desenvolvimento de um sistema fotovoltaico autônomo voltado a área rural. Revista Técnico-Científica, n. 15, 2018.
- GOMES, W. Z. Elaboração de Protocolo de Testes para Células a Combustível Portáteis. Dissertação de Mestrado, 2011.
- KNOB, D. Geração de Hidrogênio por Eletrólise da Água Utilizando Energia Solar Fotovoltaica. Dissertação de Mestrado, 2013.
- KNABBEN, Marcel Augusto et al. Sistema de Armazenamento e Gerenciamento de Energia Solar Fotovoltaica Aplicado em um Protótipo Funcional Photovoltaic Solar Energy Storage and Management System Applied to a Functional Prototype. Braz. J. Technol, v. 1, n. 2, p. 334-343, 2018.
- PEREIRA, Enio et al. Atlas Brasileiro de Energia Solar. 2º

- ed. São José dos Campos:[s.n.],2017. 89 p. Disponível em: <http://ftp.cptec.inpe.br/labren/publ/livros/Atlas_Brasileiro_Energia_Solar_2a_Edicao.pdf>. Acesso em: 06 dez. 2018.
- SOLAR, Energia. Energia Solar. Recopilado de: <https://autosolar.es/bateriasagm/bateria-agm-12v-220ah-victron-energy>. El, v. 20, 2017.
- SILVA, Julierme Siriano; FERREIRA, Alan Henrique Rios; JÚNIOR, Joel Carlos Zukowski. estudo de viabilidade econômica de microgeração de energia solar integrada à rede na uft campus gurupi-to. revista cereus, v. 9, n. 1, p. 88-105, 2017.
- ZENG, K.; ZHANG, D. Recent progress in alkaline water electrolysis for hydrogen production and applications. Progress in Energy and Combustion Science, v. 36, n. 3, p. 307-326, 2010. Elsevier Ltd. Disponível em: Acesso em: 20/07/2019

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/0000-0002-1301-6066>

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

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: professorluisreyes@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/0000-0001-9250-1432>

KEILA MACHADO DE MEDEIROS, Dra. | Universidade Federal do Recôncavo da Bahia-UFRB | Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade-CETENS | Avenida Centenário, 697, Bairro SIM, CEP:44085-132, Feira de Santana-BA | E-mail: keilamedeiros@ufrb.edu.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

BEZERRA, Vanessa Rosales; LIMA, Carlos Antônio Pereira de; MONTERO, Luis Reyes Rosales; LEITE, Valderi Duarte; MEDEIROS, Keila Machado de. Implementação de Sistemas Autônomos de Geração de Energia para a Região do Semiárido Paraibano. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 89-95, nov. 2019.** 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.MIX2019.v5.n4.89-95>.

MATERIAIS E SUSTENTABILIDADE EM MOBILIÁRIO URBANO

MATERIALS AND SUSTAINABILITY ON URBAN FURNITURE

PAULO CESAR MACHADO FERROLI, Dr. | VIRTUHAB - UFSC

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra. | POSARQ – VIRTUHAB - UFSC

JOSÉ MANUEL COUCEIRO BAROSA CORREA FRADE, Dr. | LIDA – IPL

HELENA MARIA COELHO DA ROCHA TERREIRO GALHA BÁRTOLO, Dra. | ESTG– IPL

RESUMO

Este artigo possui como tema os mobiliários urbanos. O mobiliário urbano é característico da civilização, com registros de usos em agrupamentos humanos há mais de 15.000 anos. Esta pesquisa buscou estabelecer padrões comparativos estético-formais, mecânicos, ergonômicos e ambientais para composição de um panorama de mobiliários urbanos encontrados em países da Europa. As características que regem esse tipo de mobiliário são diferentes dos mobiliários residencial e condominial. Como método de estudo, utilizou-se a Deriva, proposta por Debord (1958), tendo como ponto focal a observação dos mobiliários inseridos em diversas cidades europeias. No panorama, foram inseridos mobiliários de 18 cidades e 6 países europeus. Os dados obtidos podem ser utilizados como fator comparativo com os mobiliários urbanos encontrados no Brasil e servem de análise para inserção da sustentabilidade nos produtos.

PALAVRAS CHAVE: Materiais; Mobiliário Urbano; Sustentabilidade

ABSTRACT

This paper is about urban furniture. Street furniture is characteristic of civilization, with records of use in human groupings for over 15,000 years. This research aimed to establish aesthetic-formal, mechanical, ergonomic and environmental comparative standards for the composition of a panorama of urban furniture found in European countries. The characteristics that govern this type of furniture are different from residential and condominium furniture. As a study method, we used the Deriva, proposed by Debord (1958). Its focal point is the observation of furniture inserted in several European cities. In the panorama, furniture from 18 cities and 6 European countries were inserted. The data obtained can be used as a comparative factor with urban furniture found in Brazil. Later they can be used to analyze the insertion of sustainability in the products.

KEY WORDS: Materials; Urban furniture; Sustainability



1. INTRODUÇÃO

De acordo com Harari (2017), nossa espécie (*Homo sapiens*) começou a se estruturar no que chamamos de cultura há aproximadamente 70.000 anos atrás. Isso ficou conhecido como Revolução Cognitiva. Outras duas ditas “revoluções” são mais recentes: a Agrícola, por volta de 12.000 anos atrás e a Científica, há apenas 500 anos.

Por algum tempo, os cientistas da antiguidade eram, por essência, generalistas. Suas áreas de atuação abrangiam diversos conhecimentos, como filosofia, matemática, música, artes e arquitetura, por exemplo. Com o passar do tempo, a ampliação da abrangência de cada “área” do saber e impossibilidade de alcançar uma generalização satisfatória para a resolução de problemas, resultou em fragmentação do conhecimento, tornando os cientistas mais especializados e por vezes restritos a um ramo do conhecimento.

A sustentabilidade, enquanto ciência complexa, tende a reverter esse aspecto ao resgatar a importância do conhecimento generalizado, mas de forma integrada, visto que não pode ser separada por eixos imaginários de conhecimento, onde necessariamente cada vertente (econômica, social ou ambiental) tem seu limite. Talvez o que possa ser observado nessa mudança é que não se trata de um profissional tentando resolver um problema de forma generalista, mas da integração de vários profissionais, ainda que especialistas, imprimindo suas diferentes visões na resolução do mesmo problema.

Em que parte exatamente a dimensão ambiental da sustentabilidade é única ou se interpõe com a esfera econômica, por exemplo, é algo que não parece passível de definição, no presente estado da arte. No pensamento geral, pelo menos, a tríade seria indissociável (pelo menos é posto aqui no sentido de indicar que a sustentabilidade pode ser definida com muitas outras dimensões, como cultural, religiosa, institucional, entre outras). Embora seja possível, tendo-se em conta a velocidade do mundo atual, argumentar que os estudos da questão ambiental iniciaram-se nos primeiros anos do século passado e com isso pode-se esperar por avanços consideráveis, também é fato de que a ciência da sustentabilidade é por demais recente, se comparada com outras.

Há que se considerar ainda que visões dissociadas da tríade da sustentabilidade podem ser equivocadas, mesmo que tratem de meras simplificações para facilitar a resolução dos problemas. Outras, mais recentes, afirmam que a dimensão econômica perverte a ideia e as possibilidades de se atingir um futuro que seja realmente sustentável.

Enquanto que grandes conquistas da humanidade (motor a combustão, eletricidade, penicilina, etc.) são datadas do final do século XVIII e início do XIX, somente

em 1972 aconteceu a primeira (e reconhecida) conferência mundial do meio-ambiente, em Estocolmo, na Suécia. Esta foi possível em função do aumento das pressões mundiais decorrentes do visível incremento da poluição e consequentemente redução da qualidade de vida das pessoas. Até então a questão ambiental era protelada por outras mais “relevantes” como progresso, desenvolvimento e avanços tecnológicos.

Na verdade a ciência da sustentabilidade requer um aporte de conhecimento e dados que talvez ainda não existam, embora haja avanços consideráveis em desenvolvimento tecnológico. Para esclarecer esta ideia, pode-se pensar que selecionar o material adequado para utilizar em um projeto que se pretende mais sustentável pode ser uma tarefa fácil, ante a grande quantidade de materiais compósitos, naturais ou alternativos que estão sendo desenvolvidos. Pode-se pensar no custo, na rentabilidade, no mercado, da demanda, na oferta (dimensão econômica). Depois pode-se pensar em materiais regionais, que sejam produzidos localmente, biodegradáveis e de menor impacto ambiental (dimensão social e ambiental). Por si só, analisando de forma isolada, poderia dizer que o produto é mais sustentável porque foram utilizadas estas premissas? Nunca!

Para que a decisão de qual material deve ser utilizado em um produto ou em uma edificação, há de se considerar as alternativas a este material, prognosticar seu uso naquele contexto e estabelecer pesos e medidas que permitam tomar uma decisão em tempo hábil considerando todo o ciclo de vida de um produto e uma grande quantidade de variáveis. Sem dados e conhecimento de comportamento do usuário, por exemplo, tal tarefa pode se tornar uma grande perda de tempo e conduzir a decisões equivocadas. Então, existe a tecnologia do material, mas não é possível afirmar que seu uso seja realmente mais sustentável, porque dependemos de dados de materiais, de fornecedores daquele contexto e, de pesos e medidas que ainda não foram estabelecidos que poderiam nos conduzir a prognósticos possíveis de se concretizar.

A atividade projetual (que neste artigo aborda design de produto, arquitetura e engenharia) modificou-se ao longo dos anos, sendo que a questão da sustentabilidade, principalmente em seus aspectos econômicos e ambientais, passou a ser incorporada nas atividades pré-projetuais (que dependendo da área podem ser denominadas como briefing, anteprojeto, projeto conceitual, e assim por diante). Por exemplo, sob a perspectiva inicial do eco-design, que foi definido por Manzini e Vezzoli (2002) como a atividade que liga o tecnicamente possível com

o ecologicamente necessário - e que com isso, favorece o surgimento de novas propostas social e culturalmente aceitáveis - as etapas iniciais do projeto do produto referem-se ao desenvolvimento de um novo conceito, a organização do projeto piloto e a seleção de materiais.

Com o passar dos anos percebe-se que o eco-design foi acrescido, diante da realidade encontrada, para a plenitude do conceito, pelo menos da tríade moderna da sustentabilidade, com os eixos econômico, social e ambiental sendo considerados de forma integrada (modelo ESA – LIBRELOTTO, 2009) estabelecido a partir das proposições de Elkington (2004) pelo Tripple Botton Line.

Essa modificação é fundamental, pois com isso insere-se na atividade de projeto perspectivas mais subjetivas a medida que incorporam-se as demandas sócio-culturais. Tradicionalmente os projetos envolvendo as engenharias possuem mais evidência nos aspectos quantitativos, tradicionais nas considerações técnicas e econômicas, enquanto que na arquitetura e design os aspectos estético-sensoriais recebem prioridade. Neste aspecto a sustentabilidade contribuiu para uma abordagem interdisciplinar, onde todos estes aspectos devem estar equilibrados na linguagem projetual de designers, arquitetos e engenheiros.

Soma-se a questão ambiental, os conceitos recentes de eco inovação, economia circular e pensamento sistêmico, modelagem simultânea integrada e manufatura aditiva, após a elaboração do Relatório Bruntland, que criou o conceito de desenvolvimento sustentável.

O presente artigo tem como objetivo uma análise qualitativa comparativa de alguns mobiliários urbanos encontrados em cidades da Europa tomando por base os seus materiais constituintes. Desta forma busca-se um melhor entendimento de como a introdução das questões sócio-ambientais (neste caso sócio-culturais-ambientais) do modelo ESA influenciaram nas questões projetuais envolvendo mobiliário urbano moderno.

2. METODOLOGIA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Procedimentos metodológicos

Para o desenvolvimento deste artigo, utilizou-se a pesquisa exploratória-descritiva, com aplicação do procedimento de pesquisa bibliográfica, documental e pesquisa de campo, incluindo fotografias e análises in loco. Utilizou-se o procedimento da Deriva urbana, desenvolvida em diferentes cidades europeias, como forma de seleção dos objetos de estudo na pesquisa de campo. Inseriu-se como ponto focal da Deriva, os mobiliários urbanos encontrados no percurso.

O método da Deriva, proposto por Gui Debord em 1958, pode ser definido como um procedimento e uma teoria pelo “Modo de comportamento experimental ligado às condições da sociedade urbana: técnica de passagem rápida por ambiências variadas. Diz-se também, mais particularmente, para designar a duração de um exercício contínuo dessa experiência”. (DEBORD, 2003).

A Deriva foi realizada por um pequeno grupo constituído por 4 pessoas de diferentes faixas etárias nas cidades de: Varsóvia, Poznan, Gdansk e Cracóvia (Polônia); Frankfurt, Munique, Berlim e Colônia (Alemanha); Budapeste (Hungria); Bruxelas (Bélgica); Coimbra, Guimarães, Nazaré, Caldas da Rainha (Portugal) e, Linz, Graz, Viena e Innsbruck (Áustria). O tempo de realização do experimento espacial demorou de 8 a 10 horas ininterruptas em cada cidade. São apresentados aqui os exemplares e características dos mobiliários identificados pelo grupo, que mais atraíram a atenção.

Cidades	Mobiliário
Varsóvia (Polônia)	1 – Assento/espreguiçadeira para descanso em madeira.
Poznan (Polônia)	2- Assento em concreto e plástico para descanso, com painel fotovoltaico e carregador de celular 6- Equipamento para brincadeiras infantis em plástico
Gdansk (Polônia)	18- Bicletário em aço inox 25 – Assento em metal e plástico
Cracóvia (Polônia)	12 –Calha para passagem de equipamentos de mobilidade em metal 24- Conjunto mesa/assento em madeira e metal
Frankfurt (Alemanha)	3- Equipamento para prática de atividade física / lazer em metal e componentes em plástico (cordas e assentos) 4- Equipamento (função indefinida, talvez recreação infantil) em madeira e metal. 11- Calha para passagem de equipamentos de mobilidade em metal
Munique (Alemanha)	5- Assento em Plástico 17- Bicletário em aço e plástico
Berlim (Alemanha)	28 – Tubo de luz em metal/plástico
Colônia (Alemanha)	7- Assento em Metal (Inox) 8 – Assento em metal
Budapeste (Hungria)	14 – Bicletário em metal 15 – Assento em granito 16- Floreira/divisória, em vidro, madeira e metal.
Bruxelas (Bélgica)	22- Assento em concreto e madeira
Coimbra (Portugal)	9 – Assento em pneus reciclados

Guimarães (Portugal)	27- Assento em metal
Caldas da Rainha (Portugal)	19- Bicletário em aço e plástico
Nazaré (Portugal)	23- Assento em madeira e aço
Linz (Áustria)	13 – Assento em madeira e metal
Graz (Áustria)	20 – Assento em madeira e ferro
Insbruck (Áustria)	21- Conjunto banco e mesa em metal, madeira e concreto
Viena (Áustria)	10 – Calha para passagem de equipamentos de mobilidade em metal 26- Assento em plástico

Tabela 1 – Resumo dos mobiliários avaliados
Fonte: Autores.

A coleta de dados sobre os mobiliários no local foi realizado por meio de experimentação do mobiliário com ênfase aos aspectos subjetivos, que abordaram a percepção visual dos atributos ligados às três dimensões da sustentabilidade, além da análise de atributos técnicos (quando possível) como materiais usados, técnicas construtivas e fatores vinculados ao conforto e segurança. Utilizou-se como referência de análise os fatores estabelecidas pela ferramenta FEM (Ferramenta para Escolha de Materiais) de Librelotto e outros (2012), quanto aos fatores: fabris e produtivos (E), mercadológicos e sociais (S/E), ergonômicos e de segurança (S/A), estéticos (S/A), ecológicos (A) e econômicos (E). Tais fatores estão relacionados às três dimensões da sustentabilidade como indicado nos parênteses pelas letras (E – Econômico, S- Social, A – Ambiental).

Para o pleno entendimento da inter-relação entre os fatores da sustentabilidade foi necessária, antes da análise qualitativa no local, um estudo bibliográfico, incluindo evolução histórica e tendências regionais, além do estudo de oferta e histórico de utilização dos materiais, de acordo com o local onde o mobiliário urbano se encontra.

As principais publicações nacionais para o tema, pela pesquisa bibliográfica foram:

- John e da Luz Reis (2010) – o artigo trata da percepção e estética do mobiliário urbano relacionadas às necessidades estéticas e funcionais por parte dos usuários dos espaços.
- Montenegro (2005) – cuja dissertação trata da análise e avaliação do Desenho do Mobiliário Urbano para os espaços públicos em estudos de casos.
- John (2012) - que tratou da avaliação estética do mobiliário urbano e do uso de abrigos de ônibus por cadeirantes.

Internacionalmente, das muitas publicações que abordam o tema, destacam-se: March (1972), Yücel (2013), Main e Hannah (2010) e Ormsbee (1988).

2.2 Referencial teórico

2.2.1 Mobiliário

Tradicionalmente quando se faz referência à mobiliário, pensa-se no uso da madeira, material originalmente utilizado na fabricação de móveis, por sua leveza, resistência e possibilidades de emprego de técnicas de modelagem. Imagina-se também algo móvel, e neste aspecto, o termo mobiliário urbano mostra-se um tanto confuso, visto que pode não se tratar, efetivamente, de algo com mobilidade.

A NBR 9050 (ABNT, 2015) define mobiliário urbano como “todos os objetos, elementos e pequenas construções integrantes da paisagem urbana, de natureza utilitária ou não, implantados mediante autorização do poder público em espaços públicos e privados”. Desta forma, de acordo com essa norma, pode-se considerar como mobiliário urbano: abrigos de ônibus, acessos ao metrô, esculturas, painéis, playgrounds, cabines telefônicas, postes, lixeiras, quiosques, relógios, bancos, etc.

Já de acordo com Gil (2011) mobiliário urbano é definido como um conjunto de equipamentos de rua que estão inseridos em um espaço público com o propósito de oferecer serviços específicos e diferentes funções com resposta às necessidades da população. É de suma importância sua relação com arquitetura, design e engenharia, uma vez que esse tipo de interferência altera a paisagem urbana, sendo portanto necessário que tanto na forma, quanto nos materiais utilizados tenha-se o devido cuidado com fatores mercadológicos e culturais da região.

Conforme comentado por Montenegro (2005), diferente do mobiliário doméstico, o urbano não é adquirido pelo próprio usuário, que apenas faz uso dele. Ou seja, o usuário não é um cliente principal, pois diferente do cliente tradicional, que “escolhe” o objeto, neste caso o poder público escolhe por ele. Portanto, é possível que os gostos pessoais e específicos do indivíduo sejam protelados em prol de um senso comum. Cabe então ao projetista um duplo desafio: o mobiliário urbano deve estar ao mesmo tempo em conformidade com a herança cultural e histórica do povo e dos costumes da região, mas também deve atrair os visitantes.

Outra característica relevante é que existem dois tipos de mobiliários urbanos: aqueles que de fato as pessoas utilizam e interagem fisicamente de forma direta através do toque ou contato (bancos e lixeiras, por exemplo) e aqueles não utilizáveis, como postes, esculturas e placas (dentre outros).

Heskett (2005) comenta que muito do “espírito” de uma cidade pode ser entendido a partir de seu mobiliário urbano. Isso explica as transformações encontradas recentemente nos mobiliários mostrados neste artigo com a inclusão de fatores ecológicos que estão claramente

objetivando transmitir a mensagem: nossa cidade (nosso país, nosso povo) se preocupa com o meio ambiente, com as questões econômicas, sociais e culturais vinculadas a isso. Esse tipo de mensagem é muito poderosa e influi diretamente no comportamento das pessoas: se o chão está sujo, as paredes manchadas e o mobiliário urbano depredado, torna-se mais suscetível que as pessoas não utilizem as lixeiras, por exemplo ou mesmo adotem comportamentos mais agressivos ao ambiente. Se no entanto, for o contrário: evitar o constrangimento inicial de ser pego em atitude depredatória transforma-se, com o passar do tempo, em hábito, e desta forma, temos um avanço do comportamento do indivíduo do ponto de vista ambiental, motivado pela cultura de um povo, que por sua vez, foi motivada pelo uso de um mobiliário urbano.

A integração do mobiliário urbano ao seu entorno, portanto, é uma condição básica para a valorização da cidade e de sua população. Yücel (2013) argumenta que o projeto dos ambientes nos quais o mobiliário foi planejado e coordenado como parte de um conceito de design mais amplo é melhor do que aqueles em que foram selecionados de forma fragmentada sem levar em conta as necessidades dos usuários, o caráter arquitetônico ou as condições no local.

O mobiliário urbano, quando bem projetado deve agrupar os valores culturais e suas relações com as ideias (formas estéticas), com os comportamentos (hábitos sociais) e com os materiais utilizados e seus processos de fabricação, instalação e montagem (parte técnica). Dessa forma, um mobiliário urbano mal projetado poderá ter como consequência a má utilização do mesmo, ou mesmo a não utilização e, por vezes, incentivar a depredação.

Yücel (2013) define as características que devem ser atendidas pelos mobiliários urbanos de forma a proporcionar segurança e proteção aos usuários. Os materiais e o projeto devem ser pensados de forma a prevenir acidentes, sem arestas vivas ou fixadores expostos. Ormsbee (1988) salienta que “a seleção e o design dos móveis devem levar em consideração os efeitos climáticos, como luz solar, expansão e contração, esforços transmitidos pelo vento, umidade e, em alguns casos, névoas salinas, geada ou gelo.” Para o autor os melhores designs geralmente incorporam formas simples e fortes, materiais nativos e recursos naturais, assim como acabamentos, em tons de preto, cinza e terra, acentuados com cores brilhantes.

2.2.1 Classificação

Ferroli e outros (2019), objetivando a integração do modelo ESA (Sustentabilidade Econômica, Social e Ambiental) com os materiais usados em diferentes tipos de mobiliários sugerem a seguinte classificação para o mobiliário:

I) Mobiliário residencial: projetado para uso interno, com poucos usuários (em geral núcleo familiar e seus convidados), com ambiente não agressivo e pouco sujeito a intempéries.

II) Mobiliário condominial interno: projetado para uso interno, porém com muitos usuários (pousadas, escolas, restaurantes, etc.). O ambiente não é tão agressivo, pouco sujeito a intempéries, porém o material está mais sujeito ao desgaste pelo uso compartilhado e mais intenso.

III) Mobiliário condominial externo: projetado para uso externo, com muitos usuários, em ambiente com público controlado (varandas, decks, sacadas, etc.). Com ambiente agressivo, sujeito a intempéries e desgaste pelo uso compartilhado e intenso.

IV) Mobiliário urbano: projetado para uso externo, com muitos usuários, em ambientes com público de livre acesso (praças, passarelas, pontes, estacionamentos, etc.). Ambiente agressivo, sujeito a intempéries e possibilidade de vandalismo, com uso intenso.

Dessa forma conclui-se que o termo “mobiliário urbano” é muito abrangente e envolve aspectos generalizados que mesclam conhecimentos da arquitetura, urbanismo, engenharia e design.

2.2.3 Materiais para mobiliário

Yücel (2013) destaca que os materiais mais usados em mobiliários urbanos são o aço e a madeira. Outros materiais como a pedra, o concreto, o plástico reciclado e outros, também podem ser utilizados. Destes pode-se dizer que madeira de reflorestamento, como uma fonte renovável, possui vantagens ambientais e econômicas, entretanto perde em resistência, durabilidade e manutibilidade. O aço inoxidável é de grande resistência e requer menor manutenção, entretanto tende a proporcionar custos iniciais maiores e possuem um consumo energético muito alto durante o ciclo de vida. As pedras naturais, são resistentes, de médio custo, possuem diversidade de cores e resistência e em geral maior dificuldade técnica para conformação. O concreto possui facilidade de moldagem em diferentes formatos, mas requer maior manutenção.

3. MOBILIÁRIOS URBANOS – FATORES CONSIDERADOS

Quanto aos materiais que são utilizados, após a seleção pelo projetista, é possível estabelecer de maneira fácil, uma relação com os requisitos de escolha de materiais propostos pela ferramenta FEM (Ferramenta de Escolha e Seleção de Materiais), disponível em Librelotto e outros

(2012). Os fatores foram identificados a partir de atributos marcantes dos mobiliários urbanos destacados pelo grupo que realizou a deriva e não necessariamente refletem o processo de tomada de decisão dos projetistas e intervenientes, cujo resultado pode ser intencional ou casual. Sucintamente pode-se observar a seguinte relação entre a FEM, a tríade ESA e o processo de escolha dos materiais nos mobiliários urbanos:

- Fatores fabris e produtivos: sendo o mobiliário urbano responsabilidade (na maioria dos casos) do poder público, é conveniente que se escolham materiais que possam ser produzidos/ confeccionados de forma rápida, favorecendo a padronização das partes constituintes, necessitando de matérias-primas que existam na região a um custo baixo e que envolvam, preferencialmente, métodos construtivos possíveis de serem executados por pessoas também da região. A figura 1 mostra um exemplo de produção rápida e design moderno, cuja produção pode ser realizada por diferentes materiais.

- Fatores mercadológicos e sociais: o uso de determinados materiais pode ter influência nas questões sociais e de mercado, com forte apelo para o marketing. Ressaltar o emprego de materiais modernos e que, de certa forma, tenham relação com a cultura e a sociedade da região é importante no sentido de proporcionar o uso do mobiliário. As questões tecnológicas também são relevantes, especialmente as que envolvem geração de energia e facilidades tecnológicas associadas. As figuras 2 e 3 mostram um mobiliário urbano que permite o carregamento de eletrônicos pelo usuário. Atualmente, ter a oportunidade de recarregar o celular em uma praça é uma atratividade muito conveniente, principalmente associando a isso placas solares para geração da energia.



Figura 01 – Mobiliário Urbano 1 em Varsóvia - Polônia
Fonte: Autores.



Figura 02 – Mobiliário Urbano 2 em Poznan (Polônia)
Fonte: Autores.



Figura 03 – Detalhe do Mobiliário Urbano 2 em Poznan (Polônia) para carregamento de eletrônicos pelos usuários
Fonte: Autores.

Fatores ergonômicos e de segurança: o tradicional banco de praça desconfortável feito de ferro fundido e madeira não é mais uma realidade. O mobiliário urbano moderno deve proporcionar o bem estar dos usuários, sendo parte da integração das pessoas, tanto locais quanto turistas. As figuras 4 e 5 mostram mobiliários urbanos na cidade alemã de Frankfurt. Na figura 4 pode-se notar o chão, construído com material compósito que tem por base EVA e cortiça, evitando que as crianças se machuquem em caso de queda. Já a figura 5 mostra a preocupação com ausência de cantos vivos na entrada para acesso interno ao equipamento e com acabamento polimérico nas bordas. Nessa imagem ressalta-se a existência de pichações, que demonstra a ausência de uma consciência à respeito de questões de preservação no patrimônio público.



Figura 04 – Mobiliário urbano 3 em Frankfurt (Alemanha)
Fonte: Autores.



Figura 06 – Mobiliário urbano 5 em Munique (Alemanha)
Fonte: Autores.



Figura 05 – Mobiliário urbano 4 em Frankfurt (Alemanha)
Fonte: Autores.



Figura 07 – Mobiliário urbano 6 em Poznan (Polônia)
Fonte: Autores.

- Fatores estéticos: a evolução dos materiais permite cada vez mais aos projetistas utilizarem a criatividade no projeto do mobiliário urbano. As figuras 6 e 7 mostram mobiliários urbanos com ênfase nos fatores estéticos, encontrados respectivamente nas cidades de Munique (Alemanha) e Poznan (Polônia), ambos fabricados com PPAR (Polipropileno Auto Reforçado).

- Fatores econômicos: novamente por serem financiados por recursos públicos, a questão econômica é muito relevante na escolha dos materiais que serão usados. Não somente com relação aos valores iniciais, mas principalmente com a questão da manutenção ao longo prazo. As figuras 8 e 9 ilustram esse aspecto pelo emprego do aço inoxidável em mobiliários urbanos. Devido a presença de Cromo e Níquel na composição, esse tipo de material é imune a formação do óxido de ferro e não precisa ser protegido por meio de pinturas ou tratamentos superficiais a base de zinco, por exemplo. A durabilidade do material frente a outros materiais é de até 20 vezes mais (CALLISTER JR; RETHWISCH, 2016).



Figura 08 – Mobiliário urbano 7 em Colônia (Alemanha)
Fonte: Autores.

Normalmente o aço inoxidável encontra um pouco de resistência dos setores financeiros dos órgãos públicos, pois seu custo inicial é muito superior ao de aços zincados por imersão a quente ou até aços carbono fosfatizados e

pintados. Contudo, além imunes a oxidação, os aços inoxidáveis possuem maior dureza superficial e resistência mecânica, o que permite menores espessuras.



Figura 09 – Mobiliário urbano 8 em Colônia (Alemanha)
Fonte: Autores.

- Fatores ecológicos e ambientais: finaliza a lista de requisitos para escolha dos materiais e integra todos os anteriores em uma abordagem que contempla a visão atual dos 5Rs (conforme Soares, 2019, entendidos como: Repensar, Reduzir, Reaproveitar, Reciclar e Recusar). Neste sentido, a figura 10 ilustra um caso interessante de reaproveitamento de pneus encontrado em Coimbra (Portugal). Este caso, pode ser criticado do ponto de vista estético, mas tem a função primária de conscientização, visto que incentiva discussões sobre reciclagem, reaproveitamento, desperdício de materiais e um viver mais sustentável. Obviamente trata-se de um exercício, de uma solução paliativa, uma vez que não seria possível acabar com os problemas ambientais decorrentes dos pneus transformando-os, todos, em bancos de praça.

A necessidade de integração das abordagens da FEM (Ferramenta de Escolha e Seleção de Materiais) fica evidenciada. Pode-se notar que a não observação de um ou mais aspectos acaba por deixar o produto falho. São muitos casos em que se observa mobiliários urbanos bem projetados do ponto de vista estético, mas com problemas de conforto (fatores ergonômicos), ou usando materiais muito caros (fatores econômicos); ou ainda bem projetados do ponto de vista econômico, mas com formas pouco atrativas (fatores estéticos) ou com fraco apelo social para a região em que está inserido (fatores mercadológicos).



Figura 10 – Mobiliário urbano 9 em Coimbra (Portugal)
Fonte: Autores.

Dos 28 mobiliários urbanos que constituíram a amostra, percebe-se que 11 são constituídos por um único material, onde foram usados a madeira, o granito, o pneu reciclado e os metais (8 mobiliários). Todos os demais mobiliários (17 unidades) são constituídos por dois ou mais materiais.

Os materiais mais empregados na amostra analisada foram os metais, presentes em 21 dos mobiliários (de forma única ou combinada com outros materiais), seguidos pelo plástico e a madeira. O concreto, a pedra e o vidro foram detectados em apenas 5 exemplares.

A partir da composição básica do panorama do uso dos materiais no mobiliário, elaborou-se uma análise geral quanto aos principais materiais (metal, madeira e plástico) que foram utilizados nos mobiliários urbanos, conforme os parâmetros da FEM:

Metais: grupo constituído por materiais como o ferro, o aço e alumínio, normalmente utilizados em composição de ligas metálicas, com adição de outros metais como o cobre, o cromo, o níquel e o zinco.

- Fabris e produtivos (E): os metais exigem equipamentos específicos de fabricação, onde normalmente empregam-se os processos de laminação e conformação (a frio ou a quente) por dobra, calandragem ou extrusão para obtenção de fios, vergalhões, chapas e tubos. As uniões são obtidas por soldagem ou pelo uso de conexões. Os equipamentos de fabricação podem ser facilmente obtidos e a mão de obra pode ser enquadrada como de média especialização.

- Mercadológicos e sociais (S/E): amplamente disponíveis para comercialização. Os minérios são encontrados em várias partes do mundo e exportados para diversos países. Em geral, a mão de obra local consegue trabalhar bem com esses materiais.

- Ergonômicos e de segurança (S/A): na fabricação, os processos estão associados à riscos de segurança, como ferramentas de corte, prensagem e a elevadas temperaturas, cuja prevenção requer o uso de luvas, máscaras, protetores oculares e auditivos. Durante o uso, caracterizam-se por peças de fácil manutenção, mas resistentes à cargas e com menor risco de vandalismo. O peso do móvel pronto, dependerá do tipo de metal empregado.

- Estéticos (S/A): apresentam um acabamento liso de fácil obtenção, que pode ser destacado pelo uso de cores ou acabamentos naturais. Em geral seus atributos são associados a sensações relacionadas ao frio e a contemporaneidade. Mais fácil de ser utilizado em formas retas e planas, mas a calandragem permite a obtenção de curvas e formas mais orgânicas.

- Ecológicos (A): tradicionalmente as atividades de mineração apresentam elevados impactos ambientais, como danos à paisagem, remoção de cobertura vegetal, contaminação de solo e grande quantidade de resíduos (muitos deles de alta toxicidade). O processo de fabricação apresenta, de um modo geral grande consumo de energia e emissão de CO₂. Como aspectos positivos ressalta-se sua durabilidade, resistência, e potencial de reciclabilidade (tanto pela inserção de resíduos na entrada, quanto na reciclagem final do material).

- Econômicos (E): os metais possuem um custo inicial maior quando comparado aos demais matérias, entretanto, possuem menor custo de manutenção ao longo da vida útil.

Madeiras: podem ser naturais ou ainda transformadas (laminados, compensados, aglomerados (MDPs – Medium Density Painels, OSBs - Oriented Strand Board e MDFs - Medium Density Fiberboard). O uso de madeiras naturais deve ser restrito às madeiras ditas de reflorestamento, como o pinus e eucalipto, que possuem um crescimento mais rápido que as espécies locais nativas e normalmente preservadas por leis.

- Fabris e produtivos (E): as madeiras naturais requerem pouca energia nos processos de fabricação, em geral caracterizado pela derrubada, transporte, desdobro (para obtenção de tábuas, ripas, vigas ou elementos de maior dimensão). São fáceis de serem conformadas e podem apresentar curvaturas. As madeiras transformadas requerem maior domínio tecnológico com produção realizada em equipamentos especializados e possuem considerável aumento de energia incorporada no processo de fabricação. Em geral os processos de montagem requerem uniões com colas, parafusos e pregos.

- Mercadológicos e sociais (S/E): as madeiras de reflorestamento foram introduzidas em diversas regiões e as técnicas de manuseio e fabricação em madeiras (tanto naturais, quanto transformadas) fazem parte do conhecimento popular.

- Ergonômicos e de segurança (S/A): apresenta alguns riscos no corte, que requerem o uso de equipamentos de segurança. Para maior durabilidade, as madeiras devem ser impermeabilizadas, tratadas contra a ação de xilófagos (insetos que se alimentam do material), e protegidas das intempéries pra maior durabilidade. Os tratamentos de proteção da madeira, normalmente utilizam químicos de alta toxicidade que prejudicam à saúde humana e podem levar a morte (como por exemplo o arsênio, o creosoto e o pentaclorofenol). As madeiras transformadas contam com a presença de colas e resinas fenólicas que também são prejudiciais à saúde.

- Estéticos (S/A): esteticamente podem ser trabalhadas para obtenção de formas torneadas com grande facilidade. Como sensação transmitem as características de conforto e isolamento. Podem ser apresentadas com diversos acabamentos. Podem ser utilizadas ao natural (roliças e com cascas), descascadas, falquejadas ou em ripas e vigas, na forma de chapas, tábuas ou lâminas.

- Ecológicos (A): embora sejam de origem natural, as madeiras passíveis de emprego na produção em larga escala não são objetos de preservação ambiental e normalmente são espécies introduzidas nos ecossistemas locais, podem até constituir espécies invasoras. Em geral, atingem grandes alturas, e peças para uso estrutural tem em média a idade aproximada de 15 anos. Neste tempo de crescimento, empobrecem o solo local e comprometem a manutenção dos biomas locais nativos. Como pontos positivos, são armazenadoras do CO₂ e podem ser recicladas. As madeiras transformadas podem incorporar resíduos em seu processo de fabricação, que apresenta em geral, pouca quantidade de emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa).

- Econômicos (E): as madeiras de reflorestamento, em geral possuem um custo inicial baixo quando comparadas com outros materiais. Entretanto requerem manutenção constante e possuem menor durabilidade.

Plásticos: são materiais artificiais formados pela combinação de carbono com oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e outros elementos orgânicos e inorgânicos que, em sua fase líquida podem ser moldados nas formas desejadas (BAUER, 1994)

- Fabris e produtivos (E): os plásticos de modo geral, mesmo nos casos em que há reforços de carga, possuem métodos de fabricação de baixo custo e de conhecimento geral. São processos que não requerem grande quantidade de energia e os produtos saem da injeção, extrusão, rotomoldagem ou demais processos de conformação plástica praticamente prontos para o uso. Este grupo de fatores é um dos pontos fortes deste material.

- Mercadológicos e sociais (S/E): a indústria dos descartáveis foi responsável pela ampla difusão dos polímeros sintéticos. A pressão advinda da questão ambiental abriu uma possibilidade para os chamados plásticos verdes, os quais não possuem tanto know how ainda, o que pode levar a uma maior dificuldade na escolha desse tipo de material, dependendo do local em que será implantado.

- Ergonômicos e de segurança (S/A): é um material de fácil manuseio e dificilmente apresenta algum risco de uso imediato ao usuário. O uso de elastômeros e cargas de resistência adicionados a resinas de poliolefinas ou outras convencionais torna fácil de se proporcionar conforto e segurança de uso com esse material.

- Estéticos (S/A): é um material muito fácil de ser conformado, favorecendo a criatividade do projetista. O acabamento também pode ser conservado mediante a adição de aditivos, especialmente fotoestabilizantes e plastificantes. Também se comporta bem com outros materiais não plásticos, como metais e madeiras.

- Ecológicos (A): dois grupos distintos de plásticos possuem abordagens diferentes neste quesito. Os plásticos sintéticos estão cada vez mais sendo preteridos por outros plásticos ou outros materiais em decorrência dos problemas ambientais causados. Contudo, tem que se levar em consideração que os plásticos que são usados em mobiliários urbanos são muitas vezes os que estão sendo reciclados ou reaproveitados de outros produtos, especialmente embalagens. Há de considerar também a grande evolução nos últimos anos no desenvolvimento dos polímeros biodegradáveis e nos plásticos verdes, com uma abordagem mais ecológica. Os plásticos compostáveis obviamente não são adequados para o presente caso.

- Econômicos (E): por todos os fatores comentados anteriormente pode-se notar que a cadeia produtiva dos plásticos está bem organizada, o processo de fabricação é de baixo custo com alta produtividade e não se necessitam elevados investimentos em mão-de-obra especializada. A questão da durabilidade do material é um dos pontos que afetam negativamente esse fator.

A tabela 2 apresenta um comparativo dos principais impactos ambientais dos materiais. Observa-se que obtenção destes dados de impacto requer uma pesquisa extensa em várias fontes bibliográficas e as comparações diretas devem ser evitadas em função das diferentes unidades de medida.

Material	Energia Incorporada	Emissões de CO2	Emissão de particulados
Madeira serrada	0,7 Kw/kg	Armazena	Ni
MLC	2,4 Kw/kg	Ni	Ni

Cimento	1,4 Kw/kg	48,44 kg/sc	Ni
Concreto	0,3 Kw/kg	Ni	Ni
Vidro	46.250,0 MJ/m3	54,97 kg/	Ni
Aço	5,9 Kw/kg	2,26 kg/kg	0,0018 kg/kg
Plástico PVC	18,0 Kw/kg	Ni	Ni
Alumínio	52,0 Kw/kg	Ni	Ni
Granito (rocha)	560 Kw/kg	Ni	Ni
Borracha sintética	160.650,0 MJ/m3	Ni	Ni

Ni – Não informado.

Tabela 02 – Comparativo de impacto ambiental
 Fonte: Oliveira (2008), Ceotto (2008), Tavares (2008),.

4. MOBILIÁRIOS URBANOS, SUSTENTABILIDADE E ESCOLHA DOS MATERIAIS

Uma significativa característica observada nos mobiliários urbanos dos países europeus é a preocupação com a questão social da sustentabilidade, motivada por aspectos culturais.

A figura 11 mostra um mobiliário urbano encontrado em Viena (Áustria), onde um detalhe é muito importante: trilho para facilitar o deslocamento de bicicletas nas escadas. O material de base é aço galvanizado e a cobertura apresenta muito desgaste, devido sobretudo ao atrito. Isso demonstra que apesar da visível preocupação social, o aspecto técnico não foi inteiramente considerado. As figuras 12 e 13 mostram o mesmo tipo de mobiliário urbano, encontrados na cidade de Frankfurt (Alemanha) e Cracóvia (Polônia); ambos construídos com materiais que permitem um uso mais intenso, sem comprometimento da parte estética.



Figura 11 – Mobiliário Urbano 10 em Viena - Áustria
 Fonte: Autores.

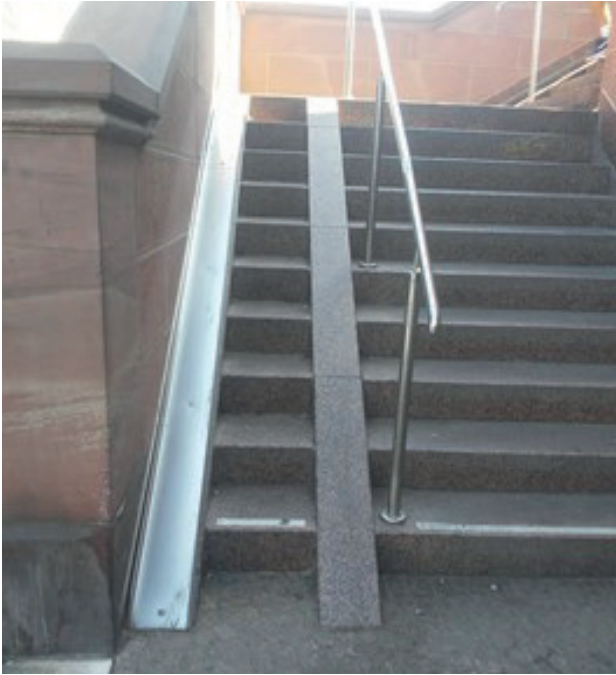


Figura 12 – Mobiliário Urbano 11 em Frankfurt – Alemanha
Fonte: Autores.

A principal diferença aqui não está no uso, mas sim no formato do projeto, que favorece o desgaste e principalmente no material escolhido para a fabricação.



Figura 13 – Mobiliário urbano 12 em Cracóvia (Polônia)
Fonte: Autores.

Quando analisam-se os mobiliários urbanos na questão da sustentabilidade, encontram-se várias maneiras de entendimento do que, efetivamente, é a sustentabilidade e de quão relativo é, na atualidade, esse entendimento. A figura 14 apresenta um mobiliário urbano encontrado na cidade de Linz, na Áustria, com uma abordagem diferente da sustentabilidade, com enfoque na dimensão social. Percebe-se claramente a busca por quebra de preconceitos na temática de mobiliário urbano, que é todo construído de madeira natural, possuindo uma placa de aço explicando o objetivo das cores utilizadas.



Figura 14 – Mobiliário urbano 13 na cidade de Linz, Áustria
Fonte: Autores.

No mobiliário urbano mostrado na figura 15 encontrado na cidade de Budapeste na Hungria, percebe-se uma tendência que foi observada em muitos lugares: a modernização dos bicicletários. Com o número de carros tornando o deslocamento urbano cada vez mais demorado, além de outros fatores observados como aumento do stress e do número de acidentes, o uso de bicicletas e patinetes está se consolidando, especialmente entre o público jovem.



Figura 15 – Bicicletário e assento (14 e 15) na cidade de Budapeste, na Hungria
Fonte: Autores.



Figura 16 – Mobiliário condicional 16 em Budapeste, na Hungria
Fonte: Autores.

Além do uso abundante de aço inoxidável, os bicicletários estão presentes em locais com alta concentração de jovens e turistas. A composição do ambiente com uso de granito proporciona uma composição moderna e vai ao encontro do exposto anteriormente sobre a “mensagem” a ser transmitida ao cidadão. Outro elemento importante também já comentado anteriormente é a composição do mobiliário urbano de acordo com o entorno. O mobiliário mostrado na figura 15 foi instalado junto ao mobiliário condicional da franquia Starbucks, que segue a tendência de linguagem da sustentabilidade, com alto apelo comercial, o que se pode observar claramente na figura 16. A opção do aluguel é mais viável para turistas e usuários não assíduos. Os moradores, que somam um grande número de usuários, circulam com sua própria bicicleta. Logo, a modernização dos bicicletários é fundamental, especialmente em cidades onde existe altos índices de furtos. Conforme pode-se ver nas figuras 17 (Munique, na Alemanha) e 18 (Gdansk, na Polônia), os materiais usados (aço inoxidável e pedras naturais) objetivam mostrar a modernidade, e também evitar o desgaste, mau uso e mesmo vandalismo, além de proporcionar segurança aos usuários.

Em pesquisa recentemente divulgada sobre dados do Detran de São Paulo pela revista AutoEsporte

(revistaautoesporte.globo.com, 2019) observam-se quedas sucessivas na emissão da primeira carteira de motorista, desde 2014 até os dias atuais, com recuo de quase 30%. Dentre as diversas razões que se apontam como indicativos, está a pouca relação de custo x benefício em se ter hoje um carro próprio, visto as inúmeras opções de deslocamento urbano acessíveis do ponto de vista econômico, como aplicativos de transporte privado urbano (Uber, Bolt, Levo, etc.) e aluguéis de bicicletas ou patinetes. Outro fator importante é o elevado tempo perdido em engarrafamentos, sendo que dados recentes apontam que os usuários de automóvel perdem em média mais de 200 horas por ano presos em engarrafamentos (<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-47477810>).



Figura 17 – Bicicletário (mobiliário 17) em Munique (Alemanha)
Fonte: Autores.



Figura 18 – Bicletário (mobiliário 18) em Gdansk (Polônia)
Fonte: Autores.

Na opção de transporte ao usuário, a figura 19 mostra um exemplo interessante, observado no Instituto Politécnico de Leiria, na cidade de Caldas da Rainha, em Portugal. O IPL fornece aos seus alunos, funcionários e professores a oportunidade de deslocamento mediante bicicletas que podem ser reservadas antecipadamente e usadas inclusive nos finais de semana para lazer.

Quanto ao emprego de materiais, além do aço inoxidável (já comentado neste artigo) a madeira natural mantém-se atual e é encontrada em praticamente todos os lugares, desde formas mais simples como as mostradas nas figuras 20 a 22, até mais elaboradas, com design moderno e inovador, como as mostradas nas figuras 23 e 24.



Figura 19 – Bicletário 19 Caldas da Rainha (Portugal)
Fonte: Autores.



Figura 20 – Banco em praça em Graz (20), na Áustria
Fonte: Autores.

Pode-se perceber claramente que o tipo de madeira usada influencia na durabilidade, sendo que as formas menos elaboradas tendem a ser produzidas com madeiras de baixo custo, e conseqüentemente menos resistentes. A figura 21 mostra um mobiliário urbano bastante desgastado encontrado na cidade de Innsbruck (Áustria) e a figura 22 também mostra um mobiliário com problemas de manutenção, na cidade de Bruxelas (Bélgica).



Figura 21 – Conjunto banco e mesa em Innsbruck (21), na Áustria
Fonte: Autores.



Figura 22 – Banco em Bruxelas (22), na Bélgica
Fonte: Autores.

Quando o design é mais elaborado, a tendência é o emprego de madeiras com melhor trabalhabilidade, mantendo a qualidade estética por mais tempo, sem gastos excessivos na manutenção. A figura 23 ilustra isso, com mobiliário encontrado na cidade de Nazaré (Portugal) e a figura 24 apresenta um exemplo encontrado em Cracóvia, na Polônia.

Outros materiais, além da madeira natural e do aço inoxidável são também utilizados, mas em menor escala. Os polímeros, de forma geral, apresentam inúmeras vantagens estéticas; porém, do ponto de vista ambiental não se constituem como melhor solução, pois seu uso em mobiliário urbano geralmente vem acompanhado da necessidade do emprego de elementos de aditivação, que torna o material ainda menos ecológico do que se apresenta normalmente. O emprego dos materiais poliméricos, em composição com metais permitem formas que não são possíveis com outros materiais considerando-se a mesma margem de preço. Diversos pesquisadores estão buscando melhores comportamentos mecânicos nos chamados plásticos verdes que permitam seu maior emprego. Uma vez que a grande vantagem desses materiais no momento é a compostagem ou biodecomposição seu uso no mobiliário urbano é muito limitado.



Figura 23 – Banco em Nazaré (23), Portugal
Fonte: Autores.

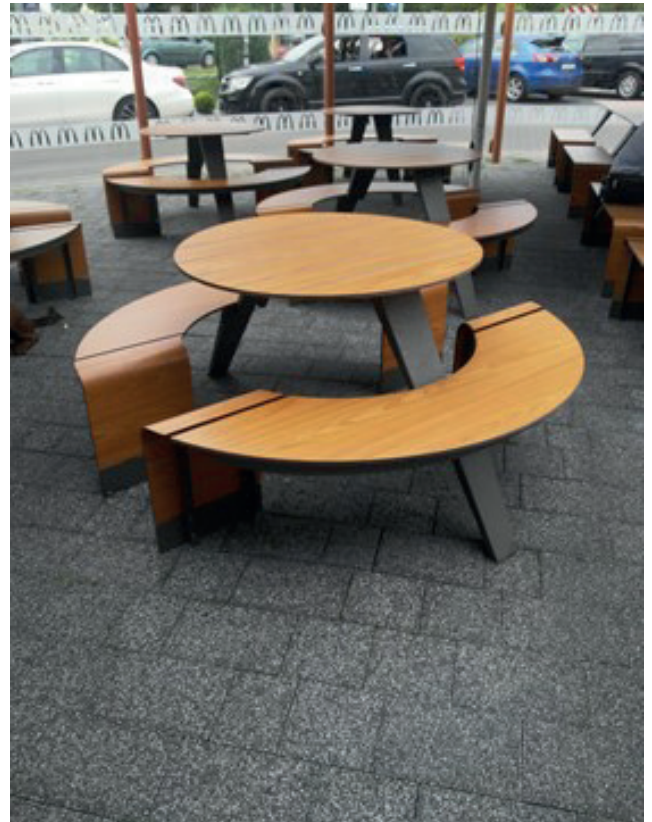


Figura 24 – Mobiliário Urbano 24 em Cracóvia (Polônia)
Fonte: Autores.

Obviamente que biodegradação não é o que se deseja em um mobiliário urbano, de modo que é provável que o uso dos polímeros neste tipo de produto fique cada vez menos usual. As matrizes poliméricas apresentam campo de interesse para o emprego dos compósitos, e então sim, a partir de fibras de vidro ou carbono constituírem mobiliários resistentes. As fibras de cânhamo e côco, em testes, são opções sustentáveis. A figura 25 mostra um mobiliário urbano muito interessante, encontrado na cidade de Gdansk (Polônia), onde tem-se parte do produto metálico e outra parte polimérico. O emprego das fibras poliméricas permite formas interessantes, com ganhos significativos do ponto de vista fabril e econômico, como se pode observa no exemplo da figura 26, em um mobiliário encontrado na cidade de Viena (Áustria). A composição também apresenta uma parte em madeira plástica (PVC wood).



Figura 25 – Mobiliário Urbano 25 em Gdansk (Polônia)
Fonte: Autores.



Figura 26 – Mobiliário Urbano 26 assento em Viena (Áustria)
Fonte: Autores.

Dos polímeros sintéticos o mais difícil de ser substituído são os transparentes, dentre eles o PMMA (acrílico) e o PC (policarbonato). O PMMA não é resistente aos raios UV e por isso tem seu uso mais restrito, uma vez que necessita ser aditivado, ou então, que se utilize o tipo Dayclear, que é mais caro (ASHBY; JOHNSON, 2012). O PC do tipo Lexan é o mais empregado no mobiliário urbano, pois já é fornecido aditivado contra os raios UV, além de ser muito mais leve e resistente que o vidro. A figura 27 mostra um exemplo de mobiliário urbano que une policarbonato com aço zincado, encontrado na cidade de Guimarães, em Portugal.



Figura 27 – Mobiliário Urbano 27 em Guimarães (Portugal)
Fonte: Autores.

Observa-se no entanto que apesar de todas as vantagens do material, especialmente com relação a resistência, isso não evita casos de vandalismo, como o encontrado em Berlim (Alemanha), mostrado na figura 28.

O concreto, vidro, pedras e demais materiais naturais também são empregados, mas em menor escala nos mobiliários mais modernos. A principal dificuldade para que estes materiais tenham um maior uso se deve a manutenção. Neste artigo não serão analisados portanto, sendo objeto de trabalho futuro.



Figura 28 – Mobiliário Urbano 28 em Berlim (Alemanha)
Fonte: Autores.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve por objetivo uma análise qualitativa da relação entre a escolha de materiais de um produto e as dimensões da sustentabilidade (econômica, social e ambiental).

O mobiliário urbano foi utilizado como fator de análise devido ao fato de ser um produto presente em todas as cidades do mundo. Outro fator interessante é ser de interesse geral nas áreas projetuais, sendo que existem arquitetos, engenheiros, designers, escultores, artistas, etc. envolvidos no tema.

O modelo ESA é quantitativo e qualitativo por essência, assim como toda e qualquer análise que envolva a sustentabilidade. Enquanto critérios econômicos, de fabricação e alguns ambientais são facilmente mensurados e por conseguinte possíveis de quantificação e análise estatística com rigor matemático, outros critérios, como os ergonômicos, de segurança e de mercado não são tão fáceis de serem mensurados, exigindo uma boa interpretação qualitativa nas análises. E ainda tem-se aqueles cujas análises envolvem emoção, sentimento, preconceitos e cultura, ainda mais qualitativos e difíceis de mensuração.

Ou seja, enquanto é relativamente fácil em um processo de projeto para escolha de materiais em um mobiliário

urbano decidir-se entre quais materiais são mais pesados, mais caros ou que irão resistir por mais tempo as intempéries, já não é tão simples decidir-se qual será mais confortável, qual trará mais benefícios econômicos à região ou qual poderá causar menor impacto ambiental. Se então tivermos que decidir os materiais analisando qual transmitirá melhor a mensagem cultural do povo da cidade, qual poderá ser menos preconceituoso com relação a povos, raças, credos ou sexualidade, ou mesmo qual atrairá mais os olhares de turistas por sua estética única, então o processo será ainda mais árduo e impreciso.

Portanto o primeiro dos objetivos foi tentar entender um pouco melhor as questões sociais do modelo ESA e dessa forma buscar uma melhor compreensão de como estas podem influenciar no desenvolvimento do mobiliário urbano das cidades e, por conseguinte, na escolha dos materiais que serão utilizados.

Para isso, o segundo objetivo foi tentar buscar uma ampla referência visual que permitisse interpolar dados e chegar a considerações conclusivas à respeito de grupos de materiais mais adequados para determinadas situações. Com isso, foi possível concluir que madeiras naturais escuras e aço inoxidável são os materiais mais adequados para o mobiliário urbano. Isso não significa que estes materiais não apresentam falhas; mas em uma análise comparativa destes com os polímeros, madeiras claras, concreto, fibras diversas, etc. pode-se perceber um conjunto de atributos que os colocam em vantagem.

Obviamente que este trata-se de um estudo não conclusivo e que deverá ser ampliado. A utilização de critérios que permitem quantificar as questões subjetivas poderão ser úteis para uma melhor tomada de decisão.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 9050 - Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2004.
- ASHBY, M.; JOHNSON, K. **Materiais e Design**. – A arte e a ciência de Seleção de Materiais em Design de Produto. Rio de Janeiro, Campus, 2012, 348 p.
- BARAUNA, D.; RAZERA, D.L.; HEEMANN, A. Seleção de materiais no design: informações necessárias ao designer na tomada de decisão para a conceituação do produto. **Design & Tecnologia**, 10(1):1-9. <https://doi.org/10.23972/det2015iss10pp1-9>
- CALLISTER JR, William D, RETHWISCH, David G. **Ciência e Engenharia de Materiais** – uma introdução. 9 ed. Rio de Janeiro, LTC, 2016.

CEOTTO, L. H. A sustentabilidade como valor estratégico para a Tishman Spyer. **Encontro Internacional de Sustentabilidade na Construção**, org CTE (Centro de Tecnologia de Edificações). São Paulo, 2008.

FERROLI, P. C. M.; LIBRELOTTO, L. I.; NASCIMENTO, E. C.; MEDINA, F. **Materiais para móveis - uma proposta de classificação**. In: Amilton Arruda; Theska Laila; Antônio Roberto; Lisiane Librelotto; Paulo Ferroli. (Org.). *Tópicos em Design: Biomimética, Sustentabilidade e Novos Materiais*. 1ed. Curitiba: Insignt, 2019, v. 1, p. 181-189.

JOHN NM, da Luz Reis AT. Percepção, estética e uso do mobiliário urbano. **Gestão & tecnologia de projetos**. 2010 Nov 11;5(2):180-206.

JOHN NM. **Avaliação estética do mobiliário urbano e do uso de abrigos de ônibus por cadeirantes**. Dissertação de mestrado. UFRGS. 2012.

GIL, Erica Alexandra Balata. **O banco público – significado e importância deste equipamento no espaço público**. Mestrado em Design de Equipamento – Universidade de Lisboa (dissertação de mestrado). 2011.

HARARI, Yuval Noah. **Sapiens** – Uma breve história da humanidade. 29 ed. L&PM, Porto Alegre, 2017.

HESKETT, John. **El diseño en la vida cotidiana**. Barcelona: Gustavo Gili SA, 2005.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo para Avaliação de Sustentabilidade na Construção Civil nas Dimensões Econômica, Social e Ambiental (ESA): Aplicação no setor de edificações**. São Paulo: Blucher Acadêmico, 2009.

LIBRELOTTO, L. I. ; FERROLI, P. C. M. ; MUTTI, C. N. ; ARRIGONE, G. M. **A Teoria do Equilíbrio** - Alternativas para a Sustentabilidade na Construção Civil. 1. ed. Florianópolis: DIOESC, 2012. v. 1. 372p MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: requisitos ambientais dos produtos industriais**. SÃO PAULO: EDUSP, 2002.

MAIN B, Hannah GG. **Site furnishings: a complete guide to the planning, selection and use of landscape furniture and amenities**. John Wiley & Sons; 2010 May 14.

MARCH L, MARTIN L, editors. **Urban space and structures**. Cambridge: University Press; 1972.

MONTENEGRO, Glidson Megomeceno. **A produção de mobiliário urbano em espaços públicos** – o desenho de mobiliário urbano nos projetos de reordenamento das orlas do Rio Grande do Norte. PPGAU – UFRN, Natal, 2005 (dissertação de mestrado)

OLIVEIRA, R. **Gestão do processo de projeto para construção sustentável**. Anais do VII Workshop Brasileiro da Gestão do Processo de Projetos na Construção de Edifícios. São Paulo, 2008.

ORMSBEE, Simonds John. **Landscape Architecture: A Manual of Land Planning and Design**, McGraw-Hill Professional; 1998. p155,158.

SOARES, Renata Maria Brasileiro Sobral. Ambiente e práticas de sustentabilidade: Implementação da agenda ambiental na administração pública (A3P) como estratégia de gestão ambiental. In: **Revista Brasileira de Gestão Ambiental** (Pombal - PB - Brasil) v.13, n.1, p.44 - 50, jan-mar, 2019.

YÜCEL, Gökçen Firdevs. **Street furniture and amenities: Designing the user-oriented urban landscape**. Advances in Landscape Architecture. IntechOpen,2013 <http://dx.doi.org/10.5772/55770>

<https://revistaautoesporte.globo.com/Noticias/noticia/2019/08/emissao-de-cnh-em-queda-por-que-pessoas-estao-perdendo-o-interesse-nas-carteiras-de-motorista.html>

<https://www.bbc.com/portuguese/internacional-47477810>

AUTORES

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

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

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

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

ORCID:

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

ORCID:

HELENA MARIA COELHO DA ROCHA TERREIRO GALHA BÁRTOLO, Dra. | Instituto Politécnico de Leiria | IPL - ESTG| Leiria - Portugal | Correspondência para: R. Gen. Norton de Matos, 2411-901 Leiria | E-mail: helena.bartolo@ipleiria.pt

COMO CITAR ESTE ARTIGO

FERROLI, Paulo Cesar Machado; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha; FRADE, José Manuel Couceiro Barosa Correa; BARTOLO, Helena Maria Coelho da Rocha Terreiro Galha. *Materiais e Sustentabilidade em Mobiliário Urbano*. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 97-114, nov. 2019**. 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.MIX2019.v5.n4.97-114>.

DATA DE ENVIO: 30/09/2019

DATA DE ACEITE: 25/10/2019

TRANSFORMAÇÃO GLOBAL DA ENERGIA: A PARTICIPAÇÃO DAS ENERGIAS RENOVÁVEIS NA MATRIZ ELÉTRICA DAS 50 MAIORES ECONOMIAS

GLOBAL ENERGY TRANSFORMATION: THE PARTICIPATION OF RENEWABLE ENERGY IN THE 50 LARGEST ECONOMY ELECTRICAL MATRIX

MATHEUS FERNANDO MORO, M.Sc. | UFSC

ANNY KEY MENDONÇA, Dra. | UFSC

GABRIEL DE ANDRADE CONRADI BARNI, M.Sc. | UFSC

ANTONIO CEZAR BORNIA, Dr. | UFSC

RESUMO

Diferentes países têm adotado políticas para a redução da emissão de CO₂, um dos principais fatores no impacto climático e ambiental. Com base nisso, o objetivo desta pesquisa foi investigar a relação entre o PIB, consumo de energia, participação de energias renováveis e as emissões de CO₂ per capita das 50 maiores economias do mundo, para o período de 1990 a 2015. Realizou-se a correlação de Pearson entre as variáveis e uma análise de cluster para verificar o perfil dos países que possuem similaridades, ao longo do tempo, na participação de energias renováveis em sua matriz elétrica. Os resultados encontrados sugerem correlação positiva, de moderada a forte, entre crescimento econômico e consumo de energia e correlação negativa, de fraca a moderada, entre participação de energias renováveis na matriz elétrica dos países e emissão de CO₂. A análise de cluster separou os países em três grupos, sendo o primeiro deles aquele que mais possui energia renovável em sua matriz elétrica, composto por países como Brasil, Canadá e Noruega.

PALAVRAS CHAVE: Matriz elétrica; energias renováveis; emissão de CO₂

ABSTRACT

Different countries have adopted policies to reduce CO₂ emissions, one of the main factors in climate and environmental impact. Based on this, the objective of this research was to investigate the relationship between GDP, energy consumption, renewable energy and CO₂ emissions per capita of the 50 largest economies in the world, from 1990 to 2015. It was using a Pearson's correlation between the variables and a cluster analysis to verify the profile of countries that have similarities over time in the participation of renewable energies in their electrical matrix. The results suggest a moderate to strong positive correlation between economic growth and energy consumption and a weak to moderate negative correlation between the participation of renewable energies in the countries' electric matrix and CO₂ emissions. The cluster analysis separated the countries into three groups, the first one having the most renewable energy in its electric matrix, composed by countries such as Brazil, Canada and Norway.

KEY WORDS: *Electrical matrix; renewable energy; CO₂ emission*



1. INTRODUÇÃO

A eletricidade é essencial para a redução da pobreza, crescimento econômico e para a melhoria da qualidade de vida, mas sua geração não tem sido renovável (WORLDBANK, 2019). Passados quase dois séculos do início da revolução industrial, muitos países ainda baseiam sua geração de energia por meio de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás-natural, os quais produzem Dióxido de Carbono (CO₂) e outros gases que provocam as mudanças climáticas globais (SAMPEDRO et al., 2017; BROZYNA et al., 2019).

Em 2015, o mundo consumiu 149.790 terawatt-hora (TWh) por ano de energia primária, aproximadamente 52% a mais do que em 1990 (WORLDBANK, 2019). Todo esse consumo de energia levou a um rápido aumento nas emissões de CO₂, causando impacto no aquecimento global. O aquecimento global e as mudanças climáticas provocam impactos ecológicos e climáticos extremos, como as secas, tempestades, inundações, elevação do nível do mar, ondas de calor, crescimento alterado na agricultura, bem como impactos à saúde da população e pobreza (LIN; AHMAD, 2017; LIN; RAZA, 2019).

Os efeitos prejudiciais que as emissões de CO₂ estão transmitindo ao planeta são bem reconhecidos (MEROUEH; CHEN, 2020) e representam a principal preocupação por parte do setor energético, no que se refere ao aquecimento global. De acordo com a Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) (AR5), os gases de efeito estufa, em particular as emissões de CO₂, provenientes das atividades humanas, têm sido a principal causa da aceleração do aquecimento global (IPCC, 2014a).

A relação entre crescimento econômico e consumo de energia, assim como crescimento econômico e poluição, tem sido objeto de diversas pesquisas nos últimos anos. Os resultados dessas pesquisas podem desempenhar um papel significativo para compreender como o crescimento da renda e da população poderão afetar as emissões no futuro.

Apesar de muitos estudos abordarem as questões entre Produto Interno Bruto (PIB), consumo de energia e emissões de CO₂, poucos trabalhos relacionam essas variáveis com a participação de Energias Renováveis (ER) na matriz elétrica dos países. Sabe-se que a energia não renovável contribui para as emissões de CO₂ (ADAMS; NSIAH, 2019), entretanto há questionamento sobre a utilização de energia renovável e sua relação com as emissões de CO₂. Ainda assim, a urbanização em países da África e Ásia, aumento da população e a industrialização da economia possuem relação com o incremento das emissões de CO₂ no planeta.

Nesta pesquisa, a relação entre o PIB, consumo de energia, participação de energias renováveis e as emissões de CO₂ per capita das 50 maiores economias do

mundo foi investigada para o período de 1990 a 2015. Desse modo, a pesquisa está norteada por três questionamentos: i) há relação entre PIB per capita e consumo de energia per capita?; ii) há relação entre emissões de CO₂ per capita e participação de energia renovável na matriz elétrica?; e iii) há semelhança entre as matrizes elétricas dos países em relação a produção de energia renovável?

2. PRODUÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA DAS 50 MAIORES ECONOMIAS DO MUNDO

Um dos desafios mais importantes que a humanidade enfrenta, e certamente o mais complexo de solucionar, é a descarbonização do setor energético (KERN; ROGGE, 2016; AHMAN et al., 2017; SCHELLNHUBER et al., 2018). As perspectivas de descarbonização do setor aumentaram nas últimas décadas, com o desenvolvimento e o crescimento do mercado de potenciais tecnologias de emissão zero, como a energia eólica, a solar fotovoltaica, os biocombustíveis, os sistemas de transporte elétrico e os edifícios de energia zero (IPCC, 2014b; AHMAN et al., 2017). A descarbonização pressupõe que as emissões de CO₂ geradas da queima de combustíveis fósseis sejam reduzidas e/ou eliminadas.

Para enfrentar este desafio, a assembleia geral das Organizações das Nações Unidas (ONU), em 2012, criou a iniciativa "Sustainable Energy for all", em que estabeleceu três objetivos globais a serem cumpridos até 2030: i) garantir acesso universal à eletricidade moderna; ii) duplicar a taxa global de melhorias na eficiência energética; e iii) aumentar a quantidade de energias renováveis no mix de energia global (WORLDBANK, 2017).

Neste sentido, as 50 maiores economias produziram, juntas, 77.507 TWh de energia a partir de fontes renováveis de 1990 a 2015. A Tabela 1 apresenta a produção de energia total de cada país. Estados Unidos e China correspondem a aproximadamente 43% da produção de energia elétrica dentre as 50 maiores economias. Esses países ainda são responsáveis por quase metade da produção de energias a partir de fontes não renováveis. Apesar de esses também representarem aproximadamente um terço da produção de energia renovável das 50 maiores economias, em termos relativos, essas fontes correspondem a apenas 10% e 18% na matriz elétrica dos EUA e China, respectivamente. Já em países como Brasil e Canadá, entre 1990 e 2015, a produção de energia elétrica por fontes renováveis corresponderam a 62% e 86%, respectivamente. A dependência da produção elétrica por fontes não renováveis é acompanhada pelo grande volume de emissões de CO₂. Por exemplo, China e EUA correspondem a 45% das emissões, dentre as 50 maiores economias.

	Total	Produção de Energia (%)	Fóssil	Renovável	Emissões CO2 (Mton)
Estados Unidos	104.013,49	26,37	93.325,27	10.688,22	141.272,11
China	64.688,03	16,40	52.542,64	12.145,39	137.872,20
Japão	27.697,20	7,02	24.905,64	2.791,56	31.195,60
Rússia	25.065,56	6,36	20.683,73	4.381,84	41.714,40
Índia	17.913,81	4,54	15.042,06	2.871,76	31.009,10
Canadá	15.669,09	3,97	5.973,95	9.695,14	13.132,10
Alemanha	15.377,05	3,90	13.599,90	1.777,15	22.002,00
França	12.490,01	3,17	10.611,17	1.878,84	9.492,70
Brasil	10.056,52	2,55	1.383,08	8.673,44	8.568,00
Reino Unido	9.435,06	2,39	8.902,83	532,23	14.232,30
Todos outros países	9.2011,99	23,33	69.939,96	22.072,03	166.267,57
Total	394.417,81	100,00	316.910,21	77.507,60	614.868,38

Tabela 01 – Produção de energia dos 50 países com maior PIB (TWh) 1990-2015
Fonte: Da pesquisa.

A China, em 2005, ultrapassou os EUA em emissão, sendo o segundo maior emissor de CO2 no mundo. No entanto, a China comprometeu-se, em 2014, a limitar as emissões de CO2 até 2030, e tem investido em fontes renováveis como eólica e solar fotovoltaica (CUI et al., 2018). Apesar disso, em 2015 respondeu por 30,7% do total de emissões de CO2 do mundo, e quase duplicou as emissões dos Estados Unidos, como mostra a Figura 1.

No Japão, Rússia, Índia, Alemanha, França e Reino Unido,

a produção de energia é predominantemente fóssil. No Brasil, embora a produção de energia seja majoritariamente renovável, as emissões de gases de efeito estufa se mantiveram praticamente iguais nos últimos cinco anos, devido ao desmatamento na Amazônia e do Cerrado (OBSERVATÓRIO, 2018). No Canadá, as emissões variam em função de fatores econômicos. Regiões onde a economia é baseada em serviços tendem a ter níveis mais baixos de emissão do que nas regiões que dependem da extração de recursos.

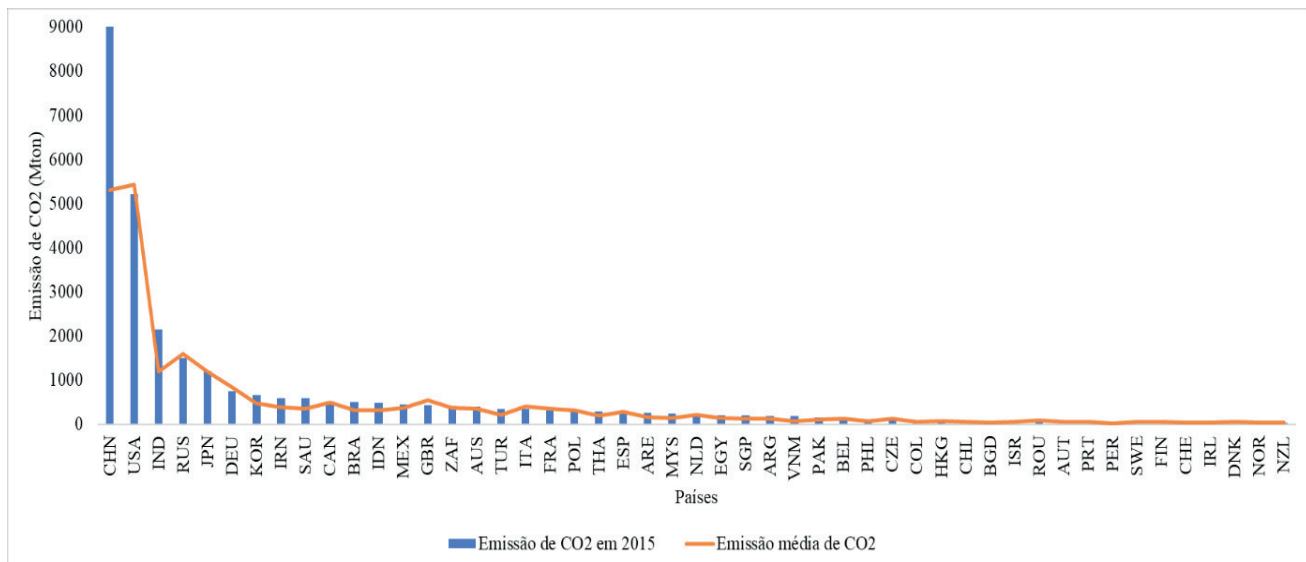


Figura 01 – Emissões de CO2 (Mton) das 50 maiores economias do mundo em 2015
Fonte: Da pesquisa.

2.1 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na busca pela resolução do objetivo proposto, a pesquisa foi dividida em três etapas, conforme Figura 2. Na primeira etapa, para verificar a relação entre PIB e consumo de energia, foi realizada uma correlação de Pearson entre as

variáveis PIB per capita (US\$) e consumo de energia per capita (kWh). A segunda etapa foi realizada por meio de uma correlação de Pearson entre as variáveis emissão de CO2 per capita (Mton) e participação de energias renováveis na matriz elétrica.

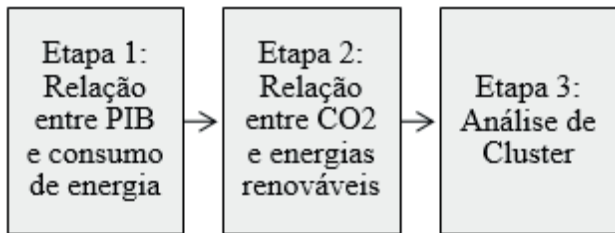


Figura 02 – Etapas realizadas na pesquisa
 Fonte: Da pesquisa.

Na terceira etapa, para verificar o perfil dos países que possuem similaridades, ao longo do tempo, na participação de energias renováveis em sua matriz elétrica, foi realizada uma Análise de Cluster, pelo método Ward. Para isso, foi utilizado o pacote readx1 com o software R.

Os dados referentes às variáveis PIB per capita, consumo de energia per capita, emissão de CO2 per capita e de participação de energias renováveis na matriz elétrica foram coletados no portal eletrônico de dados abertos (WORLDBANK, 2019), compreendendo os anos de 1990 a 2015 para a participação de energia renovável e de 1990 a 2014 para as outras.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para verificar relação entre PIB per capita e consumo de energia per capita, foi realizada uma correlação entre essas duas variáveis, por ano (Tabela 2). Os resultados encontrados mostram que, ao longo do tempo, os países que apresentaram um PIB per capita crescente estão acompanhados por um maior consumo de energia.

Ano	Coefficiente de Pearson	Ano	Coefficiente de Pearson	Ano	Coefficiente de Pearson
1990	0,54	1999	0,69	2008	0,80
1991	0,53	2000	0,71	2009	0,80
1992	0,54	2001	0,72	2010	0,78
1993	0,57	2002	0,73	2011	0,78
1994	0,58	2003	0,74	2012	0,78
1995	0,59	2004	0,73	2013	0,78
1996	0,61	2005	0,76	2014	0,77
1997	0,62	2006	0,77		
1998	0,65	2007	0,77		

Tabela 02 – Correlação de PIB per capita e consumo de energia per capita
 Fonte: Da pesquisa.

Apesar do crescente investimento em eficiência energética, não há indícios de desassociação entre crescimento econômico e consumo de energia. O gráfico de dispersão, apresentado na Figura 3, mostra a correlação do PIB

per capita com consumo de energia per capita, em 2014, evidenciando uma tendência linear. Pode-se verificar que o consumo de energia de um país está relacionado com o crescimento econômico.

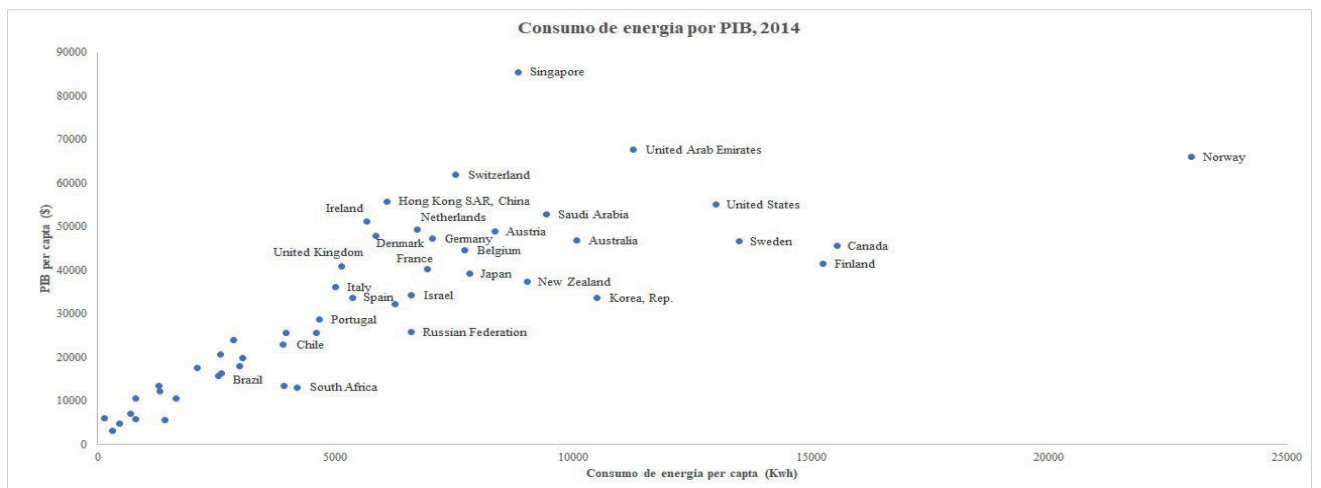


Figura 03 – Relação entre consumo de energia per capita e PIB per capita em 2014
 Fonte: Da pesquisa.

No entanto, alguns países destoam. A Noruega, por exemplo, possui o maior consumo per capita de energia, devido, principalmente, a sua exploração e exportação de petróleo e gás natural. Já Singapura tem o maior PIB per capita e uma economia baseada na indústria de tecnologia, contudo, é um país que possui forte dependência de importação de energia elétrica, bem como, de alimentos e matéria-prima.

Nos últimos anos, apesar de grandes potências econômicas terem aumentado seu consumo de energia per

capita, essas nações vêm ampliando os investimentos em fontes renováveis para produzir energia, incentivadas pelos acordos internacionais e pressão da sociedade, com o objetivo de reduzir a emissão de CO2.

Para verificar essa relação, de emissões de CO2 com participação de energias renováveis na matriz elétrica, calculou-se a correlação entre a participação na produção de energias renováveis na matriz elétrica com emissões de CO2 per capita dos 50 países com maior PIB, por ano (Tabela 3).

Ano	Coefficiente de Pearson	Ano	Coefficiente de Pearson	Ano	Coefficiente de Pearson
1990	-0,36	1999	-0,32	2008	-0,24
1991	-0,39	2000	-0,31	2009	-0,24
1992	-0,40	2001	-0,33	2010	-0,24
1993	-0,39	2002	-0,32	2011	-0,26
1994	-0,39	2003	-0,30	2012	-0,24
1995	-0,37	2004	-0,28	2013	-0,22
1996	-0,39	2005	-0,28	2014	-0,26
1997	-0,34	2006	-0,29		
1998	-0,32	2007	-0,25		

Tabela 03 – Correlação entre participação na produção de energia renovável e emissões de CO2 per capita
Fonte: Da pesquisa.

Observa-se que a correlação apresentada é negativa em todos os anos. Mesmo não sendo uma correlação forte, indica que países que possuem maior participação de ER em sua matriz elétrica, tendem a emitir menos CO2.

Somado aos resultados obtidos na análise de correlação,

ao observar a média de emissão de CO2 per capita e participação de ER dos países por ano, os resultados indicam que há um aumento no uso de energias renováveis entre os países e que este aumento está acompanhado pela tendência de decréscimo nas emissões de CO2 (Figura 4).

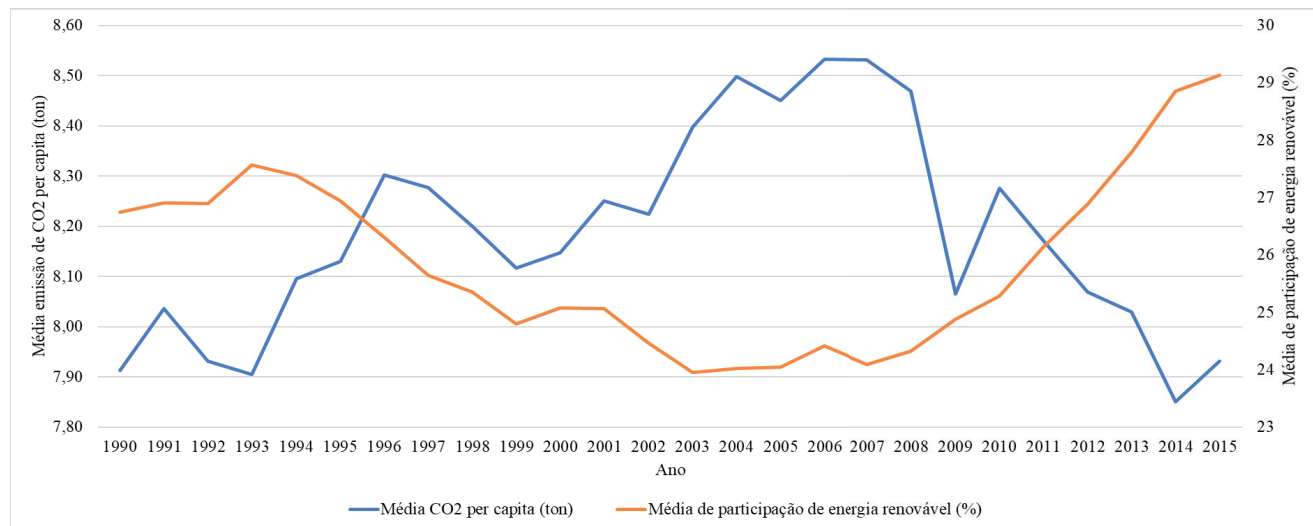


Figura 04 – Média de emissão de CO2 per capita e participação de energia renovável na matriz elétrica por ano
Fonte: Da pesquisa.

Após esta análise, verificou-se que Noruega, Brasil, Colômbia, Nova Zelândia, Peru, Canadá, Suíça, Chile e Suécia, juntos, produziram mais do que a metade do montante da

energia renovável. Além disso, apenas Estados Unidos e China foram responsáveis por mais de 40% do total de consumo de energia entre 1990 a 2014, dentre as 50 maiores economias.

O consumo de energia continua aumentando, entretanto, os países vêm investindo em energias renováveis e práticas de eficiência energética. Alguns países possuem boa parte da sua matriz elétrica composta por fontes renováveis, enquanto outros são altamente dependentes de combustíveis fósseis. A fim de identificar os grupos de países que possuem participações semelhantes de ER na matriz elétrica ao longo dos anos, realizou-se uma análise de Cluster (Figura 5). Estes grupos foram organizados de forma que os países em um mesmo cluster sejam semelhantes entre si.

O primeiro grupo (cluster 1) é formado por: Chile, Vietnã, Suécia, Canadá, Suíça, Brasil, Noruega, Peru, Colômbia, Áustria e Nova Zelândia.

Neste cluster, a produção de energias renováveis é de aproximadamente 28.972 TWh. Em média, ao longo dos anos, países desse cluster possuem 68% da sua matriz elétrica composta por fontes renováveis.

O segundo grupo (cluster 2) é composto por: Israel, Hong Kong, Arábia Saudita, Emirados Árabes Unidos, Coreia do Sul, Singapura, África do Sul, Bangladesh, Irã, Tailândia, Malásia, Austrália, Japão, Estados Unidos, Alemanha, Irlanda, Bélgica, Reino Unido, Holanda, República Tcheca e Polônia. Neste cluster, há uma produção de energia Hídrica, Solar, Eólica, Geotérmica, Biomassa e de Biocombustível superior a 17.801 TWh. Países desse cluster possuem, na sua matriz elétrica, em média, 5% de eletricidade proveniente de fontes renováveis.

O terceiro grupo (cluster 3) é constituído por: Turquia, Nigéria, Filipinas, Argentina, Paquistão, Portugal, Finlândia, Romênia, República Árabe do Egito, México, China, Federação Russa, França, Índia, Indonésia, Dinamarca, Itália e Espanha. A produção de energias renováveis neste cluster é de aproximadamente 30.733 TWh. Ao longo dos anos, a média de participação de energias renováveis na matriz elétrica destes países é de 24%.

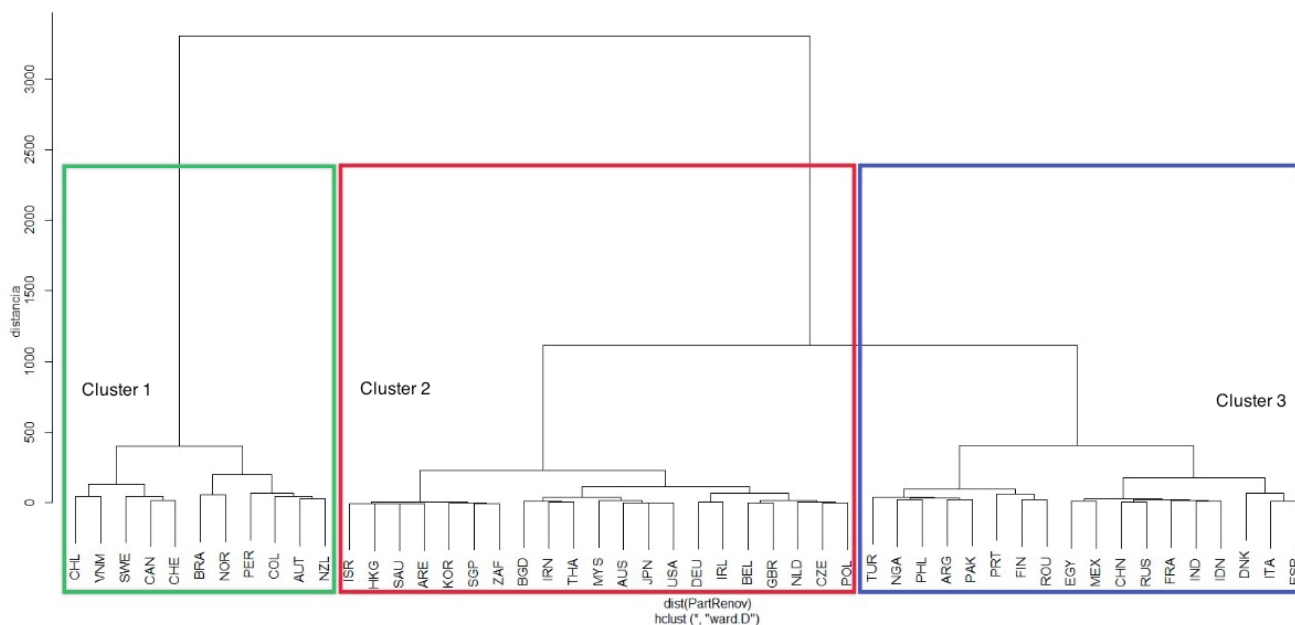


Figura 05 – Dendrograma para fontes de energias renováveis
Fonte: Da pesquisa.

No primeiro cluster, alguns países têm uma maior produção de energia a partir de fontes hidrelétricas, eólica e geotérmica/biomassa do que no restante dos países pertencentes a este grupo. Os países desse cluster são os que mais possuem na composição de sua matriz elétrica as energias renováveis, mas são altamente dependentes de usinas hidrelétricas.

No cluster 2, seis países se destacam, três países pela baixa participação na produção de energias renováveis, nomeadamente Hong Kong, Arábia Saudita e Emirados Árabes Unidos. Hong Kong e Emirados Árabes Unidos têm uma pequena produção de energia geotérmica/biomassa, solar e eólica, e a Arábia Saudita, a partir de 2012,

passou a investir em energia solar. Já os Estados Unidos se destacam pela produção de energia hidrelétrica, geotérmica/biomassa e eólica, o Japão com a produção de energia hidrelétrica e a Alemanha com energia eólica.

No terceiro cluster, também seis países se destacam, são eles, a China, com a produção de energia hidrelétrica, eólica e geotérmica/biomassa, Rússia e Índia com hidrelétrica, França e Espanha com a produção de energia hidrelétrica e eólica e a Itália com hidrelétrica e geotérmica/biomassa. A Figura 6 apresenta a média de participação de energias renováveis na matriz elétrica das 50 maiores economias de 1990 a 2015.

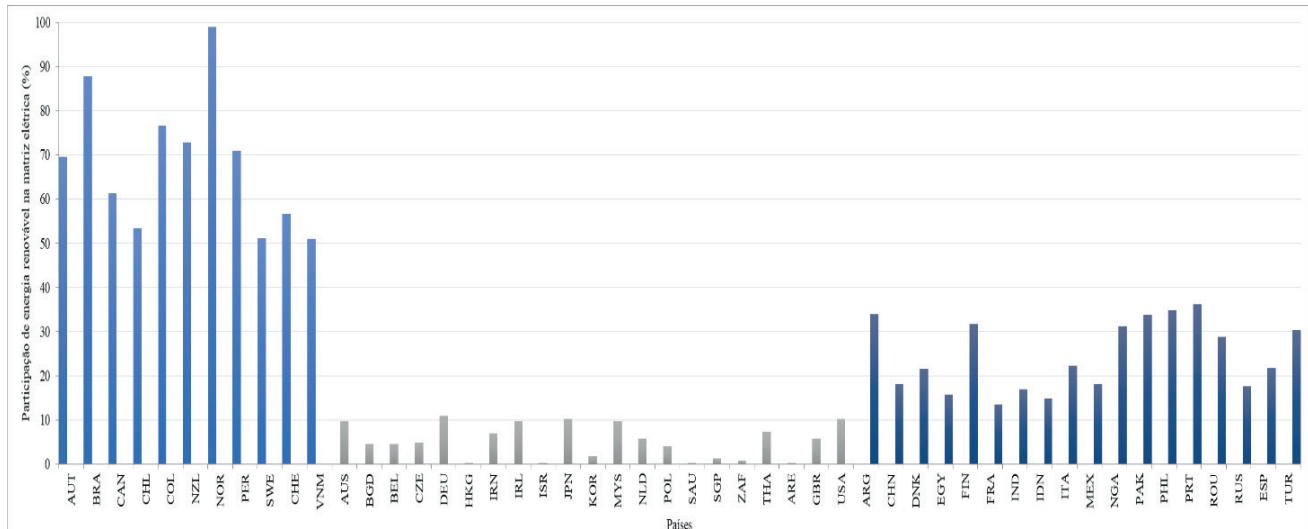


Figura 06 – Média de participação de energias renováveis na matriz elétrica das 50 maiores economias de 1990 a 2015
Fonte: Da pesquisa.

Pela Figura 6, fica evidente a diferença entre os três clusters no que diz respeito à participação de ER em suas respectivas matrizes elétricas. A Noruega produziu aproximadamente 99% da geração total de eletricidade com energias renováveis, cerca de 128 TWh de energia renovável por ano. A Dinamarca é o país com maior intensificação de energias renováveis, no período entre 2009 a 2015 apresentou um aumento superior a 37%.

Os Estados Unidos, Índia e Bélgica produziram 13%, 15% e 20%, respectivamente, do total da eletricidade produzida com energias renováveis em 2015, inferior à média mundial de aproximadamente 24%. Países da América do Sul (Brasil, Colômbia e Peru) também se destacam na produção de eletricidade por energias renováveis com uma produção de ER entre 52% e 75%.

A China fez grandes avanços na área de tecnologias renováveis, com destaque para a energia eólica, biomassa e solar, com investimentos de aproximadamente 103 bilhões de dólares em 2015 (UNIDO, 2016), desde 2012 a participação de ER na matriz elétrica vem aumentando 1% ao ano. No entanto, a China ainda é líder em emissões totais de CO₂, produzindo 4,3 vezes mais combustíveis fósseis do que os renováveis. Os Estados Unidos crescem a passos lentos sua participação de ER na matriz elétrica (0,27% de 2014 a 2015) e permanecem como líderes em emissões acumuladas de CO₂ per capita ao ano, sendo os maiores responsáveis pelo aumento da concentração de carbono e, conseqüentemente, pelas mudanças climáticas.

4. CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo investigar a relação entre o PIB, consumo de energia, participação de energias

renováveis e as emissões de CO₂ per capita das 50 maiores economias do mundo durante o período de 1990 a 2015.

Usando o coeficiente de correlação de Pearson, os resultados mostraram uma correlação alta para o PIB per capita e consumo de energia, como esperado. No entanto, acredita-se que não há uma relação direta entre as variáveis, mas há um fator moderador que leva a esse resultado. Países industrializados, por exemplo, tendem a demandar mais consumo de energia, apresentando também um maior PIB. A indústria é responsável por um consumo de energia expressivo, mas vem investindo em práticas de eficiência energética.

Os resultados mostram também que não há uma correlação forte para as emissões de CO₂ e uso de energias renováveis, evidenciando que há outras variáveis envolvidas que influenciam nas emissões, como por exemplo o desmatamento, atividades industriais como a metalurgia, a mineração e as atividades com o manejo de rebanhos bovinos.

Mesmo com o crescente investimento em energia renovável, as emissões de CO₂ continuam aumentando, pois ainda há dependência da produção de eletricidade por fontes não renováveis. Por exemplo, a China nos últimos dois anos aumentou a produção de eletricidade por termelétricas movidas a carvão.

Conclui-se que as energias renováveis desempenham um papel importante na redução das emissões de dióxido de carbono, porém se limitar a isso não é suficiente para reduzir a emissão de CO₂. É preciso considerar outras variáveis, como as mencionadas.

A análise de cluster evidenciou que há diferença na produção de energia renovável entre os países e mostrou que países como a Suíça, Noruega, Brasil, Canadá possuem

o sistema elétrico mais renovável, baseados principalmente em usinas hidrelétrica, eólica e geotérmica/biomassa. O segundo cluster é composto por países que relativamente não produzem muita energia renovável. Já o terceiro cluster é composto por países que produzem bastante energia renovável, mas ao mesmo tempo dependem muito de combustíveis fósseis, como a China, Índia, Rússia e França.

Esta pesquisa contribui ao demonstrar a importância em investir em energias renováveis, porém apenas isso não é suficiente para reduzir a emissão de CO₂. É necessário políticas governamentais que almejem práticas mais sustentáveis na geração de energia. Embora grande parte do setor de energia renovável tenha se beneficiado das políticas governamentais, os países devem criar condições para cumprir as metas dos acordos ambientais.

Como recomendação para trabalhos futuros, sugere-se verificar quais outras variáveis estão relacionadas com a emissão de CO₂ e verificar, quantitativamente, o impacto dessas variáveis na emissão de CO₂.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS
- ADAMS, S.; NSIAH, C. Reducing carbon dioxide emissions; Does renewable energy matter? **Science of The Total Environment**, v. 693, p. 133288, 2019. ISSN 0048-9697.
- AHMAN, M.; NILSSON, L. J.; JOHANSSON, B. Global climate policy and deep decarbonization of energy-intensive industries. **Climate Policy**, v. 17, n. 5, p. 634-649, 2017. ISSN 1469-3062.
- BANK, W. "Global Tracking Framework 2017: Progress Towards Sustainable Energy" (April), World Bank, Washington, DC. Doi: 10.1596/978-1-4648-1084-8 License: Creative Commons Attribution CC BY 3.0 IGO. 2017. Disponível em: < <https://www.worldbank.org/en/topic/energy/publication/global-tracking-framework-2017> >.
- _____. World Bank Open Data. **World Bank Publications**, 2019.
- BROZYNA, J. et al. Classification of Renewable Sources of Electricity in the Context of Sustainable Development of the New EU Member States. **Energies**, v. 12, n. 12, p. 22, Jun 2019. ISSN 1996-1073.
- CUI, H.; ZHAO, T.; WU, R. CO₂ emissions from China's power industry: Policy implications from both macro and micro perspectives. **Journal of Cleaner Production**, v. 200, p. 746-755, 2018. ISSN 09596526 (ISSN).
- IPCC. **Climate Change 2014: Mitigation of Climate**

Change: Working Group III Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, 2014a. ISBN 110705821X.

_____. **Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment**

Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (Eds.)].

Geneva: IPCC., 2014b.

KERN, F.; ROGGE, K. S. The pace of governed energy transitions: Agency, international dynamics and the global Paris agreement accelerating decarbonisation processes? **Energy Research & Social Science**, v. 22, p. 13-17, 2016. ISSN 2214-6296.

LIN, B.; AHMAD, I. Analysis of energy related carbon dioxide emission and reduction potential in Pakistan. **Journal of cleaner production**, v. 143, p. 278-287, 2017. ISSN 0959-6526.

LIN, B. Q.; RAZA, M. Y. Analysis of energy related CO₂ emissions in Pakistan. **Journal of Cleaner Production**, v. 219, p. 981-993, May 2019. ISSN 0959-6526.

MEROUEH, L.; CHEN, G. Thermal energy storage radiatively coupled to a supercritical Rankine cycle for electric grid support. **Renewable Energy**, v. 145, p. 604-621, 2020. ISSN 0960-1481.

OBSERVATÓRIO, D. C. Emissões do Brasil caem 2,3% em 2017. **Brasília: Observatório do Clima**, 2018.

SAMPEDRO, J.; ARTO, I.; GONZÁLEZ-EGUINO, M. Implications of switching fossil fuel subsidies to solar: A case study for the European Union. **Sustainability**, v. 10, n. 1, p. 50, 2017.

SHELLNHUBER, H.-J. et al. Final report of the High-Level Panel of the European Decarbonisation Pathways Initiative. 2018.

UNIDO. FUTURO PROMISSOR: INVESTIMENTO GLOBAL EM ENERGIA RENOVÁVEL É MAIS QUE O DOBRO DO INVESTIMENTO EM CARVÃO E GÁS. Observatorio de Energía Renovable Para América Latina y el Caribe, 2016.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento da pesquisa.

AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0490-9233>

MATHEUS FERNANDO MORO, M.Sc. | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) | Florianópolis, SC -Brasil | Correspondência para: (Rua Capitão Américo 29, Ap. 04 - Córrego Grande, Florianópolis-SC, 88040-060) | E-mail: morosmi@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1640-8935>

ANNY KEY DE SOUZA MENDONÇA, Dra. | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) | Florianópolis, SC – Brasil | Correspondência para: (Servidão do Porto, 165, Lagoa da Conceição, Florianópolis-SC,)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4505-1728>

GABRIEL DE ANDRADE CONRADI BARNI, M.Sc. | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) | Florianópolis, SC – Brasil | Correspondência para: (Rua Bernardo Halfeld, 185, bloco C, apartamento 106 – Nossa Senhora do Rosário, São José, SC, 88110-695) | E-mail: barni.gabriel@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3468-7536>

ANTONIO CEZAR BORNIA, Dr. | Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) | Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção (PPGEP) | Florianópolis, SC – Brasil | Correspondência para: (UFSC/CTC/EPS - CP 476 - Campus Universitário, Florianópolis, SC, 88040-900) | E-mail: cesar.bornia@ufsc.br

COMO CITAR ESTE ARTIGO

MORO, Matheus Fernando; MENDONÇA, Anny Key; BARNI, Gabriel de Andrade Conradi; BORNIA, Antonio Cezar. Transformação Global da Energia: A Participação das Energias Renováveis na Matriz Elétrica das 50 Maiores Economias. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 4, p. xx-xx, nov. 2019.** 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.MIX2019.v5.n4.xx-xx>.

DATA DE ENVIO: 29/05/2019

DATA DE ACEITE: 26/09/2019

ANÁLISE DAS MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS NA IGREJA DE NOSSA SENHORA DA PIEDADE DO PARAÓPEBA USANDO TERMOGRAFIA

ANALYSIS OF PATHOLOGICAL MANIFESTATIONS IN THE MOTHER CHURCH OF NOSSA SENHORA DA PIEDADE DO PARAÓPEBA USING THERMOGRAPHY

CYNARA FIEDLER BREMER, Dra. | UFMG

GLÁUCIA NOLASCO DE ALMEIDA MELLO, Dra. | PUC-MG

FERNANDA ISABELLA SOARES BERNARDES | PUC-MG

MARCELLA AMARAL RODRIGUES PINTO | PUC-MG

ALINE MARACAHIBE ROCHA | UFMG

RESUMO

Quando é necessário investigar tanto a questão da durabilidade quanto a incidência de manifestações patológicas nos edifícios, geralmente são utilizados procedimentos não destrutivos para inferir causas, comportamentos e anomalias, além de identificar e mapear regiões de danos a estruturas e outros sistemas de prédios. Entre os vários métodos para a realização dos testes em questão, destaca-se a termografia. Descrita como termo genérico, a termografia é baseada em técnicas usadas para detectar a temperatura na superfície dos objetos, mapeando-os por meio da distribuição de temperatura de campo da imagem. Pode ser apresentado como um método não destrutivo de identificação visual do gradiente de temperatura da superfície de um corpo, sob condições ambientais, sem manter contato direto com ele. O presente trabalho teve como objetivo analisar as manifestações patológicas presentes em um edifício do século XIX, a Igreja Matriz de Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba, localizada na cidade de Brumadinho, Minas Gerais, Brasil, com o auxílio de uma câmera termográfica. O uso dessa técnica foi efetivo, pois era uma propriedade listada pelo patrimônio histórico municipal, para o qual testes destrutivos não seriam recomendados.

PALAVRAS CHAVE: Manifestações patológicas; Herança; Teste não destrutivo; Termografia

ABSTRACT

When it is necessary to investigate both the question of durability and the incidence of pathological manifestations in buildings, often non-destructive procedures are used to infer causes, behaviors and anomalies, as well as to identify and map regions of damage to structures and other systems of buildings. Among the various methods for carrying out the tests in question, thermography stands out. Described as a generic term, thermography is based on techniques used to detect the temperature on the surface of objects, mapping them through the field temperature distribution of the image. It can be presented as a non-destructive method of visual identification of the surface temperature gradient of a body, under ambient conditions without maintaining direct contact with it. The present paper had as objective to analyze the pathological manifestations present in a nineteenth century building, the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba, located in the city of Brumadinho, Minas Gerais, Brazil, with the aid of a thermographic camera. The use of this technique was effective since it was a property listed by municipal historical patrimony, for which destructive tests would not be recommended.

KEY WORDS: Pathological manifestations; Heritage; Non-destructive testing; Thermography



1. INTRODUCTION

According to the National Historical and Artistic Heritage Institute (IPHAN), historical heritage can be defined as a good that presents meaning and expresses importance to society. Old buildings characterize the way of life and the customs of the society that lived there and are a representation of the historical context of the time. In order to preserve the identity of a city, region or people, it is necessary to encourage the preservation of its historical, cultural, natural, architectural and urban heritage.

Knowing the useful life and the deterioration curve of each material used in the historical building is necessary for the preservation and for the adoption of the necessary restorative measures (Barbosa et al. 2010). The oldest buildings were built with materials, techniques and typologies different from those used today, which were often used without previously established criteria that guaranteed quality and full useful life. Allied to this, the absence of maintenance could have promoted the appearance of pathological manifestation and made buildings unhealthy, besides interfering in the aesthetic aspect that characterizes their cultural identity.

According to Nóbrega (2017), one of the most frequent problems found in buildings is connected to humidity, since they are often difficult to solve, as well as expensive. In many cases, there are leaks and infiltrations, caused by deficiencies in hydraulic systems, waterproofing and laying and maintenance of coatings, which may lead to the development of cracks and crevice due to failures in the execution of the structural project.

The methods used to diagnose the deficiencies of a structure can be classified as destructive, semi destructive and non-destructive. Non-destructive test methods are non-invasive techniques used to determine the characteristics of the material examined. Unlike destructive methods, non-destructive methods allow the analysis of the object in question without harming or causing irreversible damage to the structure (Plesu et al., 2012).

The Brazilian Association of Non-Destructive Testing and Inspection describes Non-Destructive Testing (NDT) as techniques used to inspect materials and equipment without damaging them, which can perform in manufacturing, construction, assembly and / or maintenance stages. Among the non-destructive tests, thermography consists of an image recording technique used to detect the surface temperature of the objects and generate a full field temperature distribution image (Bucur, 2013).

Considering the importance of historical buildings and the possibility of evaluating them by means of non-destructive tests, the present paper had the objective of evaluating

the pathological manifestations present in the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba, since the last church reform, built in the 19th century and located in the city of Brumadinho in Minas Gerais, Brazil.

To identify the pathological manifestations, the non-destructive thermography test was used. The images were captured by FLIR T450sc thermal imager. Concomitant with the photographic analysis and the visual inspection, the data collection was performed for a historical search of the interventions and modifications previously performed.

It was possible to identify some structural elements (beams) and also to identify regions with excess humidity with the aid of the thermographic camera, while visually cracks, fissures, paint displacement, vesicles and deteriorated pieces of wood were found.

2. CHARACTERIZATION OF THE BUILT PATRIMONY

Based in the district of Piedade do Paraopeba, municipality of Brumadinho, state of Minas Gerais, Brazil (Figure 1), the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba is a sumptuous architectural example representing the baroque colonial style to the region. The edification is a reference for the identity of the district, both because of its link to the daily life of the population and its history in the missionary-Jesuit period.



Figure 01 – Localization of the city of Piedade do Paraopeba, Brazil
Source: Google Maps.

Piedade do Paraopeba was occupied by Bandeirantes Paulistas in the late seventeenth and early eighteenth centuries. According to historical research, the camp played an influential economic role for the Portuguese crown due to the exploitation of the gold mines. Before the Mother Church construction, it was erected near the place, at the end of the seventeenth century, a small chapel with thatch cover, dedicated to Our Lady of Mercy. This primitive

hermitage, of simple construction, was rebuilt in 1713 and in 1729 by order of the bandeirante Bento Rodrigues. With this last reconstruction the chapel was enlarged having the divisions of nave and main chapel, with a main altar and two collateral ones, in rectangular plan and a sacristy at the back (Andrade, 2014). The new chapel was built with walls made of adobe and bricks, stalks of braunas, cobblestones running on wooden bars and curved ceramic roofs over wooden crates (Andrade, 2014).

Historical records show that the present Mother Church would have been built between the years of 1820 and 1830 by determination of three priests who resided in the town. The old chapel was gradually demolished and some of its materials were reused in the new building, such as the altars and part of the old arch-cross. Between the years of 1896 and 1907 the Church underwent its first reformation with enlargement and construction of the two bell towers and the "lateral corridors" - forming a late baroque typology, which referred to the old colonial matrixes, but which seemed outside the neoclassical / eclectic time (Andrade, 2014).

In the 1960s the Mother Church underwent a major renovation that changed the main characteristics of its constructive elements without, however, changing its typology.

Its external walls were redone in brick masonry with concrete structure. The original floor reused from the old chapel was replaced by hydraulic tile. The sacristy and the arch-cross were enlarged, the latter to improve the visibility of the chancel. Attachments were also built in the back (Andrade, 2014).

After this great reform and for more than a decade the mother church did not have a maintenance plan for its conservation. The result of this was the advanced state

of deterioration that lasted until 1976, when a new reform was initiated. Currently the church had as main pathological manifestations the attack of xylophagous insects on its wooden parts (frames and artistic elements) and structural problems in the nave, towers, side corridors and roofs. Some pathological problems reported at the time are present nowadays and are cause of great concern for the structural security of the church.

In the 1976 renovation the remainder of the adobe masonry was replaced by concrete structure and ceramic bricks. In fact, adobe remnants on one of the walls can be checked in situ. The wood from the roofs of the nave and the chancel, which had deteriorated, was replaced by slabs and beams of reinforced concrete. A new enlargement was made in the sacristy and in the back of the church, which received new frames (Andrade, 2014).

Twelve years later, in 1988, another reform took place in the church. This one contemplated the painting of the artistic elements, the gilding of the altars and the painting of the ceilings of the nave and the main chapel with religious elements. In 2003 ceramics were placed on the floor of hydraulic tiles of the nave, the corridors and the main chapel; the painting was redone both externally and internally; and a room was built on the side of the church to serve as a store for religious articles and external toilets. In Figures 2 and 3 it is possible to see the difference of colors from the windows and doors which are different from the present ones. It is also possible to notice the presence of pathological problems, which are still visible in the church nowadays, see Figure 2a. From 2007 until the present day the interventions that took place in the mother church were just simple repairs and internal and external painting.



(a)



(b)

Figure 02 – Photo from the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba (a) in the beginning of 2000; (b) nowadays
Source: Google and Authors' collection.

3. VARIABLES INFLUENCING THERMOGRAPHY

Thermography is a non-destructive test method that relies on the ability of materials to emit energy in the form of heat. According to Pedra et al. (2016) and Plesu et al. (2012), all objects emit infrared radiation and the intensity of this radiation depends on the temperature of the object, the ability of the object to emit radiation (emissivity), thermal properties and physical properties such as porosity, density and humidity.

Grinzato (2012) claims that thermography is applied successfully since the 1960s, with various purposes. Among them, surface temperature mapping of buildings is an efficient method for the control of pathological manifestations, as well as its use in humans or animals, in electronic equipment and in cases of corrosion and fire. The use of the method in buildings allows obtaining information that is not possible visually, such as: the location of structural and non-structural elements, their shapes, the characteristics of the materials used and their state of conservation.

The thermography test uses a camera to detect and record the energy reflected by the elements. An infrared camera has specialized sensors to detect infrared radiation reflected by the surface of the object. For such reflection to occur it is necessary that the object is previously heated, passively or actively. In the passive method the material is subjected to heating by means of a natural source without artificial thermal stimulation. The configuration of the surface, its conditions and the environment in its surroundings influence the propagation in the heat and consequently in the measurement of the temperatures. In this method, the penetration and the distribution of the heat in the surface depends on the thermal properties of the material and its internal layers, being not affected by the ambient temperature (Spodek and Rosina, 2009; Plesu et al., 2012; Bauer and Pavón, 2015). According to Plesu et al. (2012), the heating medium used by the passive technique has a low cost and allows a uniform distribution of heat on large surfaces. The active method is often used in smaller and internal areas.

According to Meinlschmidt (2005), heat will dissipate at a rate corresponding to the thermal properties of the material, such as density, thermal capacity, thermal conductivity and bond quality between the top surface layer and the base material. Any defect present in the body produces a barrier during the process of diffusion of heat, so the temperature of the surface above the defect will decrease more slowly than the temperature in other regions. Detection of defects can take a few seconds, or

even a few minutes or even hours after the impact of the heat, depending on the material, the depth of the defect and the heat intensity. Thus, the propagation of heat in a material is altered by the presence of anomalies, so thermography is used for the detection of building problems (Spodek and Rosina, 2009).

"It is necessary to know or determine several thermographic parameters, which are treated by the specific algorithms of the equipment, so as to have the appropriate accuracy of the temperatures presented in the thermogram" (Bauer and Pavón, 2015). There are several factors that influence the results of thermography, Plesu et al. (2012) divided them into three distinct categories: i) Climatic conditions such as ambient temperature, relative humidity, gas concentration, apparent reflected temperature, wind and insulation; ii) Characteristics of the element, such as emissivity, reflectivity, uniformity, surface coloring and finishing; iii) Characteristics of the environment such as viewing angle and distance and orientation of the building relative to the sun during the inspection.

In addition to the factors mentioned, it is also necessary to consider the variables related to thermographic equipment, such as focus, lens and geometric resolution, in order to determine the degree of detail of the inspection.

According to Spodek and Rosina (2009), emissivity is a parameter that has great influence in the thermography tests. It is a factor between 0 and 1 which indicates the ability of the material to radiate absorbed energy. Table 1 indicates the emissivity value for the most common building materials in construction.

Plesu et al. (2012) state that most of the materials used in the finishing of buildings have emissivity between 0.90 and 0.96 and therefore only one emissivity factor can be used for the evaluation of the thermographic properties of a building. All these variables affect the quality of the results and their interpretation, so it is of fundamental importance that the operator of the equipment has knowledge of each one of them.

Material	ϵ
Concrete	0.94
Sand	0.76
Gravel	0.75 ... 0.80
Plastic	0.90 ... 0.96
Glass	0.90 ... 0.96
Wood	0.80 ... 0.90
Ink	0.90 ... 0.96

Table 01 – Emissivity coefficient of the main Construction Materials
Source: Plesu et al. (2012).

4. METHODOLOGY

For an analysis of the conditions and an identification of the pathological manifestations present in the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba, inspections were carried out with a presence of qualified professionals. This technique of passive thermography was chosen because, as it was a building with historical tipping, it was possible to perform an inspection and subsequent analysis of the results without any physical damage to the patrimony or alteration of its conservation status.

"The use of external energy sources on a coating, since there is no layer of protection, promotes a pathology in the historical work" (Cortizo, 2007). Thus, the choice for the passive technique was based on the least possible historical intervention, in order to avoid the additional thermal load of destructive processes.

The equipment used to capture the images was a FLIR camera, model T450 sc (Figure 3), resolution of 320 X 240 pixels, IFOV of 1.36 m rad, minimum focus distance of 0.4 m \pm 1°C (\pm 1.8°F) or \pm 1% reading for a limited temperature range accuracy. The camera has a predefined

temperature range, thus thermograms a single scale of nuclei, where the reddest region of the image corresponds to the higher temperatures and the bluish color to the lower temperatures.

The photographic series began in the afternoon after 2:00 p.m., as the church would have received heat evenly on most of its external walls, generating constant thermal contrast. The temperature conditions of the region were between 19 °C and 31 °C, and at the time of the photographic recording the temperature was approximately 26 °C with relative humidity of 49%.

Following the indications of the study by Alam et al. (2007), the images were not photographed with a standardization of distance or height of the camera, as this does not interfere in the thermographic result. In relation to the emissivity, the value of 0.95 was used, since there is greater precision in the reflective temperature and it is a value that serves the majority of materials, as stated by Plesu et al. (2012).

After the collection of information and images, the analysis was done to identify the probable pathological manifestations present in the building and their causes.



Figure 03 – FLIR 450sc thermal imager
Source: FLIR, 2016

5. PRESENTATION AND ANALYSIS OF RESULTS

The state of degradation of the church's structure is worsening every year. Cracks and gaps in the walls, infiltrations due to rising humidity and coming from the roof, painting detachment, plaster losses, structure reinforcement exposition, xylophagous insect attack, cracking and lack of ceramic flooring and displacement of plastering with exposure of the masonry were some of the pathological problems that were verified in the on-site visit occurred in November, 2017. Among the pathological manifestations verified, some were analyzed with the aid of the thermographic camera and are presented in this paper. As for the pathological manifestations, the analysis was performed

considering both the visual inspection, photographically documented, and the thermographic documentation.

In historical buildings the main area of visual impact is the main façade. In the Church under study, the facade is preserved structurally, but it shows worn paint with bubbles, indicating infiltrations and lack of maintenance. The thermographic images, presented in Figure 4, presented several internal structural elements perceptible by the temperature difference and some points of infiltration.

Visually it was possible to observe the appearance of cracks in the edges of the lower oval windows, as indicated in Figure 5. The windows are points of concentration of tension, because as an old building, it probably did not have constructive elements that absorb such tensions and crack propagation.

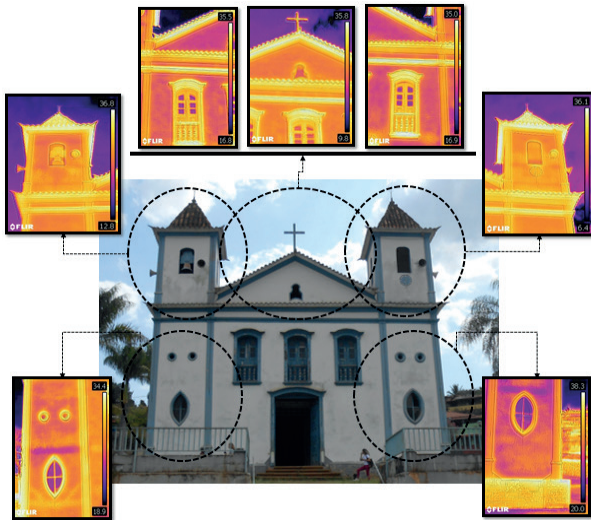


Figure 04 – Frontal facade of Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba
Source: Authors' collection.

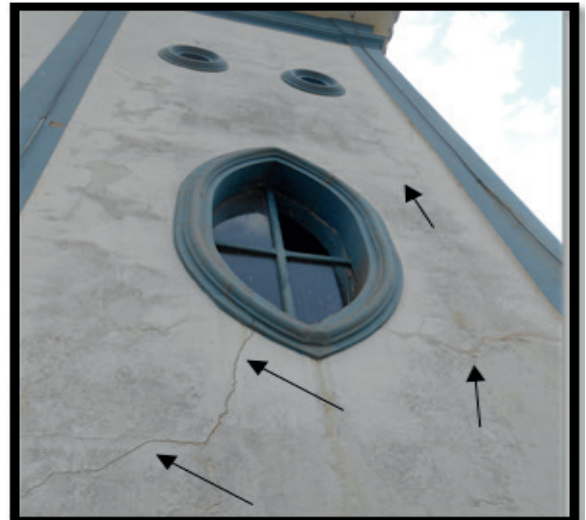


Figure 05 – Fissures identified visually on the facade
Source: Authors' collection.

On the sides of the historic building, it was notable the higher incidence of rising humidity perhaps due to the lack of waterproofing and the deterioration caused by it, causing aesthetic damages. There were several spots in the paint and the appearance of shells and bubbles indicated

the action of water on the building. It is possible to visualize the effects of humidity on the right side of the building (see Figures 6 and 7) and on the left side (Figures 8 and 9). In Figures 7 and 8 it was identified the presence of bond beans. These doors were different from the others because they were constructed on the 60s, after the rest of the building.



Figure 06 – Right side of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba
Source: Authors' collection.

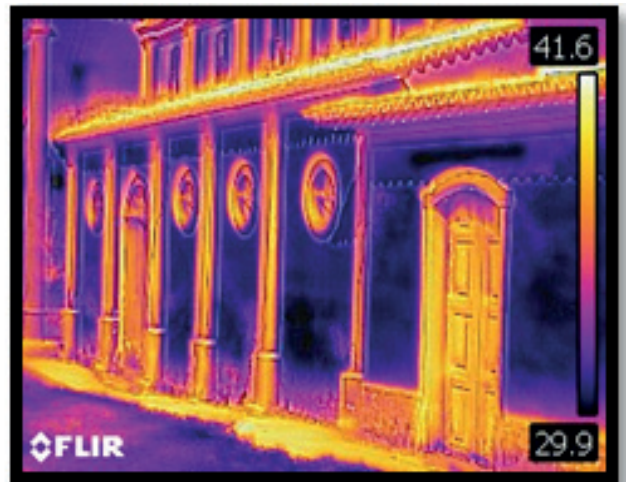




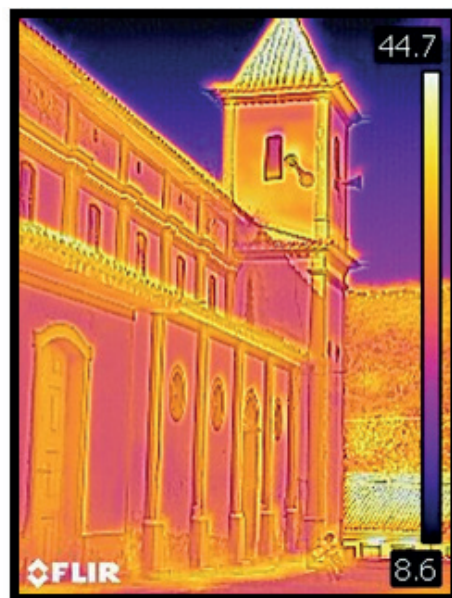
Figure 07 – Right side of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba
Source: Authors' collection.



Figure 08 – Left side of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba
Source: Authors' collection.



Figure 09 – Left side of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba
Source: Authors' collection.



With the thermographic analysis it was possible to identify areas of concentration of internal moisture, as indicated in Figures 10 and 11. Souza (2008) affirms that the damages that are concentrated in the lower part of the walls are caused mainly because of humidity due to the proximity of the soil. The water present tends to infiltrate and to be absorbed capillary by the constituent materials up to a certain height.

It has been observed that moisture concentrates above degraded areas, this occurred maybe because the liquid evaporates more easily from the damaged surface, due to direct exposure to external heat. In addition, the walls were composed by permeable material, so the water diffuses by capillarity over an area larger than that visually apparent.

In addition to water absorbed by capillarity, rainwater damage was also identified, which, due to a probable deficiency in the water drainage system or even the damaged roof and displaced tiles, produced the same effect at high wall heights of sealing.

The towers of the building, since 2002, have serious structural problems, presenting considerable cracks,

even with palliative actions of installing wooden beams in the baptistery to support the chorus and relieve the load of the external walls and towers - solution that remains (Andrade, 2014). The points representing cooler areas in Figure 12 may indicate the propagation of air and water in the structural element, since the tower has cracks that allow the entry of these natural components.

It was verified that the interior of the building has a smaller number of pathological manifestations. The structural part of the main arch and the slabs are preserved, as can be seen in Figures 13 and 14, so that they offer no significant risk or compromise to the aesthetics of the building.

The slabs of the lateral corridors, presented in Figures 15 and 16, present painting problems, characterized by displacements and vesicles. Thermography indicated some regions of high temperature, which converge in a larger area, that by visual inspection had no wear near the lower surface. It is expected that such behavior occurs due to the lack of tiles or poor positioning of the tiles, allowing the entrance of sunlight and a higher incidence of heat or by the detachment of the substrate.

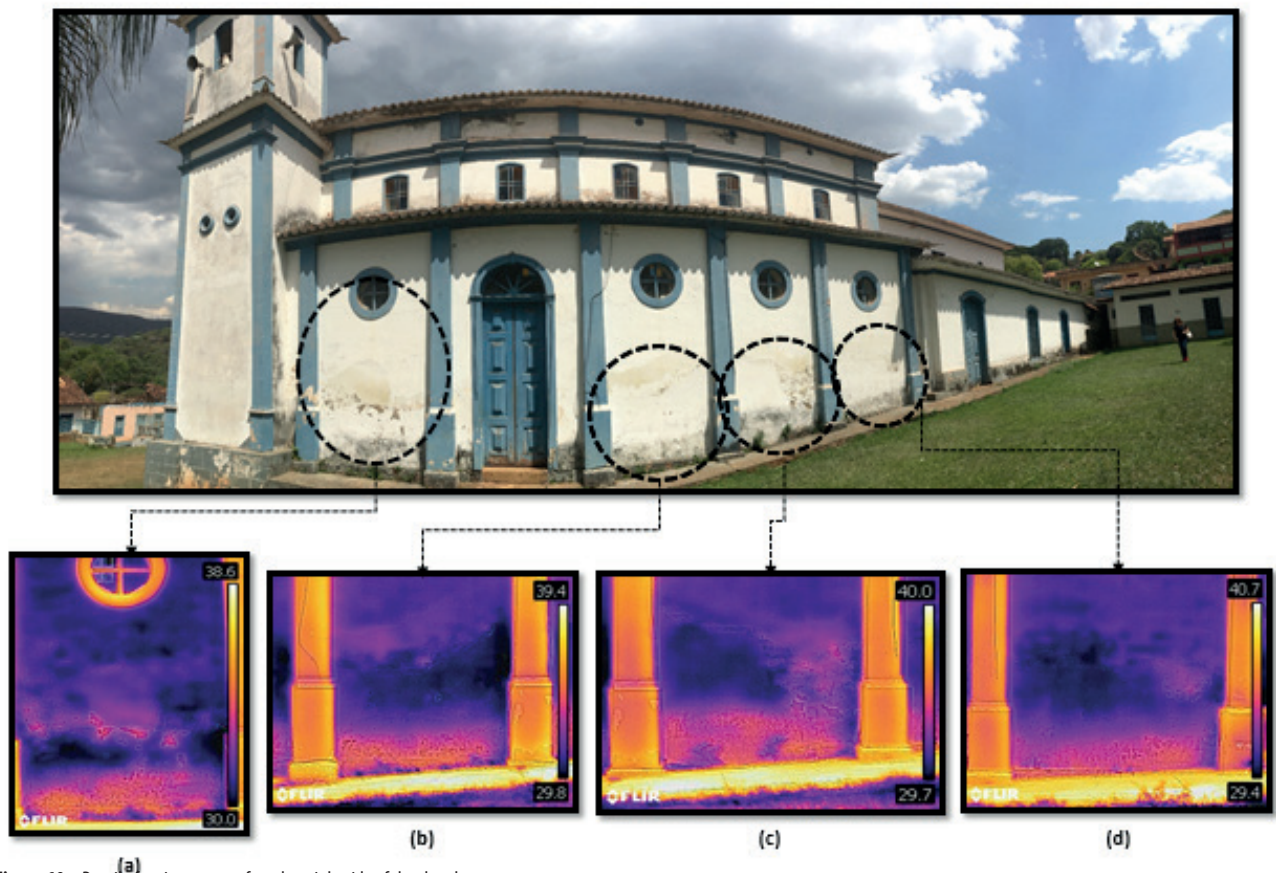


Figure 10 – Detail of moisture areas found on right side of the church
Source: Authors' collection.



Figure 11 – Areas of moisture concentration on the left side of the church.
Source: Authors' collection.

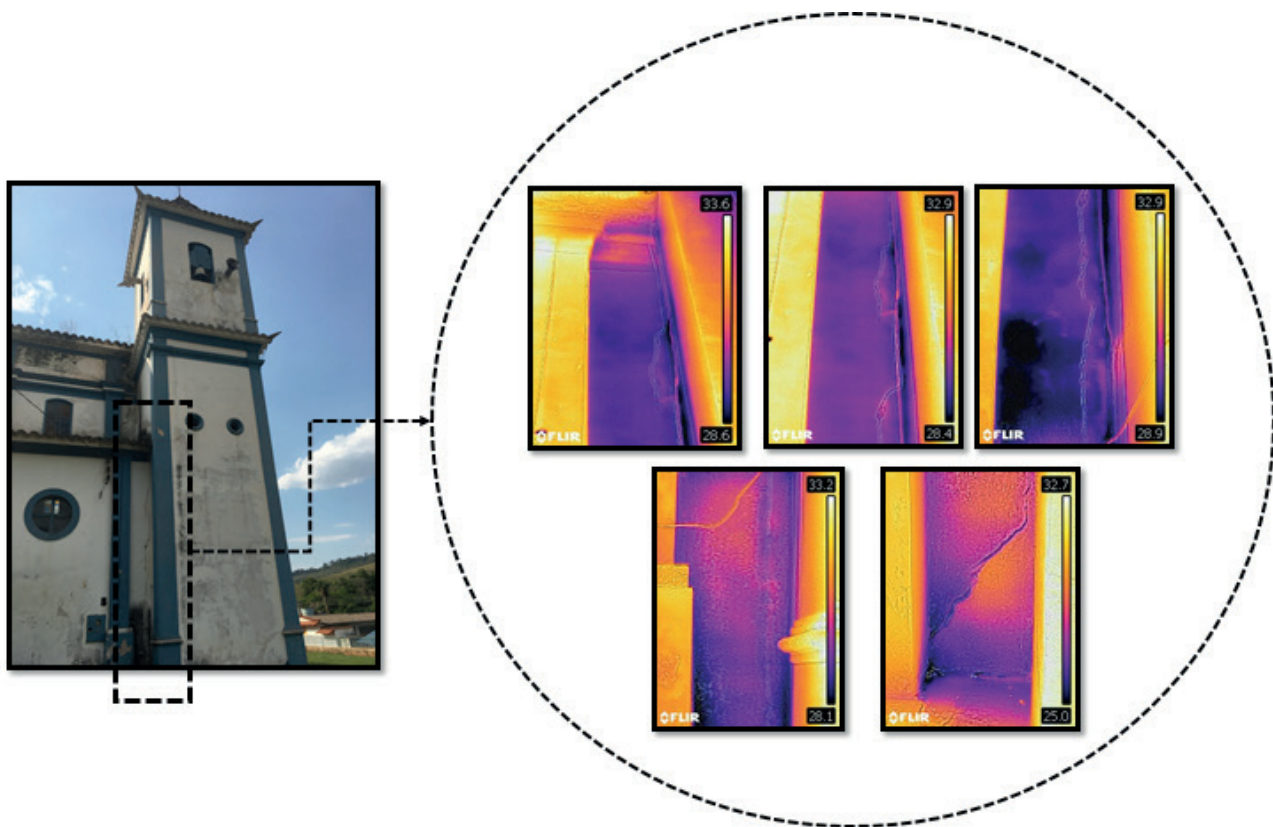


Figure 12 – Left tower of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba
Source: Authors' collection.



Figure 13 – Main internal arch of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba
Source: Authors' collection.



Figure 14 – Coverage in the main hall of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba
Source: Authors' collection.

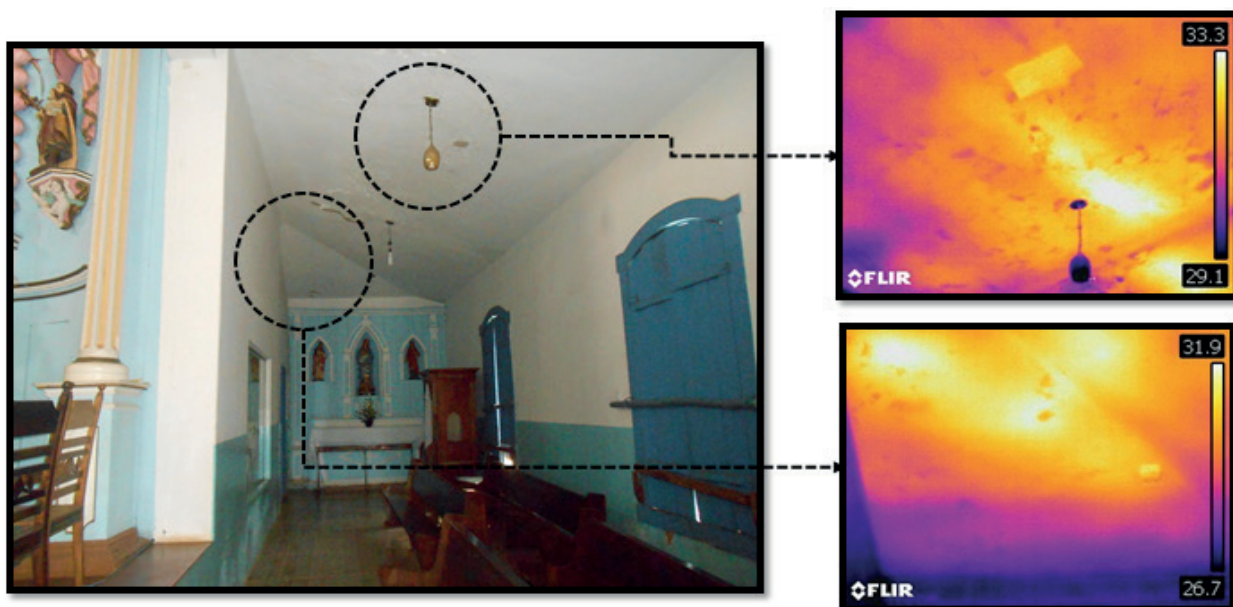


Figure 15 – Right internal corridor of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba
Source: Authors' collection.

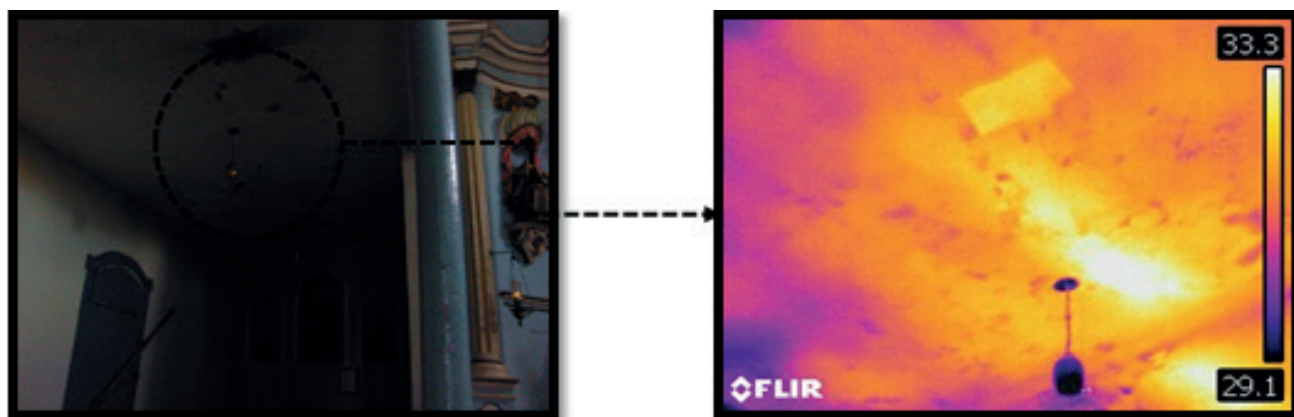


Figure 16 – Left internal corridor of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade Paraopeba
Source: Authors' collection.

6. CONCLUSIONS

The state of Minas Gerais has great historical and cultural value in the history of Brazil due to the presence of gold and diamond mines. The prosperity of other times resulted in several buildings that currently have great cultural and historical value. Nowadays, many historical buildings in small towns do not have adequate maintenance, being visible the action of the time and the lack of maintenance in their elements.

The preservation of the historical monuments is of paramount importance for the propagation of the customs of the time in which they were constructed. The objective of this paper was to evaluate the pathological manifestations of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba, located in the municipality of Brumadinho, Minas Gerais, without any aesthetic damage to the property. Therefore, an analysis considering both thermal imaging camera and visual inspection was chosen.

When the research was carried out, pathological manifestations were identified due to the infiltration of water through the roof and by the absorption of water from the soil. The bad conditioning of the tiles, the lack of waterproofing, the lack of maintenance and the realization of reforms without adequate technical knowledge of the materials and techniques are the main causes of the identified pathologies. Wet spots, deterioration of mortar and paint, and detachment of the floor covering were also identified in several areas of the building.

It was concluded that the thermography test met the initial objective, confirming some of the pathological manifestations existing in the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba and identified by the visual inspection. In addition, the technique is even more suitable for use in historical heritage sites, which can not be damaged for sample removal in destructive tests and

since there were large surfaces for analysis. Finally, the historical building is, in several aspects, under precarious conditions that undermine the structure and aesthetics of the whole. It is advisable to reform internal and external repair and restoration, so as to solve all the problems identified, so that the building can fulfill its role as historical patrimony, conveying the architectural and cultural value of the era in which it was built.

ACKNOWLEDGEMENTS

Acknowledgment to the parish of the Mother Church of Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba, which granted permission for the study, to the Federal University of Minas Gerais for the availability of the equipment and the Pontifical Catholic University of Belo Horizonte.

REFERÊNCIAS

- Alam, F. W., Pinz, F. P., Paliga, C. M., Torres, A. S. (2017). Metodologia de ensaio termográfico – uma análise dos parâmetros da termocâmera e seus efeitos no resultado. 59º Congresso Brasileiro de Concreto – 59º CBC, Bento Gonçalves, Brasil; November 2017.
- Andrade, B. (2014). Igreja Matriz de Nossa Senhora da Piedade Distrito de Piedade do Paraopeba Brumadinho/MG – Subsídios Históricos para o Projeto de Restauração. Ouro Preto, Brasil; June 2014.
- Barbosa, M. T. G. et al. (2010). Patologias de Edifícios Históricos Tombados. Encontro Nacional da Associação Nacional de Pesquisa e Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo – I ENAPARQ, Rio de Janeiro, Brasil; December 2010.
- Bauer, E., Pavón, E. (2015). Termografia de Infravermelho na identificação e avaliação de manifestações patológicas em edifícios. Revista Concreto e Construções. 79

(1), 93-98.

Bucur, V. (2003). Nondestructive Characterization and Imaging of Wood.

Cortizo, E. C. (2007). Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocul-tas e diagnostico de anomalias em edificações: Ênfase em Edificações do Patrimônio Histórico. Master's thesis - Federal University of Minas Gerais, Brazil.

FLIR, 2016. 3 principais aplicações da análise termográfica. <http://www.flir.com.br/home/news/detail-s/?ID=80767>. Access on 01/20/2018.

Grinzato, E. (2012). IR Thermography Applied to the Cultural Heritage Conservation. 18th World Conference on Nondestructive Testing. Durban, South Africa.

Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional - IPHAN. Available in: <<http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/218>>. Access in: 07 November 2017.

Meinlschimidt, P. (2005). Thermographic detection of defects in wood and wood-based material. 14th International Symposium of nondestructive testing of wood. Hannover, Germany.

Nóbrega, E. S., Oliveira, J. A. C., Alves, N. J. D. (2017). Análise das manifestações patológicas em fachadas com auxílio de câmera termográfica e drone. 59º Congresso Brasileiro de Concreto – 59º CBC, Bento Gonçalves, Brasil.

Souza, M. F. (2008). Patologias ocasionadas pela umidade nas edificações. Monografia de especialização – Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil.

Spodek, J., Rosina, E. (2009). Application of Infrared Thermography to Historic Building Investigation. Journal of Architectural Conservation. 15 (1), 65-81.

Pedra, K. K. V., Carneiro, Y. S., Teixeira, G. A., Oliveira, J. A. C., Alves, N. J. D. (2017). Utilização de drone e termografia na detecção de manifestações patológicas em monumentos históricos. 59º Congresso Brasileiro de Concreto – 59º CBC, Bento Gonçalves, Brasil.

Plesu, R., Teodoriu, G., Taranu, G. (2012). Infrared thermography applications for building investigation. Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi" din Iasi Tomul LVIII, 61 (1), 157-168.

AUTORES

ORCID: 0000-0001-9510-2859

CYNARA FIEDLER BREMER, Dra. | Universidade Federal de Minas Gerais | Arquitetura e Urbanismo | Belo Horizonte, MG. Brasil | Correspondência para: Rua Paraíba, 697 - Sala 313, CEP 30130-041. Bairro Funcionários. Belo Horizonte/MG. Brasil | Email: cynarafiedlerbremer@ufmg.br

ORCID: 0000-0002-2865-8782

GLÁUCIA NOLASCO DE ALMEIDA MELLO, Dra. | Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais | Engenharia Civi | Belo Horizonte, MG. Brasil | Correspondência para: Rua Dom José Gaspar, 500, Prédio 3 - Sala 102, Coração Eucarístico, Belo Horizonte - MG - Brasil - CEP 30535-901 | Email: gnamello@pucminas.br

ORCID: 0000-0002-5371-8193

FERNANDA ISABELLA SOARES BERNARDES | Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais | Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo | Belo Horizonte, MG. Brasil | Correspondência para: Rua Doutor José Greco, 66, Belo Horizonte - MG - Brasil - CEP 30360-030 | Email: fernandaisbernardes@gmail.com

ORCID: 0000-0002-7783-691X

MARCELLA AMARAL RODRIGUES PINTO | Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais | Especialista em Avaliações e Perícias de Engenharia | Belo Horizonte, MG. Brasil | Correspondência para: Rua Martim Afonso, 1168/Apt 105, Bigorrião - Curitiba/PR 80730-030 | Email: marcellamarp@yahoo.com.br

ORCID: 0000-0003-2546-8649

ALINE MARACAHIBE ROCHA | Universidade Federal de Minas Gerais | Arquitetura e Urbanismo | Belo Horizonte, MG. Brasil | Correspondência para: Rua Paraíba, 697 - Sala 313, CEP 30130-041. Bairro Funcionários. Belo Horizonte/MG. Brasil | Email: alinemaracahibe@gmail.com

COMO CITAR ESTE ARTIGO

BREMER, Cynara Fiedler; MELLO, Gláucia Nolasco de Almeida; BERNARDES, Fernanda Isabella Soares; PINTO, Marcella Amaral Rodrigues; ROCHA, Aline Maracahibe. Análise das Manifestações Patológicas na Igreja de Nossa Senhora da Piedade do Paraopeba Usando Termografia. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 4, p. 125-136, out. 2019.** 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.MIX2019.v5.n4.125-136>.

DATA DE ENVIO: 02/10/2019

ENTREVISTA COM: REPRESENTANTES DO GRUPO DE PESQUISA VIRTUHAB



Quais são os projetos desenvolvidos por vocês no Grupo de Pesquisa Virtuhab?

lalê: Minha extensão é na Materioteca, em que fazemos a catalogação de materiais com foco em sustentabilidade. Analisamos o ciclo de vida dos mesmos, desde de sua forma como matéria prima até o descarte, produzindo fichas que são disponibilizadas online pelo site da Materioteca. Além disso, temos a Materioteca física que se localiza no Prédio de Arquitetura e Urbanismo da UFSC, onde expomos diversas amostras de materiais.

Natália: Eu faço a editoração da revista Mix Sustentável, um periódico que tem foco na sustentabilidade aplicada em projetos e que aborda assuntos análogos às três grandes áreas: Arquitetura, Design e Engenharia Civil. Seu diferencial é mesclar o rigor científico com dados mercadológicos, o que amplia o público alvo da revista.

Emanuelle: No meu primeiro ano do grupo fiz uma pesquisa na classificação dos materiais, paralela à Materioteca, com maior enfoque no bambu. Atualmente, faço parte de um projeto parceiro da BQMIL, desenvolvendo casas modulares usando como matéria prima o resíduo da argamassa produzida pela empresa.

E como vocês ficaram sabendo do Grupo de Pesquisa?

lalê: Eu conheci o Virtuhab através da SEPEX, onde o grupo estava participando com um stand, e achei

muito interessante os temas abordados lá. Quando houve a oportunidade de participar de um processo seletivo, me candidatei e agora estou aqui.

Natália: Conheci o grupo de pesquisa através da sua sede, o LabRestauro, que se situa no mesmo prédio no qual estudo. Até que, quando me interessei em saber mais sobre ele, o processo seletivo para a bolsa de editoração estava aberto e resolvi tentar essa oportunidade.

Emanuelle: Antes de cursar Arquitetura aqui na UFSC eu estudei o curso técnico de Controle Ambiental no Instituto Técnico Catarinense, então eu já tinha uma certa afinidade com a área de sustentabilidade. Assim, quando houve a possibilidade de desenvolver uma pesquisa nesse campo, me candidatei e deu certo.

Em suas opiniões, como os projetos dos quais são responsáveis agregarão no futuro profissional de vocês?

lalê: Participando do Virtuhab entramos em contato com diversas áreas e possibilidades. Uma dessas é capacidade de organização do ENSUS, um evento de sustentabilidade aplicada em projetos, em que entramos em contato com pessoas de diversas partes do Brasil e até mesmo de outros países. Nele, também podemos assistir apresentações de pesquisas inovadoras e participar de exposições, ambas no campo da sustentabilidade. Isso tudo gera uma bagagem muito rica para nossa área profissional.

Emanuelle: A iniciação científica foi muito interessante para ampliar meus conhecimentos sobre a área acadêmica, além de entender um pouco mais como funcionam as publicações científicas. Já o projeto que desenvolvo atualmente tem profunda relação com projeto arquitetônico, então eu consigo desenvolver minhas habilidades nessa área central para minha profissão.

Natália: O mais interessante para mim é que com a Mix, consigo entrar em contato com as três áreas, não orbitando somente em torno do campo da Arquitetura.

Aprender softwares usados por designers, por exemplo, expande minhas habilidades, o que é um ponto diferencial num futuro mercado de trabalho.

lalê: E além desses pontos também temos a vivência em grupo, nos proporcionando reuniões, convivência com os membros, trocas de conhecimento entre os membros e mais, o que também já nos prepara para o futuro, pois não trabalharemos sozinhos.

Conte-nos um pouco da repercussão dos projetos dentro e fora da universidade.

Natália: Fora da universidade temos a Mix e o ENSUS, em que a primeira recebe conteúdos originários de diversas partes do Brasil e até de outros países, como nessa edição, que temos artigos tanto em português quanto em inglês e espanhol. Já o segundo, orgulhosamente também temos alcance nacional e internacional, onde recebemos pesquisadores, expositores, professores e demais interessados de diferentes localidades. Além deles, o conteúdo da Materioteca também ultrapassa a universidade, podendo ser acessada por qualquer um. Seu desenvolvimento, contudo, é feito exclusivamente pelo Grupo de Pesquisa.

Emanuelle: O que também fazemos é expor nossas pesquisas em outros eventos fora do campus universitário de Santa Catarina. Em abril deste ano, por exemplo, participamos do LENS Conference em Curitiba-PR, levando 3 artigos desenvolvidos por membros do Virtuhab para serem apresentados em inglês com transmissão ao vivo para mais de 5 países.

PROJETO DE REQUALIFICAÇÃO DA ORLA DA LAGOA DE PIRATININGA, NITERÓI, RIO DE JANEIRO

MARIA EDUARDA RADLER DE AQUINO | UFRJ
VIRGÍNIA VASCONCELLOS, Dra. | UFRJ

1. INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta um recorte da pesquisa realizada para elaboração do Trabalho Final de Graduação, cuja proposta é um Projeto de Requalificação da orla da Lagoa de Piratininga, na Cidade de Niterói, Rio de Janeiro, Brasil.

O trabalho partiu da identificação e delimitação do trecho da orla, que vem sofrendo com problemas gerados pelo abandono e pela ocupação irregular, como redução do espelho d'água, devido ao assoreamento da Lagoa causado pelo lançamento de lixo e resíduos de construções, de esgoto sanitário, entre outros, até o projeto de requalificação da área.

A Lagoa de Piratininga é uma das microbacias da Região Oceânica e a maioria das nascentes dos corpos hídricos que contribuem para a sua existência se localiza em áreas cobertas por florestas em bom estado de conservação. Os percursos naturais dos rios e córregos que integram esta sub-bacia foram alterados e canalizados, o que contribuiu para a deterioração da Lagoa e sua borda.

A Lagoa está passando por um acelerado processo de expansão residencial e comercial. O trecho da orla, onde se propõe a requalificação vem sendo ocupada por uma população de baixa renda, ao longo dos anos; na maioria pescadores que tiram da Lagoa a sua fonte de renda e por trabalhadores do setor terciário. Esses moradores são carentes de espaços públicos voltados ao lazer e precisam, também melhorar as condições de acesso às moradias e à própria Lagoa.

2. METODOLOGIA

Como método, o trabalho parte de um embasamento teórico-conceitual, levantamentos bibliográficos, com coleta de dados em publicações acadêmicas, plantas da Prefeitura e referencial de projetos; levantamentos de campo, a partir de visitas in loco, com observações diretas não participativas, registros fotográficos e Base Google Earth.

Os dados foram tratados a partir da confecção de mapas (biofísicos, figura e fundo, gabarito e uso do solo), cortes e desenhos. Foram utilizados, ainda, programas computacionais, como AutoCad e PhotoShop.

Nos levantamentos foram constatados os principais problemas e necessidades dos moradores e o potencial paisagístico e ambiental do local. Foram realizadas análises morfológicas e mapeados os principais elementos da forma urbana, identificados no local por meio de registros fotográficos e do redesenho de alguns mapas da Prefeitura para atualização de dados, além de serem identificadas e respeitadas as massas vegetadas que permitem a sobrevivência e a recuperação futura do ecossistema lagunar.

3. RESULTADOS

O projeto de requalificação da orla inclui a reformulação do traçado geométrico das vias, melhoria dos passeios (acessibilidade), localização e especificação de arborização e mobiliário, além da introdução e/ou reformulação de espaços de socialização já existentes, que visam, sobretudo, a atividades educativas, culturais e esportivas, guardando as características ambientais (vegetal e animal) e os atributos da paisagem do local. Ao mesmo tempo cria novas áreas de lazer comunitário e espaços para permitir a continuidade da pesca, que se configura como a principal atividade de subsistência da comunidade. A proposta visa, ainda, à reintrodução da flora nativa nas margens da Lagoa, auxiliando a recuperação de micro biomas (recomposição da fauna e melhoria do conforto ambiental).

REFERÊNCIAS

- LAMAS, José M. **Morfologia urbana e desenho da cidade**. 7. ed. Rio de Janeiro: Fundação Calouste Gulbenkian, 2010. 592 p.
- TRANCIK, Roger. **Finding Lost Space: Theories of Urban Design**. 1. ed. USA: John Wiley & Sons, June 1986. 256 p.
- Prefeitura Municipal de Niterói. **Atlas das Unidades de Conservação do Município de Niterói** [arquivo digital]. Niterói: Pedro Bittencourt, 2018. 101p.

COMPONENTES CONCEITUAIS PARA UMA PROPOSTA DE CONSUMO SUSTENTÁVEL DA MODA EM BRECHÓS

ALESSANDRO MATEUS FELIPPE | UDESC

GABRIEL SAUSEN FEIL, Dr. | UNIPAMPA

1. INTRODUÇÃO, DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Intenciona-se, com o presente resumo, apresentar os resultados alcançados no trabalho de conclusão de curso do autor principal por meio de uma reflexão sobre o atual consumo de moda. Partindo de um diagnóstico preocupante em relação a essa indústria – considerada a segunda que mais polui o meio ambiente –, observa-se o reuso de peças de vestuário, encontradas no espaço brechó, como uma possibilidade de prática sustentável de consumo. Dessa forma, o objetivo geral de pesquisa busca-se entender de que forma a elaboração teórica de cinco componentes conceituais podem elucidar uma proposta, uma possibilidade de consumo sustentável da moda. Em termos metodológicos, instiga-se, a partir da revisão bibliográfica de conceitos básicos acerca de uma possibilidade de consumir moda. Para isso, entende-se, numa esfera interdisciplinar da moda e do consumo, que os componentes necessários para tal elucidação são: o espaço brechó (NERI, 2017; SEBRAE, 2015), a possibilidade de livre criação individual de consumo através do dandismo (GODART, 2010), a conquista de picos de pormenores sustentáveis entendidos no conceito de estilo & charme (DELEUZE; PARNET, 1998; FEIL, 2006), a importância do consumidor entender o que está em voga através do acesso à informação (MARTINO, 2001; CANCLINI, 2008) e um olhar diferenciado para a moda, entendendo-a como um subsetor ou um segmento da indústria criativa (FIRJAN, 2016; UNCTAD, 2010).

À guisa de resultados da pesquisa, tem-se o (1) brechó e sua função de ser o espaço onde pode-se encontrar peças a serem reutilizadas, inserindo o consumidor numa atmosfera diferenciada, estimulando-o a ver o potencial criativo de cada peça ao escolhê-la; na sequência, há o (2) dandismo que estimula o consumidor a criar sua própria forma de vestir, ao passo que o dândi transgride a lógica de imitar, criando um movimento de livre criação individual ao consumidor; o próximo componente conceitual

é (3) estilo & charme, e diz respeito aos picos de práticas sustentáveis que o consumidor adquire ao consumir em brechós numa ótica singular a partir de pormenores, de detalhes na rotina em prol de práticas sustentáveis de consumo; o quarto componente dialoga com a importância do (4) acesso à informação aos consumidores de moda, uma vez que fornece informações importantes sobre aquilo que está em voga no setor de consumo da moda aos sujeitos, bem como indicar locais onde podem encontrar bens a serem reutilizados, instando o prolongamento da vida útil da peça, juntamente a relevância do consumo na construção simbólica de uma identidade local; finalmente, o quinto componente é a (5) indústria criativa, uma vez que é possível observar a moda com um outro olhar, entendendo-a como uma atividade que valoriza o talento individual dos sujeitos que produzem os artefatos, através da fusão entre criatividade na produção e venda massiva de bens, sublinhando benefícios sociais e culturais – além dos econômicos.

REFERÊNCIAS

- CANCLINI, N. G. **Consumidores e cidadãos: conflitos multiculturais da globalização**; tradução Maurício Santana Dias. 7. Ed. Rio de Janeiro: Editora UFRJ, 2008.
- DELEUZE, G; PARNET, C. **Diálogos**. São Paulo: Escuta, 1998.
- GODART, F. **Sociologia da moda**. Editora Senac São Paulo, 2010.
- FEIL, G. S. **Comunicação e Fuga: por uma educação-fluxo**. 2006. 189 f. Dissertação (Mestrado em Educação nas Ciências) – Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI, Brasil. 2006.
- FIRJAN – **Mapeamento da Indústria Criativa no Brasil**. Rio de Janeiro: Sistema Firjan, 2016.
- MARTINO, Luiz C. De qual comunicação estamos falando? In: HOHFELDT, Antonio; MARTINO, Luiz C.; FRANÇA, Vera Veiga (Orgs.). **Teorias da comunicação:**

conceitos, escolas e tendências. Petrópolis: Vozes, 2001.
NERI, N. **Dicas de brechó** – Tipos de brechó. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=QzenEfHjp-PA&t=4s> - Acesso: 15 ago. 2017.
SEBRAE. **Nichos de Moda**. Brasília, 2015. UNCTAD – **Relatório de economia criativa 2010**: economia criativa uma opção de desenvolvimento. Brasília: Secretaria da Economia Criativa/ Minc ; São Paulo: Itaú Cultural, 2012.

A UTILIZAÇÃO DO PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS (PSA) COMO ESTRATÉGIA DE INCREMENTO PARA A TRANSIÇÃO AGROECOLÓGICA

IASMIM CARDOSO GOSSENHEIMER, M.Sc. | UNIVATES
LUCIANA TURATTI, PhD. | UNIVERSIDADE DE SEVILHA

1. INTRODUÇÃO

A mudança na estrutura socioeconômica das nações com o crescimento da população, e a postura do homem em relação ao meio em que está inserido, corroboram com o fato de que a interação homem/natureza passou de uma relação de troca saudável, para uma exploratória dos recursos naturais.

Políticas de desenvolvimento agrícola oriundas da Revolução Verde, constituídas a partir da década de 1960, orientaram a modernização de propriedades, e conforme Muller, Lovato e Mussoi (2003), aprofundaram as desigualdades, a exclusão social no campo, especialmente em se tratando de agricultores familiares, contribuindo ainda para o esquecimento de conhecimentos tradicionais e saberes locais.

Desta feita, a agricultura baseada na monocultura, aplicação de insumos e utilização de agrotóxicos, tornou-se uma das atividades mais nocivas ao meio ambiente. Apesar de tal constatação a transição da agricultura convencional para agroecológica encontra barreiras de ordem social, jurídico, ambiental e econômica, a despeito de haverem ferramentas para seu estímulo.

Um dos mecanismos que tem despontado como forma de incentivo às práticas sustentáveis é o Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que condiciona o recebimento de um benefício à prestação de um serviço ambiental.

Simões (2014) cita que a ideia de PSA surge a partir constatação de que é necessária a preservação dos serviços ambientais, para a continuidade da vida na terra. Deste modo, o objetivo deste trabalho foi verificar de que forma o instrumento econômico PSA pode contribuir para a transição da agricultura convencional para agroecológica.

No que tange à transição agroecológica, ações coletivas se mostram positivas como cooperativas e associações que, organizadas econômico e ambientalmente, buscam o mesmo propósito socioambiental.

É preciso que se tenha claro que, para a construção de uma agricultura sustentável é necessário que se façam presentes as dimensões ecológicas, econômicas, sociais, políticas, culturais e éticas da sustentabilidade. Isso implica em mudanças estruturais entre as quais Caporal (2009) cita a reforma agrária e o acesso aos meios de produção.

O PSA, entretanto, não deve ser assumido como uma ideia mercadológica, sendo visto apenas pelo viés econômico do incentivo recebido pela proteção ambiental prestada. Deve sim ser visto pela ótica da externalidade positiva, em consonância com o princípio do protetor-recebedor, onde o PSA proporcionado, se vincula a proteção ambiental.

Ou seja, a proteção ambiental deve ser algo intrínseco da atividade executada nas propriedades rurais em suas mais diversas atividades, sendo o PSA uma bonificação a esse serviço prestado.

Deste modo, o PSA deve ser um instrumento de estímulo econômico e de valorização de hábitos comuns aos produtores rurais familiares, que ao gerenciarem suas propriedades de forma ecologicamente correta através da agroecologia geram serviços ambientais.

REFERÊNCIAS

- CAPORAL, F.R. Agroecologia: uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. In.: CAPORAL, F.R. (Org.) Agroecologia: uma ciência do campo da complexidade. Brasília, 2009.
- MULLER, J.M.; LOVATO, P.E.; MUSSOI, E.M. Do Tradicional ao Agroecológico: as veredas da transição (o caso dos agricultores familiares de Santa Rosa da Lima/SC). Eisforia (UFSC), Florianópolis, v.1, n.1, p.98-121, 2003.
- SIMÕES, M.S. Pagamento por Serviços Ambientais sob uma ótica econômico-ecológica e institucionalista: reconciliando teoria e prática. Dissertação (Mestrado em Economia) Universidade Federal de Uberlândia, 2014.

CROWD-DESIGN PARA A SUSTENTABILIDADE: UM MODELO DE REFERÊNCIA

ISADORA BURMEISTER DICKIE, Dra. | UNIVILE

Este resumo apresenta os resultados da Tese de Doutorado intitulada Proposition of a reference model of Crowd-Design for Sustainability, defendida em 2018, pelo Programa de Pós Graduação em Design da UFPR. O trabalho, redigido e apresentado em inglês, foi desenvolvido no âmbito do Projeto Sustainability Maker, financiado pela EU (LIFE11 ENV/ DE/000342), e recebeu indicação para o Prêmio de Teses da CAPES 2019.

O desenvolvimento da tese iniciou com uma Pesquisa-Ação para o reconhecimento e experimentação de uma iniciativa de crowd-design na plataforma innoatives.com: “The Kitchen Challenge”. Em paralelo, executou-se Revisões Bibliográficas Assistemática e Sistemática sobre os termos crowdsourcing e seus desdobramentos, crowd-design e suas particularidades, sustentabilidade e suas implicações para com os processos de design para a sustentabilidade. Na sequência, aplicou-se um Estudo de Caso com Observação Participante, que englobou o planejamento e a execução de outra iniciativa de crowd-design na plataforma innoatives.com: “Water for Life”. A análise individual por iniciativa, bem como a análise cruzada permitiram confrontar o os resultados destas com a literatura. O resultado final foi, então, um modelo de referência do processo de crowd-design com foco na sustentabilidade.

O processo de crowd-design para a Sustentabilidade difere de outras abordagens de design principalmente devido à maneira como os participantes estão envolvidos no Processo de Desenvolvimento de Produtos (PDP) e de como os critérios de sustentabilidade são introduzidos neste processo.

O modelo proposto de crowd-design para a sustentabilidade é dividido em três macro-fases: (i) pré-desenvolvimento; (ii) desenvolvimento; e (iii) pós-desenvolvimento (Figura 01). Como no modelo de referência do PDP [1], essa divisão facilita a modularização do processo, onde cada macro-fase é dividida em micro-fases que podem ser aplicadas separadamente para responder às necessidades de cada organização.

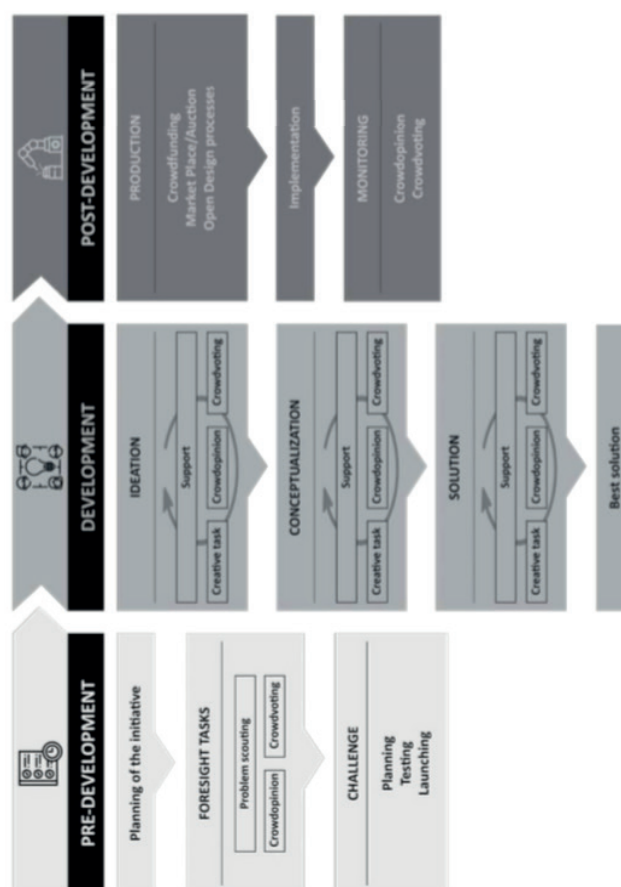


Figura 01 – Modelo de Referência de Crowd-Design para a Sustentabilidade
Fonte: Dickie (2018) [2]

A primeira macro-fase, Pré-Desenvolvimento, é dividida em três micro-fases: (i) planejamento da iniciativa; (ii) tarefas prospectivas; e (iii) desafio. A segunda macro-fase, Desenvolvimento, inclui as micro-fases que correspondem ao desenvolvimento do produto pela multidão. Nela, são utilizados processos de crowdsourcing, como crowdvoting, por exemplo. A última macro-fase, Pós-desenvolvimento, corresponde a encontrar maneiras de produzir, implementar e monitorar o produto após sua implementação. Nesta fase, também são utilizados processos de crowdsourcing, como o crowdfunding, por exemplo.

A partir do desenvolvimento da Tese, foi possível mostrar as variáveis importantes no processo de crowd-design, as abordagens de inovação utilizadas e os princípios de sustentabilidade associados a cada uma delas. É importante que este modelo de referência seja testado em estudos adicionais para verificar sua eficácia e, se necessário, trabalhar em sua melhoria.

REFERÊNCIAS

ROZENFELD et al. Gestão de desenvolvimento de produtos: uma referência para a melhoria do processo. São Paulo: Saraiva, 2006.

Dickie, Isadora Burmeister. Proposition of a reference model of crowd-design for sustainability. Tese

SUSTENTABILIDADE NA MODA COM BASE NOS FUNDAMENTOS DO BIOCENETRISMO E DO VEGANISMO

NEIDE KÖHLER SCHULTE, Dra. | UDESC

1. INTRODUÇÃO

A questão central desse estudo é verificar como os fundamentos da ética ambiental biocêntrica e a proposta do veganismo, podem contribuir na reflexão sobre mudanças no sistema da moda diante do paradigma da sustentabilidade, de modo que, as roupas cumpram sua função como vestimenta, expressão estética e de identidade, porém, com menos danos socioambientais.

O pressuposto é que a proposta do veganismo e da ética ambiental biocêntrica oferecem fundamentos para um modo de produção e de consumo mais compatíveis aos princípios da sustentabilidade e para um modo de vida que seja menos destrutivo.

De acordo com os pressupostos da ética ambiental biocêntrica o mundo natural não é um simples objeto para ser explorado pelos humanos, nem as criaturas utilizáveis como recursos de nosso uso e consumo. 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);

Auto-defesa, permite aos agentes morais se protegerem contra organismos danosos ou perigosos, destruindo-os, caso necessário. **Proporcionalidade**, diz que em um conflito entre valores humanos e o bem de animais e plantas silvestres, maior peso deve ser dado aos interesses básicos (por exemplo, a sobrevivência). **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. **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. **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.

O termo veganismo surgiu no século XX e é o mesmo que vegetarianismo estrito, ou vegetarianismo profundo. Veganos não consomem nenhum produto de origem

animal, nem fazem uso de animais para trabalho, experimentação, entretenimento, entre outros. Procuram reduzir os danos à natureza (CALLICOTT, 1985).

2. OBJETIVO

O objetivo desta pesquisa é analisar como os fundamentos propostos pela ética ambiental biocêntrica e pelo veganismo podem trazer uma base para a reflexão sobre a importância de mudanças no sistema de moda, para que seja mais compatível à sustentabilidade.

3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Levantar o estado da arte e os conceitos sobre moda, sustentabilidade ambiental, ética ambiental biocêntrica e veganismo;

- Apresentar a proposta para a ética ambiental biocêntrica e estabelecer uma relação com o estilo de vida dos veganos;

- Entrevistar consumidores veganos que, segundo seu discurso, já praticam um consumo mais ético e sustentável, para verificar o seu modo de consumo;

Durante o trabalho foi possível identificar uma convergência no discurso entre os teóricos da ética ambiental biocêntrica, dos veganos, e de pesquisadores da sustentabilidade ambiental quanto à necessidade de mudanças no sistema de valores éticos. Essas mudanças de valores terão impacto direto nas ações humanas e um desenvolvimento sustentável não parecerá algo forçado como atualmente, será algo natural. São dados exemplos dessas ações: consumir menos, ter critérios (produtos sustentáveis) na hora da compra, cuidar mais dos produtos, encaminhá-los no pós-uso (ciclo de vida fechado), entre muitas outras ações desejáveis para um modo de vida sustentável.

REFERÊNCIAS

CALLICOTT, Baird. **Intrinsic Value, Quantum Theory, and Environmental Ethics**. In: ENVIRONMENTAL ETHICS. Fall 1985, v. 7, n. 3, p. 257-275.

TAYLOR, Paul W. **Respect for Nature: a theory of environmental ethics**. 2. impress with corrections. New Jersey, Princeton: Princeton University Press, 1987.



CCE | CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO
CTC | CENTRO TECNOLÓGICO
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE DESIGN