

# IMPACT projects

ISSN 2764-9725



**ENSUS**  
2022

**VOL. 1 | N.º 1**  
**OUT. | 2022**  
**PUSC**



**SANTANA DO ARAGUAIA-PA**  
**UNIFESSPA**

## RESPONSÁVEL



## PATROCÍNIO



## GOVERNO DO ESTADO DO PARÁ

FUNDAÇÃO AMAZÔNIA DE  
AMPARO A ESTUDOS E PESQUISAS

## APOIO

**FUNAPE**

Fundação de Apoio à Pesquisa



## EDITORA



## FICHA CATALOGRÁFICA

PAISAGEM URBANA E SISTEMAS CONSTRUTIVOS. PUSC.  
**IMPACT projects:** ENSUS 2022. [Organizado por: Cláudia Vasconcelos]. Santana do Araguaia-PA: UNIFESSPA, vol. 1, n. 1, out. 2022.

244p. (Vol. 1, Nº 1, outubro, 2022). ISSN 2764-9725.

1. Tecnologia do Ambiente Construído e Inovação. 2. Resistência, Desempenho, Problema e Recuperação Estrutural. 3. Impacto Social e Econômico. 4. Sustentabilidade Urbana e Eficiência Energética. 5. Formação/Perfil Profissional e Mercado de Trabalho.

# IMPACT<sup>CT</sup> projects

ISSN 2764-9725



**VOL. 1 | N.º 1**  
**OUTUBRO | 2022**  
**PUSC**

**SANTANA DO ARAGUAIA-PA**  
**UNIFESSPA**



## PARCEIROS DO ENSUS 2022

UNIFESSPA | PROEX UNIFESSPA | PROPIT UNIFESSPA | PROEG



UNIFESSPA | CTIC  
**UFAM**



Universidade Estadual  
da Região Tocantina  
do Maranhão



**UNISUL**  
instituto **ãnima**



**ANTAC**  
Associação Nacional  
de Tecnologia do  
Ambiente Construído



**EDITORA GERENTE DA REVISTA**

Prof.<sup>a</sup> PhD.<sup>a</sup> Cláudia Queiroz de Vasconcelos, UNIFESSPA/IEA/FATEC.

**CONSELHO EDITORIAL****Editorial**

Prof.<sup>a</sup> PhD.<sup>a</sup> Cláudia Queiroz de Vasconcelos, UNIFESSPA/IEA/FATEC.

**01. Tecnologia do Ambiente Construído e Inovação**

Prof.<sup>a</sup> PhD.<sup>a</sup> Cláudia Queiroz de Vasconcelos, UNIFESSPA/IEA/FATEC.

**02. Resistência, Desempenho, Problema e Recuperação Estrutural**

Prof. Dr. Roberto Bernardo da Silva, UNIFESSPA/IEA/FATEC.

Prof. MSc. Hamilton Damasceno Costa, UNIFESSPA/IEA/FAU.

**03. Impacto Social e Econômico**

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Cristiane Johann Evangelista, UNIFESSPA/IEA/FCE.

**04. Sustentabilidade Urbana e Eficiência Energética**

Prof. Dr. Antonio Carlos Santos do Nascimento Passos de Oliveira, UNIFESSPA/IGE/FAEC.

**05. Formação/Perfil Profissional e Mercado de Trabalho**

Prof. Dr. Dilson Henrique Ramos Evangelista, UNIFESSPA/IEA/FCE.

**DIAGRAMAÇÃO**

Mateus Auri Pereira Neves, UFSC.

**GRUPO DE PESQUISA | CNPQ**

Paisagem Urbana e Sistemas Construtivos (PUSC)

Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)

Campus de Santana do Araguaia

Instituto de Engenharia do Araguaia (IEA)

Av. Brilhante, Gleba 68, Lote 1A, Seringal, Santana do Araguaia-PA, CEP 68.560-000

E-mail: [impact.projects2764.9725@gmail.com](mailto:impact.projects2764.9725@gmail.com)

Telefone: (94) 2101-5937 | 5936 | 1025

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



## **CONTATO PRINCIPAL**

Cláudia Queiroz de Vasconcelos  
Pós Doutorado em Arquitetura e Urbanismo (UFSC/PósARQ)  
Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA)  
Campus de Santana do Araguaia  
Instituto de Engenharia do Araguaia (IEA)  
Faculdade de Tecnologia (FATEC)  
Telefone: (94) 2101-5936 - IEA  
E-mail: [claudia.vasconcelos@unifesspa.edu.br](mailto:claudia.vasconcelos@unifesspa.edu.br)

## **CONTATO PARA SUPORTE TÉCNICO**

Samuel da Silva Sousa  
Telefone: (94) 2101-5936 - IEA  
E-mail: [samuel.sousa@unifesspa.edu.br](mailto:samuel.sousa@unifesspa.edu.br)

## **COMITÊ DE APOIO**

Prof. MSc. Helves Belmiro da Silveira, UNIFESSPA/IEA/FCE, Doutorando;  
Prof. MSc. Mateus Gonçalves de Oliveira, UNIFESSPA/IEA/FATEC;  
Prof. MSc. Péricles Crisiron Pontes, UNIFESSPA/IEA/FCE, Doutorando;  
Prof. Esp. Osmar Tharlles Borges de Oliveira, UNIFESSPA/IEA/FCE, Mestrando.

## REVISORES - COMITÊ CIENTÍFICO

1. Alexandre Toledo, Universidade Federal de Alagoas (UFAL);
2. Ana Kelly Marinoski Ribeiro, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
3. Ana Lúcia Papst de Abreu, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina (IFSC);
4. André Canal Marques, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS);
5. André S. Francisco, Marítima;
6. Andrea Jaramillo Benavides, Universidad Regional Amazonicalkiam;
7. Anja Pratschke, Universidade de São Paulo (USP);
8. Beany Monteiro, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ);
9. Cláudia Vasconcelos, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
10. Claudio Blanco, Universidade Federal do Pará (UFPA);
11. Claudio Pereira de Sampaio, Universidade Estadual de Londrina (UEL);
12. Danielle Guimarães, Universidade Federal do Amapá (UNIFAP);
13. Débora Baraúna, Universidade Federal do Paraná (UFPR);
14. Dianne Vianna, Universidade de Brasília (UNB);
15. Elvis Carissimi, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM);
16. Emeli Lalesca Aparecida Guarda, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
17. Fabiano Ostapiv, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR);
18. Fabrício Tarouco, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS);
19. Gabriel Moraes de Outeiro, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
20. Guilherme Henrique Fiorot, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS);
21. Hamilton Damasceno Costa, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
22. Humberto Carvalho, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
23. Ivan Luiz de Medeiros, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
24. Joel Dias da Silva, Universidade Regional de Blumenau (FURB);
25. Kátia Valéria Marques Cardoso Prates, Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR);
26. Lauro André Ribeiro, IMED e INESCC;
27. Leticia Mattana, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
28. Liliane Chaves, Universidade Federal Fluminense (UFF);
29. Lisiane Ilha Librelotto, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
30. Marli Everling, Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE);
31. Michele Fossati, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
32. Miguel Filipe Barreto dos Santos, Instituto Politécnico de Leiria (IPL);
33. Nuria Pérez Gallardo, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
34. Patrícia Farias, Universidade Federal da Bahia (UFBA);
35. Patrícia Freitas Nerbas, Universidade do Vale do Rio dos Sinos (UNISINOS);
36. Paulo César Machado Feroli, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC);
37. Roberto Bernardo da Silva, Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA);
38. Sérgio Tavares, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto;
39. Vanessa Casarin, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

## **SOBRE O PERIÓDICO IMPACT projects**

A revista possui caráter científico visando a divulgação de pesquisas originais e alinhadas com práticas do mercado de trabalho. Também se trata de uma ferramenta de cunho colaborativo para contribuir com a visibilidade de pesquisas e cooperação entre seus pesquisadores.

A IMPACT *projects* publica seus artigos com o registro de DOI e ISSN 2764-9725. O seu escopo busca compor uma base de dados, com acervo da área temática de Ciências Físicas, Tecnológicas e Multidisciplinar. Ressaltando que esse conteúdo científico tem acesso aberto facetado nas seguintes grandes áreas de conhecimento, Ciências Sociais Aplicadas, Engenharias e Interdisciplinar.

### **MISSÃO**

A missão da revista IMPACT *projects* é registrar e difundir a produção do conhecimento científico e de mercado, realizada por docentes, técnicos, discentes, pesquisadores e demais profissionais.

### **OBJETIVO**

Disponibilizar o conhecimento a partir de artigos de pesquisa publicados *online*, mediante avaliação prévia para manter a qualidade dos textos completos do periódico.

### **SEÇÃO**

**SEÇÃO 01: TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E INOVAÇÃO:** está relacionada a publicação de resultados de pesquisas científicas e de atuação no mercado de trabalho, referente à produção de conhecimento na área de tecnologia do Ambiente Construído.

**SEÇÃO 02: RESISTÊNCIA, DESEMPENHO, PROBLEMA E RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL:** está voltada para a publicação de pesquisas científicas e de atuações no mercado de trabalho sobre desempenho da construção e manifestações patológicas.

**SEÇÃO 03: IMPACTO SOCIAL E ECONÔMICO:** espaço para abordagens sobre a relação da pessoa com a cadeia produtiva mercadológica e seus respectivos impactos sociais e econômicos.

**SEÇÃO 04: SUSTENTABILIDADE URBANA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA:** espaço para publicação de resultados de pesquisa sobre o planejamento e o gerenciamento integrado dos sistemas: urbanos, desenvolvimento regional, infraestrutura, eficiência energética, drenagem urbana, esgotamento sanitário e resíduos sólidos.

**SEÇÃO 05: FORMAÇÃO/PERFIL PROFISSIONAL E MERCADO DE TRABALHO:** visibilidade e intercâmbio de práticas, reflexões, experimentos e potencialidades de ações resultantes de projetos de impacto científico e de mercado profissional.



## SOBRE O PERIÓDICO **IMPACT projects**

### PROCESSO DE AVALIAÇÃO

A revista possui a revisão por pares, às cegas, para isenção e parcialidade dos colaboradores do comitê científico. O artigo passa por uma primeira análise dos organizadores quanto ao tema e omissão de identificação dos autores, atendendo esses requisitos, o artigo é submetido à pelo menos dois revisores.

Desse modo, a revisão e emissão dos pareceres ocorrerá na forma de *PEER BLIND REVIEW* (revisão dupla e cega), na qual nem autores, nem revisores são identificados. O artigo poderá ser APROVADO, APROVADO COM MODIFICAÇÕES para publicação ou REPROVADO, sendo que, as revisões indicadas pelos pareceristas devem ser atendidas pelos autores para envio da versão final.

### PERIODICIDADE

Publicação semestral com ao menos uma edição regular ao ano, assim como conta com pelo menos uma edição especial anual.

### POLÍTICA DE ACESSO LIVRE

Esta revista oferece acesso livre mediante a disponibilização de seus artigos na web de modo gratuito.

### ACESSO

O acesso pode ser feito no seguinte endereço eletrônico:

<https://periodicos.unifesspa.edu.br/index.php/impactprojects/index>

E também pela plataforma OJS em:

<https://periodicos.unifesspa.edu.br/index.php/impactprojects/login>

### DIRETRIZES PARA SUBMISSÃO

Os *templates* para submissão estão disponíveis em:

<https://pusc.unifesspa.edu.br/template.html>

### CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO

Como parte do processo de submissão, os autores precisam verificar a conformidade da submissão em relação a todos os requisitos desta revista, que estão disponíveis em seu *site*. As submissões que não estiverem de acordo com esses requisitos serão devolvidas aos autores.

### POLÍTICA DE PRIVACIDADE

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

## SUMÁRIO

### EDITORIAL

12

#### ENSUS 2022: X Encontro de Sustentabilidade em Projeto

12-13

VASCONCELOS, Cláudia Queiroz de.

### 01. TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E INOVAÇÃO

14

#### BIOCOMBUSTÍVEL SÓLIDO: UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS PARA OBTER ENERGIA TÉRMICA

17-30

EZIRIO, Maria Júlia; BARCELOS, Ricardo Luis; MAGNAGO, Rachel Faverzani.

#### IMPACTO SOCIAL: REQUALIFICAÇÃO DE PRAÇA EM SANTANA DO ARAGUAIA/PA

31-42

VASCONCELOS, Cláudia; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha.

#### POTENCIAL DE OBTENÇÃO DA CERTIFICAÇÃO LEED BD+C VERSÃO 4.1 EM EDIFÍCIO ESCOLAR PÚBLICO

43-56

GUSMÃO JÚNIOR, Hamilton; VIEIRA, Júlia; OLIVEIRA, Raquel; OLIVEIRA, Fernanda.

### 02. RESISTÊNCIA, DESEMPENHO, PROBLEMA E RECUPERAÇÃO ESTRUTURAL

58

#### A APLICABILIDADE E A EFICIÊNCIA DA MATRIZ SWOT PARA O GERENCIAMENTO DA QUALIDADE DO PROJETO ARQUITETÔNICO E URBANÍSTICO

61-74

SILVA, Juliana Christiny Mello da; ROLA, Sylvia Meimaridou; BRASIL, Paula de Castro.

#### INDICADORES DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

75-88

MARQUES, Cristian Teixeira.

#### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA A RESPEITO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) DE TUBULAÇÕES DE PVC

89-100

GONÇALVES, Rigley; PAULA, Heber.

### 03. IMPACTO SOCIAL E ECONÔMICO

102

#### ARQUITETURA ESCOLAR SENSÍVEL AO PROCESSAMENTO SENSORIAL DOS AUTISTAS: ESTUDO DO CONFORTO VISUAL POR MEIO DA APO DA E. M. LUIZA TERRA DE ANDRADE – RJ

105-122

SILVA, Juliana Christiny Mello da; DI TRAPANO, Patrícia; SANTOS, Maria Julia de Oliveira; BRASIL, Paula de Castro; ROLA, Sylvia Meimaridou.

#### CARTILHA INFORMATIVA: GESTÃO DE RESÍDUOS PARA LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO DIGITAL

123-138

LEITE, Dominique Lewis; PAZMINO, Ana Veronica.

## SUMÁRIO

### 03. IMPACTO SOCIAL E ECONÔMICO

102

#### ESPAÇO MAKER: DESIGN E EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE EM ESCOLAS PÚBLICAS 139-154

EVERLING, Marli T.; SELLIN, Noeli; SILVA, Danilo C.; SACHELLI, Carlos M.; BOETTCHER, Marcelo.

#### RESÍDUOS DE DENIN: EXPERIÊNCIAS DE REUTILIZAÇÃO EM CONFECÇÃO DE JEANS 155-166

SANTIAGO, Élida Belquice de Araújo; FERREIRA, Antonieta Machado; RODRIGUES, Jéssica de Melo; MELO, Lucilene de Carvalho; ARAÚJO, Naira Renata Muniz de.

### 04. SUSTENTABILIDADE URBANA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

168

#### ANÁLISE DA GERAÇÃO DO RCD NA CIDADE DE TRÊS CORAÇÕES, MG 171-180

CAMPOS, Camila de Castro Barbosa Almeida; BESSA, Sofia Araújo Lima.

#### DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CANAÃ DOS CARAJÁS 181-190

CARVALHO, Darwison Batista; SANTANA, Érika Cristina Oliveira; SILVEIRA, Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira.

#### ESTUDO BASEADO EM DADOS DO SNIS: AVALIAÇÃO DA DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM JACUNDÁ 191-200

ASSUNÇÃO, Isabella Santos; ALMEIDA, Kemely Vitoria de Sousa; SILVEIRA, Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira.

### 05. FORMAÇÃO/PERFIL PROFISSIONAL E MERCADO DE TRABALHO

202

#### DESIGN E A SOCIEDADE: RELAÇÕES COLABORATIVAS 205-216

MBONA, Miguel; BARATA, Tomás.

#### ESTIMATIVA DO CUSTO PARA OBTENÇÃO DA CLASSE “A” DO RTQ-R POR UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR EM BELO HORIZONTE 217-230

CUPERTINO, João; OLIVEIRA, Raquel.

#### GERAÇÃO DE ELETRICIDADE EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS: PROJETO BIOFLUXO 231-242

MOREIRA, Simone Maria Reis; SHAYANI, Rafael Amaral.

## EDITORIAL

### ENSUS 2022: X ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO

A revista *IMPACT projects* busca a divulgação de conhecimentos científicos e de mercado profissional, mediante parcerias institucionais e com eventos, para a publicação de trabalhos, considerando escopo de suas edições, regulares ou especial. Essa revista compõe os periódicos da UNIFESSPA com acesso gratuito, visando a democratização do conhecimento.

Acesso em: <<https://periodicos.unifesspa.edu.br>>

A revista possui autoria corporativa do Grupo de Pesquisa/CNPq Paisagem Urbana e Sistemas Construtivos (PUSC), do Instituto de Engenharia do Araguaia (IEA), da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), Campus de Santana do Araguaia.

O lançamento da *IMPACT Projects* compreende a edição especial do ENSUS 2022, que foi realizado no formato híbrido. O desafio da décima edição do Encontro de Sustentabilidade em Projeto foi flexibilizar a participação e transmissão em tempo real pelas plataformas digitais gratuitas.

O formato presencial aliado ao trabalho remoto permitiu ao evento uma ação colaborativa institucional, com parcerias público-privado, que proporcionou ao evento científico uma linguagem mais acessível e disponível a diferentes públicos, considerando os receios da retomada do trabalho presencial pós-pandemia.

O ENSUS foi realizado pela primeira vez fora da região Sul do Brasil, considerando o seu novo formato, de ser sediado um ano pela própria UFSC, sendo organizado pelo grupo de pesquisa VirtuHab, e outro fora, por instituição parceira.

A UNIFESSPA aceitou o desafio de sediar a X edição do evento com os seguintes apoiadores: Reitoria, Pró-Reitorias, FUNAPE, Instituto Ânima, Materiais Ativos, UNACH, UFAM, IFSC, Ígnea, UEMASUL, ANTAC, Rede TerraBrasil, UFOP, UnB, IGE, UNISUL, GREENS, O'R Atelier O'Reilly Architecture & Partiners, UFPA, UNIVERSITEC, Curimbó Tropeiro de Iracema, NATIVA'A.

## EDITORIAL

### ENSUS 2022: X ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO

A organização desse evento foi de responsabilidade dos seguintes grupos de pesquisa: PUSC, VirtuHab e GTAC. O patrocinador oficial do ENSUS 2022 foi o Governo do Estado do Pará, mediante a FAPESPA.

O período de realização desse evento foi de 24 a 26 de agosto de 2022, com uma proposta multidisciplinar, para divulgação de pesquisas, mediante apresentações orais e de pôsteres de artigos aprovados, palestras (internacionais e nacionais), mesas de debates, exposição de cases, realização de oficinas, atividades culturais, feira do livro, premiação Sustentabilidade ENSUS 2022, happy hour, visita técnica na Aldeia Gavião, remada Nativa'a e publicação dos artigos em anais do evento e em edições especiais de periódicos científicos parceiros (Mix Sustentável, Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, IMPACT Projects).

A Equipe Editorial agradece a todos os autores, que nos honraram com a contribuição em nossa edição especial do ENSUS 2022, da revista de lançamento da IMPACT Projects. Essa primeira edição reporta uma etapa conturbada de um trabalho que vem desde 2020, para a publicação da revista idealizada pelo grupo de pesquisa PUSC, da UNIFESSPA/IEA. Vale ressaltar que apenas estamos começando nessa jornada de divulgação científica e, portanto, contamos com a paciência, o compartilhamento e a parceria de nossos colaboradores e autores, para termos uma vida longa e a sobrevivência no campo de publicações.

**Palavras-chave:** Projeto; Sustentabilidade; Arquitetura e Urbanismo; Engenharias; Design.

Santana do Araguaia-PA, 27 de outubro de 2022.

**Prof.<sup>a</sup> PhD.<sup>a</sup> Cláudia Queiroz de Vasconcelos**  
Portaria N° 0080/2021  
Líder do GP-CNPq PUSC  
Editora Gerente da IMPACT *projects*

01.



# **Tecnologia do ambiente construído e inovação**



# 01. Tecnologia do ambiente construído e inovação



# BIOCOMBUSTÍVEL SÓLIDO: UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS AGRÍCOLAS PARA OBTER ENERGIA TÉRMICA

*SOLID BIOFUEL: USE OF AGRICULTURAL WASTE TO OBTAIN THERMAL ENERGY*

Data de aceite: 02/09/2022 | Data de submissão: 26/08/2022

**EZIRIO, Maria Júlia**, Acadêmica de Engenharia Ambiental e Sanitária.

Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, Brasil, E-mail: [Mariaeziro@gmail.com](mailto:Mariaeziro@gmail.com).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1910-0805>.

**BARCELOS, Ms. Ricardo Luis**

Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, Brasil,

E-mail: [Ricardo.barcelos@animaeducacao.com.br](mailto:Ricardo.barcelos@animaeducacao.com.br).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4536-1585>.

**MAGNAGO, Dr. Rachel Faverzani**

Universidade do Sul de Santa Catarina, Palhoça, Brasil,

E-mail: [rachel.magnago@animaeducacao.com.br](mailto:rachel.magnago@animaeducacao.com.br).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7306-7984>.

## RESUMO:

A procura por fontes de energia que possam substituir os combustíveis fósseis é de extrema importância, tanto no aspecto econômico, como socioambiental. O objetivo deste trabalho foi confeccionar briquetes com borra de café, casca de arroz, casca de laranja e caracterizar o teor de umidade, teor de cinzas e poder calorífico inferior e superior comparando com os valores para lenha e teste de compressão, para caracterizar a resistência mecânica dos briquetes, estudar e apresentar a análise de viabilidade técnica e econômica. Deste modo, os materiais apresentaram resistência mecânica à compressão adequada para ser manipulado e armazenado, caracterizado para uso doméstico. A composição que obteve o melhor resultado do teor energético foi a Amostra 2 (10g de casca de arroz, 75g de casca de batata e 50g de casca de laranja) que apresentou o valor do poder calorífico superior e inferior de 17,22 MJ/Kg e 15,85 MJ/kg, respectivamente. A fumaça liberada durante queima ficou na faixa de 2-3 na escala Ringelmann. Além disso, os valores encontrados para todos os biocombustíveis sólidos foram superiores aos conhecidos para lenha.

## PALAVRAS-CHAVE:

Viabilidade econômica. Biocombustível sólido. Casca de laranja. Casca de arroz. Borra de café.

## ABSTRACT:

The search for energy sources that can replace fossil fuels is extremely important, both in the economic and socio-environmental aspects. The objective of this work was to make briquettes with coffee grounds, rice husk, orange peel and to characterize the moisture content, ash content and lower and higher calorific value comparing with the values for firewood and compression test, to characterize the resistance briquette mechanics, study and present the technical and economic feasibility analysis. In this way, the materials presented adequate mechanical resistance to compression to be manipulated and stored, characterized for domestic use. The composition that obtained the best result of energy content was Sample 2 (10g of rice husk, 75g of potato peel and 50g of orange peel) which presented the value of superior and inferior calorific value of 17.22 MJ/Kg and 15.85 MJ/kg, respectively. The smoke released during burning was in the range of 2-3 on the Ringelmann scale. In addition, the values found for all solid biofuels were higher than those known for firewood.

## KEYWORDS:

Economic viability. Solid biofuel. Orange skin. Rice husk. Coffee grounds.

## 1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores agrícolas e florestais do mundo, e apresenta grande potencial na produção de briquetes, pois os resíduos dessas biomassas são encontrados em abundância nas propriedades rurais do país. Alguns materiais provenientes de fontes renováveis como os resíduos vegetais estão se tornando uma alternativa para a geração de bioenergia, com o intuito de reduzir a utilização de combustíveis de origem fóssil e não renovável (SOARES et. al., 2015). A utilização de combustíveis não renováveis gera grande preocupação ambiental devido ao fato de serem potencialmente poluentes e na maioria dos casos apresentam maior custo (SILVA et. al., 2007). A busca por alternativas para a produção de energia também auxilia reaproveitamento de resíduos de produção agrícola e/ou agroindustriais (SOARES et. al., 2015).

Estima-se que a cultura do arroz produza cerca de 200 t de biomassa para cada 1 mil t de grãos colhidos (ABIB, 2011). Considerando que o processamento do arroz gera cerca de 20% de resíduos de casca. No Brasil, no ano de 2019 foi produzido 10.368.611 t de arroz, gerando 2.073.722 t de resíduos (IBGE, 2020).

De acordo com Schneider et al. (2012), é produzido uma tonelada de cascas e palha para cada tonelada de café torrado e moído. Para Schneider, et al. 2012, de 45 a 55% do grão maduro do café é resíduo. Sendo assim, pode-se considerar uma porcentagem de geração de 50% de resíduos sobre a parcela total de café processado. Segundo o IBGE (2020) no ano de 2019, foi produzido 30.009.402 t de café e gerado um total de 1.504.701 t de resíduos.

Segundo Alexandrino et. al. (2007), em média 96% da produção de laranja é transformada em suco, o que gera grande quantidade de resíduos. Esse problema também foi relatado por Rezzadori e Benedetti (2009), sendo que indústrias processadoras de suco de laranja produzem resíduos sólidos e líquidos que equivalem a 50% do peso da fruta. De acordo com o IBGE (2020) foi gerado 8.195.325 t de resíduos de casca de laranja no Brasil em 2019.

Diante disso, o aproveitamento da biomassa florestal e industrial tem grande importância no processo de gestão sustentável e da cadeia de responsabilidade, nas questões econômicas, sociais e ambientais. As populações locais devem ser cada vez mais sensibilizadas acerca das vantagens de utilizar as biomassas como fontes de energia renováveis, principalmente por não produzirem gases tóxicos como SO<sub>2</sub>, o CO<sub>2</sub>, evita a proliferação de animais peçonhentos quando acumulados no ambiente. Especialmente na forma de combustível sólido, por exemplo, briquetes. Os briquetes são feitos de materiais sólidos, geralmente na forma de partículas finas ou pó, que são prensados em equipamentos hidráulicos ou prensas mecânicas para obter um material compactado, geralmente na forma de pequenos cilindros ou discos, para uso como combustível. (FILIPPETO, 2008).

A utilização de combustíveis não-renováveis gera grande preocupação ambiental devido ao fato de serem potencialmente poluentes e na maioria dos casos apresentam maiores custos. A busca por alternativas para a produção de energia também auxilia reaproveitamento de resíduos de produção agrícola e/ou agroindustriais e a economia (ALMEIDA, 2017). A contabilidade de custos é uma área muito importante que gera informações para tomar decisões em empresas de qualquer setor, auxilia os gestores sobre os valores associados à produção e compras de serviço ou produto. É um elemento essencial de uma gestão eficaz.

De acordo com Martins (2010, p. 22) “o conhecimento dos custos é vital para saber se, dado o preço, o produto é rentável; ou, se não rentável, se é possível reduzi-los (os custos)”. Ele considera ainda que “com o significativo aumento de competitividade que vem ocorrendo na maioria dos mercados, seja industrial, comerciais ou de serviços, os custos tornam-se altamente relevantes quando da tomada de decisões em uma empresa”. O Custeio é a apropriação dos custos, e dentre os métodos de custeio podem ser destacados: custeio baseado em atividades (ABC), custeio por absorção e o custeio variável.

Neste estudo foi utilizado o método do custeio por Absorção, para Martins (2010) “custeio por absorção consiste na apropriação de todos os custos de produção aos bens elaborados, e só os de produção; todos os gastos relativos ao esforço de produção são distribuídos para todos os produtos ou serviços feitos”. O desenvolvimento de vias sustentáveis de bioenergia deve estar baseado na procura pela alta eficiência, ou seja, no melhor desempenho energético aliado ao menor custo de produção. Nesse contexto será realizado o estudo do desempenho energético de briquetes obtidos a partir de descartes de resíduos dos processos de beneficiamento da laranja, borra de café e casca de arroz para uso como combustível sólido versus a composição de custos de produção.

Existe uma grande variedade de biomassa sólida combustível utilizada como fonte de geração termelétrica, nesse contexto, foi avaliar propriedades de poder calorífico para a geração de energia térmica de briquetes com diferentes composições de casca de arroz, laranja e borra de café e comparado com a literatura.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os insumos foram preparados previamente sendo que as cascas de laranja Pêra foram secas em estufa a 30° C e trituradas, a borra de café foi doado pelo Restaurante Universitário Vó João, também foi seco em estufa. As cascas de batatas-inglesas foram congeladas até seu uso. A casca de arroz foi usada como recebido, sendo uma doação de Arroz Ligeyrinho.

Para confeccionar os briquetes foram utilizados os resíduos de casca de arroz, laranja e borra de café em diferentes composições, descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Composições dos elementos utilizados para confecção dos briquetes.

Amostras	Água destilada (ml)	Bora de café (g)	Cascas (g)		
			Laranja	Arroz	Batata
1	100	-	50	10	100
2	100	-	50	10	75
3	70	70	-	-	100
4	70	60	-	10	100

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

### 2.1. Preparação dos briquetes

Para a confecção dos briquetes foi utilizado casca de arroz (Figura 1A), casca de laranja (Figura 1B), borra de café (Figura 1C) e casca de batata-inglesa como aglutinante (Figura 1D). Inicialmente foram liquidificadas as cascas de batatas-inglesas com a água destilada (Figura 1E), após, foi vertida para um béquer, aquecida 95 °C

e misturada por aproximadamente 10 min (Figura 1F) até apresentar um aspecto semelhante a gel. Os demais componentes foram adicionados (Figura 1G) conforme quantidades apresentadas na Tabela 1. A mistura foi colocada em moldes PVC de 10 cm de altura e 5 cm de diâmetro, e compactado por uma pressão de 5 kg por cerca de 1 min (Figura 1H). Então, foram desmoldadas e secas a 50 °C em estufa (DeLEO®) por 48 h. Todas as composições foram confeccionadas em triplicatas e apresentaram as mesmas características do briquete mostrado na Figura 1I.

Figura 1: Preparação dos briquetes, sendo (A) casca de arroz, (B) casca de laranja, (C) borra de café, (D) casca de batata, (E) moagem da casca de batata, (F) aquecimento e mistura, (G) mistura final, (H) prensagem e (I) após o desmolde.



Fonte: BIANCHET (2020).

## 2.2 Teor de umidade

Todos os corpos de prova foram pesados com a balança de precisão Shimadzu® previamente tarada, e levados à estufa a uma temperatura de  $105 \pm 2$  °C. Estes foram retirados da estufa e resfriados em dessecador com cloreto de cálcio anidro e pesados. A operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até peso constante (DIAS et al., 2012; ABNT NBR 8112, 1986).

### 2.3. Teor de Cinzas

As amostras foram colocadas em cápsulas de porcelana para queima. Cada amostra foi transferida para um cadinho isento de umidade, pesada e levado à mufla (700 +/-10 °C) por 3 h. Após este processo, o material foi resfriado em dessecador com cloreto de cálcio anidro até massa constante (DIAS at al., 2012; ABNT, 1986).

### 2.4. Valores de Poder Calorífero Superior e Inferior

Para calcular os valores de aquecimento mais altos e mais baixos, que foram comparados com os da Food and Agriculture Organization, o Poder Calorífico Superior (PCS) foi medido em MJ/kg, de acordo com a equação (1):

$$20,0 (1 - A - M) \quad (1)$$

Onde:

PCS: Poder Calorífero Superior; A: Teor de Cinzas; M: Teor de Umidade.

Para calcular o Poder Calorífico Inferior (PCI) em MJ / kg, considerou-se conforme a equação (2).

$$18,7 (1 - A) - 21,2 \times M \quad (2)$$

Onde:

PCI: Poder Calorífero Inferior; A: Teor de Cinzas; M: Teor de Umidade.

### 2.5. Resistência Mecânica a Compressão

Os testes mecânicos foram realizados com método de compressão com célula de carga de 30 kN em equipamento de teste universal (EMIC DL-30000). Nestes testes, todos os briquetes foram submetidos à pressão até que a deformação plástica ocorresse à temperatura ambiente (ISO 17831-2: 2015).

### 2.6. Monitoramento de Fumaça

Os espécimes foram colocados dentro de um recipiente de porcelana onde foram queimados. A avaliação da fumaça foi realizada usando a escala de Ringelmann.

O experimento foi conduzido por cerca de 5 min em um exaustor; as imagens de fumaça foram capturadas e comparadas à escala, usando o software VirtualRingelmann® (<http://virtualringelmann.com/>).

### 2.7. Viabilidade Econômica

Foram utilizados para cálculo dos custos de produção dados de dois espécimes (1 e 4) confeccionados em diferentes proporções e materiais, que estão descritos na Tabela 1.

### 2.8. Cálculo do custo de produção

Utilizou-se a condição FOB (Free On Board) onde não tem valores de frete incluso no produto, ou seja, o comprador deve se responsabilizar pelo transporte da mercadoria.

#### 2.8.1. Custos Fixos

Foram considerados como custo fixo aqueles que não variam em função da quantidade produzida pela empresa (MARTINS, 2003).

#### 2.8.2. Depreciação dos bens

Os ativos da empresa são constantemente desvalorizados, principalmente devido ao desgaste, envelhecimento e progresso tecnológico. A depreciação é, portanto, a diferença entre o preço de compra de um bem e seu valor de troca (valor residual) após um determinado período de uso. Normalmente, as empresas adotam o método linear para lançamentos contábeis. Mesmo utilizando o método linear na contabilidade, uma empresa pode utilizar um método diferente para determinar o custo de produção de seus produtos, uma vez que a depreciação é um custo para a empresa (KUHNNEN, 2001).

Foi utilizado o cálculo de depreciação linear (Equação 3), este, é o método mais simples e mais utilizado. Consiste em dividir o total a depreciar pelo número de anos de vida útil do bem.

$$DL = (V - R) / n \quad (3)$$

Onde:

PV: valor inicial do bem, ou seja, valor pelo qual o bem foi adquirido; R: valor final ou valor de sucata do bem; n: número de períodos de vida útil do bem.

Os valores dos equipamentos (liquidificador, chapa de aquecimento, estufa e a prensa) foram utilizados para calcular a depreciação. Foi atribuído um valor período de 10 anos de vida útil dos bens.

#### 2.8.3. Mão-de-obra, salários e encargos sociais

A determinação da mão-de-obra foi realizada com base na divisão de setores, sendo, cada funcionário responsável por um setor.

- 1º. Setor: Separação, pesagem e mistura dos componentes;
- 2º. Setor: Compactação e inserção dos briquetes na estufa;
- 3º. Setor: Retirar os briquetes da estufa e embalar.

A remuneração da mão de obra foi realizada de acordo com uma pesquisa salarial, com base no Salário de Operador de Processo de Produção na Cidade de Palhoça SC (2021), foi considerado a média salarial de R\$ 1.479,56.

#### 2.8.4. Custos variáveis

Foram considerados custos variáveis aqueles que variam de acordo com a quantidade de briquetes produzida pela empresa (MARTINS, 2003).

#### 2.8.5. Matéria prima e embalagem

O custo foi considerado de acordo com o material necessário para a produção de cada briquete. Obteve-se os valores de cada produto a partir de uma pesquisa de mercado, após, foi calculado o que seria gasto de matéria prima para produzir cada briquete. Para obter valores em demanda, foi considerado uma produção por lote, onde cada lote equivale a 1.000 (mil) briquetes. Foi inserido o gasto necessário para embalar o produto final.

#### 2.8.6. Energia elétrica e água

O custo da energia foi calculado de forma separada, sendo o primeiro de acordo com o gasto médio dos equipamentos para confecção de cada briquetes, o segundo custo de energia foi com base nos demais gastos (ar condicionado, lâmpada e geladeira). Utilizando a Equação 4.

$$Kwh = W \cdot h / 1000 \quad (4)$$

Onde:

Kwh: Energia consumida (Consumo); W: Potência do equipamento; H: Número de horas utilizadas.

Para efetuar o cálculo do valor consumido de água, foi estimado um valor de consumo (m<sup>3</sup>), inserido em uma planilha de Excel disponibilizado no site da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN, 2020).

### 3 RESULTADOS

#### 3.1. Teor de umidade, Teor de Cinzas e Poder Calorífero Superior e Inferior

Na Tabela 2, constam os valores médios de TU: Teor de Umidade, TC: Teor de Cinzas, PCS: Poder Calorífico Superior e PCI: Poder Calorífico Inferior.

Tabela 2. Valores médios de TU (%), TC (%), PCS (MJ/Kg) e PCI (MJ/Kg).

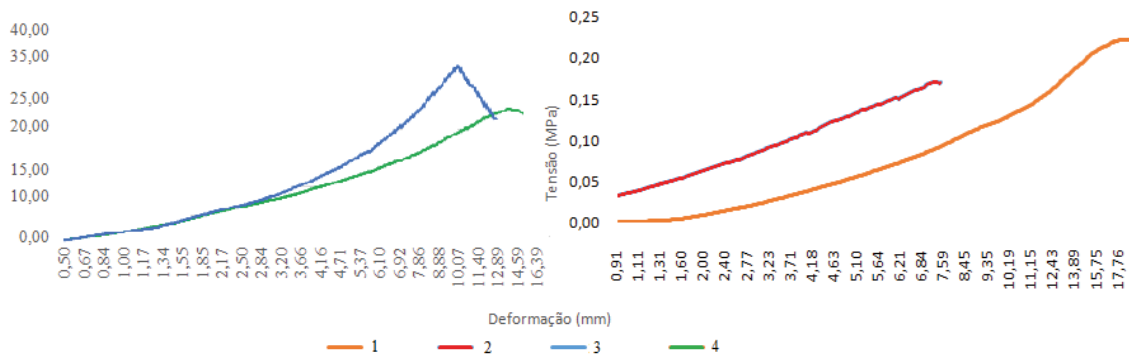
Amostras	TU (%)	TC (%)	PCS (MJ/Kg)	PCI (MJ/Kg)
1	10,60	4,35	17,01	15,64
2	10,28	3,61	17,22	15,85
3	9,79	7,86	16,44	15,12
4	9,40	5,52	17,02	15,67

Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

#### 3.2. Resistência mecânica a compressão

Na Figura 2 pode ser observada a resistência mecânica a compressão para os 4 espécimes.

Figura 2: Resistência mecânica a compressão.



Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

#### 3.3. Monitoramento de Fumaça

Para avaliar o grau da cor da fumaça, que aponta com cores pré-definidas que representa a escala de avaliação, foi utilizado o software VirtualRingelmann. A Figura 3 mostra o momento do teste, durante a queima a fumaça emitida pelas amostras foram conferidos na escala Ringelmann.

Figura 3: Queima de biocombustíveis sólidos, Amostra 3 confeccionados com biomassa de 100 g de casca de batata inglesa e 70 g borra de café.



Fonte: MAGNAGO, 2019.

### 3.4. Cálculo do custo de produção

Para início dos cálculos foi considerado uma média de preço de mercado pela matéria prima, a partir daí foi calculado a quantidade consumida de matéria prima para confeccionar um briquete. Obteve-se assim, o custo variável unitário e multiplicando pela quantidade de briquetes produzidos por lote (considerado 1.500 espécimes) encontrou-se o valor total do custo variável, Tabela 3.

Tabela 3: valor total do custo variável dos briquetes.

Custo Variável						
Briquete	Matéria-Prima	Quantidade Consumida (Kg)	Preço de Compra da Matéria-Prima (Kg)	Custo Variável Unitário (R\$)	Custo Variável (R\$)	Custo Variável Total (R\$)
1	Casca de arroz	0,010	0,04	0,00	0,28	420,53
	Casca de laranja	0,050	5,00	0,25		
	Água destilada	0,100	0,30	0,03		
4	Casca de arroz	0,010	0,04	0,00	0,03	49,58
	Borra de café	0,060	0,30	0,02		
	Água destilada	0,070	0,21	0,01		
Total					470,10	

Fonte: Autores (2021).

Analisando a Tabela 3 observou-se que o briquete 2 tem o valor de custo bem reduzido quando comparado com o briquete 1, isso ocorre pois a matéria prima da casca da laranja tem o valor (R\$) mais elevado quando comparado com a borra do café.

#### 3.4.1. Custos fixos e variáveis

Utilizando os cálculos dos custos de produção foi possível obter os custos variáveis e fixos, demonstrados na Tabela 4, sendo descritos os custos para os espécimes 1 e 4, respectivamente.



Tabela 4: Custos variáveis e fixos dos briquetes.

<b>Briquete 1</b>				
<b>Custos Variáveis</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor real R\$</b>
Matéria prima	Kg	0,28035	1.500	280,35
Embalagem	Saco	0,8	1.500	1.200,00
Energia Elétrica (maq.)	KWh/mês	350,93	1.500	17.994,15
Energia Elétrica (Illum.)	KWh/mês	373,07	-	373,07
Água	m³/mês	70	-	2.428,30
<b>Sub total</b>				<b>22.275,87</b>
<b>Custos Fixos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor real R\$</b>
Depreciação	Ano	637,00	1	637,00
Mão-de-obra	Mês	1.479,56	3	4.438,68
<b>Sub total</b>				<b>5.075,68</b>
<b>Total</b>				<b>27.351,55</b>
<b>Briquete 4</b>				
<b>Custos Variáveis</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor real R\$</b>
Matéria prima	Kg	0,033	1.500	49,50
Embalagem	Saco	0,8	1.500	1.200,00
Energia Elétrica (maq.)	KWh/mês	346,43	1.500	11.259,15
Energia Elétrica (Illum.)	KWh/mês	373,07	-	373,07
Água	m³/mês	49	-	1.669,00
<b>Sub total</b>				<b>14.550,72</b>
<b>Custos Fixos</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unitário</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor real R\$</b>
Depreciação	Ano	637,00	1	637,00
Mão-de-obra	Mês	1.479,56	3	4.438,68
<b>Sub total</b>				<b>5.075,68</b>
<b>Total</b>				<b>19.626,40</b>

Fonte: Autores (2021).

Pode-se constatar que o briquete 1 tem o custo total superior ao briquete 4, isso ocorre principalmente pelo maior consumo de energia do maquinário e de água e para a produção.

### 3.4.2. Custo por absorção

Considerando o tempo de produção unitário dos briquetes pode-se obter o valor absorvido total de cada espécime, Tabela 5.

Tabela 5: Valor absorvido total de cada espécime.

<b>Briquete</b>	<b>Tempo de Produção Unitário (min.)</b>	<b>Tempo de Produção Total (min.)</b>	<b>Valor Unitário Absorvido (R\$)</b>	<b>Valor Absorvido Total (R\$)</b>
1	50,00	2.930,00	2,54	2.544,35
4	35,00	2.915,00	2,53	2.531,33
<b>Total</b>		<b>5.845,00</b>		<b>5.075,68</b>

Fonte: Autores (2021).

### 3.4.3. Margem de contribuição

A Tabela 6 demonstra a margem de contribuição unitária de cada briquete e o

total, tendo em conta um faturamento de R\$ 5.250,00 por lote, o cálculo foi feito livre de impostos.

Tabela 6: Margem de Contribuição dos briquetes.

Briquete 1		
( + ) Faturamento	R\$	5.250,00
( - ) Impostos		
( - ) Custos Variáveis	R\$	22.275,87
( = ) Margem de Contribuição Bruta	-R\$	17.025,87
( - ) Custos por Absorção	R\$	2.544,35
( = ) Margem de Contribuição Líquida	-R\$	19.570,22
Briquete 4		
( + ) Faturamento	R\$	5.250,00
( - ) Impostos		
( - ) Custos Variáveis	R\$	14.550,72
( = ) Margem de Contribuição Bruta	-R\$	9.300,72
( - ) Custos por Absorção	R\$	2.531,33
( = ) Margem de Contribuição Líquida	-R\$	11.832,05

Fonte: Autores (2021).

## 4 ANÁLISES DOS RESULTADOS

### 4.1. Teor de umidade, Teor de Cinzas e Poder Calorífero Superior e Inferior

Os resultados das médias de teor de umidade (Tabela 2) foram entre 9,40%-10,60%, valores bem inferiores quando comparados a lenha (25%-30%), validando a utilização dos espécimes para uso como fonte de calor (GONÇALVES et. al., 2006).

Os Teores de cinzas são índices importantes para briquetes, pois estão relacionados com o seu potencial energético. Quanto maior o teor de cinzas, maior a quantidade de matérias inerte, ou seja, que não produz calor, a Amostra 2 foi a que obteve melhor resultado apresentando um valor de 3,61%. Os valores encontrados foram entre 3,61%-7,86% (Tabela 2), resultados próximos aos encontrados por (MAGNAGO et. al., 2019) 4,95%-8,06%.

De acordo com DIAS et. al. (2012), os briquetes com resíduos de casca de arroz apresentam geralmente PCS de 15,90 MJ/Kg e para os valores de referência da Food and Agriculture Organization (FAO) são de 17-18 MJ/Kg. Comparando com os resultados da Tabela 2, os valores foram próximos ou superiores, sendo que o maior valor foi para a Amostra 2 - 17,22 MJ/Kg. O PCI dos espécimes foi na faixa de 15,12-15,67 MJ/kg (Tabela 2), sendo superiores ao da lenha 7,12-10,47 MJ/kg e dentro da faixa de 15,4-16,5 MJ/kg, indicados pela FAO (ERIKSSON et. al., 1990).

### 4.2. Resistência mecânica a compressão

Briquetes para uso como combustível industriais (0,375 MPa) devem apresentar maior resistência mecânica que briquetes para uso doméstico (0,006 MPa) (Richards, 1990; ISO 17831-2). Na Figura 2, pode-se observar que o espécime 3 apresentou maior resistência a compressão, sendo que foi com a composição sem adição de casca de arroz e casca de laranja, apenas com a borra de café.

Nenhum dos briquetes atingiram a resistência mecânica de 0,375 MPa, uso industrial, mas todos ultrapassaram o valor de 0,006 MPa, podendo ser usado para uso doméstico.

### 4.3. Monitoramento de Fumaça

Todas as amostras ficaram na faixa de densidade entre 40-50% de fumaça, sendo que mostra características de combustão completa. E pode-se observar que a fumaça emitida durante a queima foi branca para todos os espécimes.

### 4.4. Cálculo do custo de produção

Analisando a Tabela 3 observou-se que o briquete 2 tem o valor de custo bem reduzido quando comparado com o briquete 1, isso ocorre pois a matéria prima da casca da laranja tem o valor (R\$) mais elevado quando comparado com a borra do café.

Pode-se constatar que o briquete 1 tem o custo total superior ao briquete 4, isso ocorre principalmente pelo maior consumo de energia do maquinário e de água e para a produção.

Apesar dos briquetes não serem feitos do mesmo material, foi considerado o mesmo faturamento, com base no valor do poder calorífero semelhante entre os briquetes. Sendo assim, a margem do briquete 4 compensa o briquete 1, gerando mais lucros. Entretanto, de acordo com a Tabela 6, a margem de contribuição bruta do briquete 1 foi negativa de -R\$ 17.025,87, e do briquete 4 foi de -R\$ 9.300,72. Considerando o método de custos por absorção, subtraímos desses valores o custo por absorção e tivemos a Margem de Contribuição Líquida (negativa) de -R\$ 19.570,22 e -R\$ 11.832,05 respectivamente. Deste modo, levando em consideração a forma que os briquetes foram produzidos e o volume produzido, o resultado não foi viável economicamente.

Nesses termos, para abater os custos é necessário que o faturamento seja em torno de R\$ 42.000, nesse caso, seria necessário uma produção de no mínimo 6.000 briquetes por Lote. Porém, não foram considerados esses valores com o intuito de manter o processo de produção mais próximo com o descrito neste estudo.

Essa seção será dedicada a análises dos resultados ou as discussões causadas pelos estudos com o detalhamento das especificidades dos estudos, sendo apresentados de modo conciso.

## 5 CONCLUSÃO

A produção de briquetes é uma alternativa econômica e ambiental viável, pois ajuda a maximizar o aproveitamento dos mais diversos resíduos e a reduzir o impacto do uso de lenha. Através dos experimentos realizados pode-se afirmar a possibilidade de utilizar os briquetes que foram feitos com as biomassas (casca de arroz, casca de laranja, borra de café e a casca de batata) como biocombustível sólido.

Foi observado que as amostras obtiveram valores próximos para Teor de Umidade e Teor de Cinzas, sendo entre 9,40-10,60 (%) e 3,61-7,86 (%) respectivamente. Os valores de Poder calorífero superior e inferior ficaram entre 16,44-17,22 (MJ/Kg) e 15,12-15,85 (MJ/Kg) respectivamente. Ao analisar os resultados obtidos para PCS e PCI percebe-se que foram valores bem próximos apesar das amostras terem

sido feitas com diferentes componentes e quantidades. Todos os resultados são favoráveis ao reaproveitamento dos resíduos, devido ao potencial energético dos briquetes.

Além disso, as amostras ficaram na faixa de 2-3 da escala Ringelmann, com uma densidade de 40-50%, quando conferido a coloração da fumaça. Todos obtiveram bons resultados de resistência mecânica para serem transportados e armazenados, classificados para uso como briquetes domésticos.

Os métodos de custeio, como componentes de um sistema de custos possuem grande importância para gerar resultados econômicos, nesse caso, a viabilidade econômica da produção dos biocombustíveis feitos a partir de casca de arroz, casca de laranja e borra de café.

Foi possível gerar resultados dos custos a partir de pesquisas e estimativas, tendo como base a comercialização de briquetes já confeccionados em laboratório, inserindo uma produção por lote, para gerar dados que fossem possíveis estimar desde a aquisição das matérias primas até a venda do produto final.

Analisando os dois briquetes, foi possível constatar que o briquete 4 é mais viável economicamente em diversos aspectos. Porém, considerando o método de custos, obteve-se uma Margem de Contribuição Líquida (negativa) de -R\$ 19.570,22 e -R\$ 11.832,05, para o briquete 1 e 4, respectivamente. Sendo assim, o processo de produção dos briquetes não é viável, por apresentar baixo volume produzido comparado aos custos para a produção. Portanto, é indicado inserir outro método de produção que aumente o volume de briquetes produzidos, a fim de abater os custos. É necessário fazer mais testes, como por exemplo, analisar as toxicidades das cinzas e definir um destino para as mesmas, a fim de tornar o processo cíclico.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. Tiago; JUSTO, W. Ribeiro; OLIVEIRA, M. Ferreira; SILVA, C. Carla. **Uma Análise da Demanda por Combustíveis Através do Modelo Almost Ideal Demand System para Pernambuco**. 2017. 54 v. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Economia - Ppgecon, Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/resr/a/BpN7zjCj8TYZb8mM8X9DYdz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 02 fev. 2021.

ALEXANDRINO, A. M. et al. Aproveitamento do resíduo de laranja para a produção de enzimas lignocelulolíticas por *Pleurotus ostreatus* (Jack:Fr). Campinas, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/qNtCfR3rNx8h4WCSKsBgJxp/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 05 de jul. de 2021.

ABIB – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INDÚSTRIAS DA BIOMASSA. Inventário residual Brasil. 2011. Disponível em: <https://pt.calameo.com/read/000200968cc3a949579a0> Acesso em: 20 de jul. de 2021.

BIANCHET, Ritanara Tayane; PROVIN, Ana Paula; CUBAS, Guilherme Leal Vieira; DUTRA, A. R. A.; MAGNAGO, R. F. Produção de briquetes utilizando resíduos agrícolas da laranja e borra do café. **RG&SA Revista gestão e sustentabilidade ambiental**, ENSUS 2020, v. 9, p. 4-19, 12 ago. 2020. DOI 10.19177. Disponível em: [file:///C:/Users/HP-01/Documents/Projeto/PRODU%C3%87%C3%83O%20DE%20BRIQUETES%20UTILIZANDO%20RES%3%8DDUOS%20AGR%C3%8DCOLAS%20DA%20LARANJA%20E%20BORRA%20DO%20CAF%C3%89%20\\_%20Bianchet%20\\_%20Revista%20Gest%C3%A3o%20&%20Sustentabilidade%20Ambiental.pdf](file:///C:/Users/HP-01/Documents/Projeto/PRODU%C3%87%C3%83O%20DE%20BRIQUETES%20UTILIZANDO%20RES%3%8DDUOS%20AGR%C3%8DCOLAS%20DA%20LARANJA%20E%20BORRA%20DO%20CAF%C3%89%20_%20Bianchet%20_%20Revista%20Gest%C3%A3o%20&%20Sustentabilidade%20Ambiental.pdf). Acesso em: 27 jan. 2022.

Companhia Catarinense de Águas e Saneamento – CASAN, 2020. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/calculado-valores-de-faturas-com-base-em-consumos-hipoteticos#0> Acesso em: 10 jan 2021.

FILIPPETO, D., Briquetagem de resíduos vegetais: viabilidade técnicoeconômica e potencial de

mercado. Dissertação M.Sc. Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2008.

FAO. Agricultural Commodities: Profiles And Relevant Wto Negotiating Issues: Horticultural products: Citrus. Acesso em: 2 fev. 2022.

REZZADORI, K.; BENEDETTI, S. Proposições para valorização de resíduos do processamento do suco de laranja. 2009. Disponível em: <http://www.advancesincleanerproduction.net/second/files/sessoes/6a/4/K.%20Rezzadori%20-%20Resumo%20Exp%20-%206A-4.pdf> Acesso em: 10 de agos. de 2021.

SILVA, Claudinei Augusto. Estudo Técnico-Econômico da Compactação de Resíduos Madeiros para Fins Energéticos, Dissertação M.Sc. Faculdade de Engenharia Mecânica, UNICAMP, Campinas, SP, Brasil, 2007.

SOARES, Larissa de Souza; MORIS, Virgínia Aparecida da Silva; YAMAJI, Fábio Minoru; PAIVA, Jane Maria Faulstich de. Utilização de Resíduos de Borra de Café e Serragem na Moldagem de Briquetes e Avaliação de Propriedades. **Revista Matéria**, [S. l.], v. 20, n. 2, p. 550-560, 4 maio 2015. DOI 1517-7076. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rmat/a/3crnHzYmkJFNVHWXzSyLxGf/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 1 fev. 2022.

SCHNEIDER, Vania Elisabete; PERESIN, Denise; TRENTIN, Andréia Cristina; BORTOLIN, Taison Anderson; SAMBUICHI, Regina Helena Rosa. Diagnóstico dos Resíduos Orgânicos do Setor Agrossilvopastoril e Agroindústrias Associadas. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - ipea**, [s. l.], 2012.

\_\_\_\_\_.ISO 17831: 2015 - Solid biofuels - Determination of mechanical durability of pellets – part 1. Brussels, 2015.

KUHNEN, O. Leonardo. **Matemática Financeira aplicada e Análise de Investimentos**. 3. Ed. São Paulo: Atlas, 2001. Disponível em: <http://docplayer.com.br/3728559-Osmar-leonardo-kuhnen-osmar-kuhnen-gmail-com.html> Acesso em: 02 fev. 2021.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Arroz Ligeyrinho que doou a casca de arroz. A bolsa de pesquisador Instituto Anima/UNISUL.



## 01. Tecnologia do ambiente construído e inovação

# IMPACTO SOCIAL: REQUALIFICAÇÃO DE PRAÇA EM SANTANA DO ARAGUAIA/PA

SOCIAL IMPACT: REQUALIFICATION OF SQUARE IN SANTANA DO ARAGUAIA/PA

Data de aceite: 25/08/2022 | Data de submissão: 09/10/2022

**VASCONCELOS, Cláudia**, PhD. PósARQ, UFSC.  
UNIFESSPA/IEA, Santana do Araguaia, Brasil, E-mail: [claudia.vasconcelos@unifesspa.edu.br](mailto:claudia.vasconcelos@unifesspa.edu.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0629-0083>.

**LIBRELOTTO, Lisiane Ilha**, PhD. IPLeia, Portugal.  
UNIFESSPA/PósARQ, Florianópolis, Brasil, E-mail: [lisiane.librelotto@gmail.com](mailto:lisiane.librelotto@gmail.com).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3250-7813>.

## RESUMO:

Este artigo apresenta uma análise social do projeto de requalificação de uma praça localizada na cidade de Santana do Araguaia/PA. A definição do programa de necessidades foi feita mediante reunião com os moradores, para delimitação de usos, coletivo e comunitário, para que o equipamento urbano suprisse as suas reais demandas. A equipe multidisciplinar buscou uma proposta para o atendimento dessas necessidades, considerando materiais locais, aspectos culturais/ambientais, bem como seu impacto social para o município. O resultado obtido foi um projeto com área de 7.557,00m<sup>2</sup>, constituída de infraestrutura e equipamento comunitário. Portanto, a proposta buscou entender a necessidade real, bem como as expectativas, para o desenvolvimento e finalização do projeto que foi disponibilizado a comunidade.

## PALAVRAS-CHAVE:

Impacto Social; Requalificação; Architecture; Civil Engineering.

## ABSTRACT:

*This article presents a social analysis of the requalification project of a square located in the city of Santana do Araguaia/PA. The definition of the needs program was carried out through a meeting with the residents, to define uses, collective and community, so that the urban equipment could meet their real demands. The multidisciplinary team sought a proposal to meet these needs, considering local materials, cultural/environmental aspects, as well as their social impact for the municipality. The result obtained was a project with an area of 7,557.00m<sup>2</sup>, consisting of infrastructure and community equipment. Therefore, the proposal sought to understand the real need, as well as expectations, for the development and completion of the project that was made available to the community.*

## KEYWORDS:

*Social Impact; Requalification; Architecture; Civil Engineering.*

## 1 INTRODUÇÃO

O artigo aborda sobre um projeto de requalificação da praça localizada na cidade de Santana do Araguaia/PA. A proposta compreende parâmetros da sustentabilidade voltado para a promoção de um impacto social positivo a comunidade do entorno. O trabalho está delimitado apenas no quesito social, observando a qualidade de vida da população, a partir do ambiente construído projetado para ser um espaço acolhedor e de uso coletivo, com paisagismo e acessibilidade.

A demanda da comunidade do conjunto habitacional Residencial Araguaia era por um ambiente com estrutura e o uso seguro, pois atualmente o espaço encontra-se em desuso por questões de vulnerabilidade social e falta iluminação pública, tornando o equipamento urbano propício à marginalidade.

O terreno possui área de 6.852,64m<sup>2</sup>, permitindo uma proposta de requalificação com atributo de espaço acolhedor, inclusivo e seguro. Ou seja, a concepção do projeto de uso coletivo buscou o atendimento de aspectos sociais da comunidade de baixa renda. A praça está localizada num conjunto habitacional que foi direcionado a servidores públicos municipais e a população de baixa renda.

A praça quando requalificada pode atender o convívio social não só dessa comunidade, mas de seu entorno imediato. A proposta considerou aspectos humanizados para o atendimento da comunidade de baixa renda causando, impacto positivo a cidade, com o uso de equipamentos urbano e comunitário.

A infraestrutura básica é um direito fundamental do cidadão amparado pela Constituição Federal (BRASIL, 1988). Esse direito não está restrito a um grupo específico ou ao espaço físico, e sim representa a igualdade de direito de todo cidadão ao sentimento de proteção e autoestima. A infraestrutura digna trata-se de uma necessidade básica, assim como a educação, a saúde e a justiça. Ao Estado é necessário dá condições dessa infraestrutura básica, como: distribuição de água potável, rede de esgoto, coleta de lixo e rede elétrica, bem como dispor de equipamentos públicos e comunitários em seu entorno imediato (BRASIL, 2005).

O Estatuto da Cidade, Lei 10.257 de 2001 ratificou a função social da habitação como direito básico da população (BRASIL, 2005). A disposição da melhor estruturação da cidade para sua população requer os seguintes atributos: habitação segura, confortável e salubre; infraestrutura com rede física de coleta de esgoto, abastecimento de água e coleta de lixo; equipamentos comunitários para as atividades relacionadas com saúde, educação, lazer, entre outros; e espaços públicos verdes (praças, parques urbanos, alamedas e parques lineares).

Dessa maneira, o trabalho da equipe multidisciplinar em conjunto com os discentes do projeto do Escritório Modelo de Engenharia Civil (EMEC), a partir de visitas técnicas e reunião com a associação de moradores, conseguiu dados para melhor caracterizar as dinâmicas de uso ambiental do espaço urbano de intervenção, com base satisfatória para o seu planejamento mais eficiente. A proposta da praça buscou dispor de funções para requalificar a praça com uso precário.

## 2 IMPACTO SOCIAL DA PRAÇA

O projeto de requalificação da praça enfatizou parâmetros da sustentabilidade, de modo a consolidar o viés social, impactando positivamente a comunidade, mediante a melhoria da convivência a partir do lazer e da autoestima dos moradores.



A praça está localizada na cidade de Santana do Araguaia-PA, conforme apresentado na Figura 1. O impacto social pode minimizar questões de preconceitos relacionados ao espaço com vulnerabilidade, de maneira a propiciar a igualdade de direito a infraestrutura básica em condições de uso e com aspectos qualitativos do ambiente.

Figura 1: Localização da praça do Residencial Araguaia com levantamento topográfico.



Fonte: elaborado pelas autoras a partir do Google Maps.

As desigualdades sociais comprovadas desde a colonização foram tendenciosamente escondidas historicamente por narrativas “eurocêntricas”, conforme Mignolo (2017). As críticas aos aspectos da desigualdade urbana, do direito a terra e da gestão do espaço público tende a reforçar o potencial criativo dos espaços urbanos.

Para Harvey (2014 e 2015) a possibilidade de propor espaços de esperança, mesmo que comportando a rebeldia, própria do ser humano, tende a responder a demanda insurgente social, como agente transformador diante de construções de uso coletivo em comunidades carentes ou vulnerável. Os espaços urbanos saudáveis devem dispor de uma possível qualidade de vida, considerando a realidade local com todos seus limitadores ambientais.

Dessa maneira, dentre os entraves do mercado construtivo pode-se citar: a desarticulação entre projeto e execução da proposta; a improvisação nas obras tendo em vista questões sanitárias, de proteção ambiental e dos usuários; e a desassociação do espaço físico com a necessidade real da comunidade.

As questões sociais podem causar obstáculos e retrabalhos ao aumento da produtividade e incremento da qualidade dos processos de execução de espaços de refúgio urbano. De modo que na entrega desse espaço, por vezes, logo se tem a necessidade de readequação do espaço recém construído para corresponder às reais necessidades das pessoas, famílias ou comunidade em geral (MCIDADES, 2008).

A precariedade, o descompromisso e a informalidade da produção de equipamentos urbanos causam a problemática que produz na cidade o crescimento espontâneo de áreas marginalizadas e vulneráveis. Os vazios urbanos, sem uma função definida para a cidade, podem acarretar na implementação precária ou espontânea de usos, que nem sempre serão os mais adequados, para o convívio

coletivo.

A requalificação de áreas urbanas em desuso, ou com uso inapropriado, apesar de ser papel dos órgãos públicos, também é cabível a academia científica e ao setor privado, subsidiar a identificação dos principais problemas e a facilitação da busca de possíveis soluções, mediante propostas ou adoção desses equipamentos urbanos em contrapartida dos termos de outorga.

Segundo Harvey (2015), o direito ao desenvolvimento geográfico desigual confronta as universalidades dos direitos, podendo construir novos estados do ser humano. Essa provocação ao conformismo institucional estruturado pode causar sérias consequências no valor humano e no estado emocional de populações que já carregam dentro de si traumas profundos sociais.

O sistema quando opressor permite uma narrativa em conformidade com o modelo sequencial, que está fundamentado em um modelo convencional, com preconceito estruturado. A necessidade de ressignificação de uma falsa participação ou ato colaborativo é essencial para a concepção de espaços urbanos, de uso coletivo e inclusivo, com valores humanitários, que realmente possam causar impacto positivo no dia a dia da comunidade (HARVEY, 2015).

Para Gehl (2013), os métodos e processos participativos relacionados a concepção de proposta de intervenção de viés social pode viabilizar as premissas de espaços com melhor planejamento, voltado às pessoas, observando o atendimento de necessidades reais, com sua devida contextualização do colapso urbano, questões sociais e a gestão da cidade.

O desenvolvimento da proposta de intervenção fundamentou-se nos efeitos provocados pela aproximação de aspectos sociais articulados com a demanda real da população de baixa renda da localidade do conjunto habitacional situado em Santana do Araguaia/PA. Esse procedimento projetual causou impactos positivos na comunidade atingida pela ação, considerando os seguintes atributos, conforto emocional, identidade de lugar e valorização espacial, ambiental e comunitária, atenuando questões estruturadas desumanas da sociedade.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O método de projeto seguiu o modelo de processo colaborativo com a participação de diferentes sujeitos para a definição do programa de necessidades e no apoio às decisões ao desenvolvimento da proposta, observando as etapas seguintes: aceite da demanda da comunidade; estudo de viabilidade de projeto; levantamento do projeto original; levantamento da legislação vigente; consulta a companhia de água; reunião com a associação de moradores; visitas técnicas à área de intervenção; encontros semanais para estudos de referência, debates sobre o tema; orientações e desenvolvimento do projeto de requalificação da praça.

A equipe do projeto foi composta pelos integrantes do Escritório Modelo de Engenharia Civil (EMEC), do Instituto de Engenharia do Araguaia (IEA), da Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará (UNIFESSPA), dentre eles: uma arquiteta urbanista (docente da engenharia civil), três engenheiros civis (sendo dois docentes da engenharia civil e um da arquitetura e urbanismo), um engenheiro florestal (voluntário) e discentes do curso de engenharia civil (bolsistas e voluntários).

O desenvolvimento do processo criativo foi feito a partir de oficinas, reuniões (para estudo prévio, debate, reflexões e acompanhamento), estudos de caso (referências para a semântica do projeto), planejamento para divisão de subgrupos e de tarefas, pesquisa informacional (incluindo legislação vigente, levantamento documental/in loco/fotográfico), características do local, condições climáticas, projeto conceitual com estabelecimento do partido arquitetônico, conceitos e estratégias norteadoras.

O levantamento do estado da arte observou pesquisa sobre referências e estudos de caso, as principais palavras-chave para o projeto (sustentabilidade, impacto social e requalificação). Os estudos de caso proporcionaram aos discentes o conhecimento de realidades diferentes que pudessem contribuir com referências para semântica do projeto.

As visitas técnicas proporcionaram o conhecimento da real situação e caracterização do terreno e os usos incorporados do espaço urbano pela comunidade. O uso espontâneo e a ocupação irregular desse vazio urbano também foram importantes para a definição dos eixos norteadores da proposta, considerando os vestígios observados no próprio local.

Para facilitar a compreensão da comunidade local buscou-se a modelagem digital da proposta e o envio do projeto para o representante da associação dos moradores, do conjunto habitacional Residencial Araguaia, via e-mail institucional, pois não foi possível apresentar presencialmente o projeto a comunidade, considerando os protocolos sanitários em virtude da pandemia.

#### 4 RESULTADOS

O Residencial Araguaia localiza-se no município de Santana do Araguaia, situado no sudeste paraense, possuindo área territorial de 11.591.441km<sup>2</sup>, com população de 56.153 pessoas, densidade de 4,84hab/km<sup>2</sup>, 15% de esgotamento sanitário considerado adequado e bioma de Amazônia Cerrado.

As visitas técnicas in loco e a reunião para conhecer a real demanda da comunidade foi realizada com a participação dos envolvidos, diretamente ao EMEC, sendo que a população local foi participativa e acolhedora, como mostra a Figura 2. Nessa reunião, os moradores tiveram a oportunidade de falar sobre a realidade do local e as suas expectativas de melhorias da praça. A questão segurança foi unânime de ser uma preocupação de todos, principalmente no período noturno que apresenta maior vulnerabilidade. O sentimento de abandono e impotência foi recorrente nas falas durante a reunião, pela insegurança vivenciada no cotidiano local.

Figura 2: Reunião no centro comunitário: a) participação da comunidade; b) finalização da atividade.



Fonte: Autoras.

O objeto de intervenção apresenta um estado precário ao uso público, de modo que não atende as expectativas básicas da população. Para comunidade, o local precisa de o mínimo de infraestrutura para comportar um espaço urbano com lazer, convivência e desporto. A falta de arborização compromete o uso do espaço durante o dia. A desertificação do espaço ocorre devido à falta de qualidade e a devida condição de uso saudável, transformando-o num local com alto índice de vulnerabilidade.

A proposta buscou valorizar o patrimônio da floresta amazônica e do cerrado, considerando espécies adaptáveis de acordo com as condições locais, dando maior importância a identidade local e regional, mediante o reconhecimento das espécies utilizadas no plano de arborização, bem como a variável de facilidade de aquisição.

A Figura 3 mostra o estado precário da praça original, sem arborização, o que impossibilita o seu uso durante o dia devido as altas temperaturas da cidade, típicas da região norte do Brasil. Esse estado de desertificação ainda é agravado pela depredação dos equipamentos dispostos, centro comunitário e quadra poliesportiva sem cobertura.

Figura 3: Praça Residencial do Araguaia: a) vista aérea; b) vista frontal do centro comunitário.

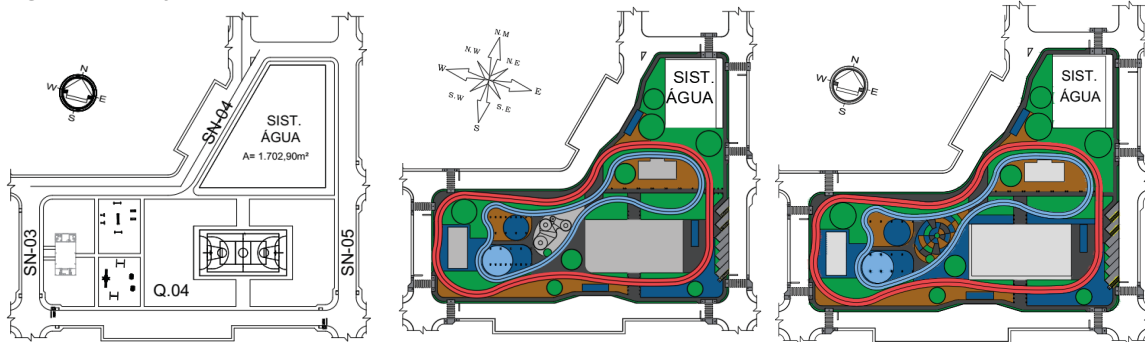


Fonte: Autoras.

Na Figura 4 pode-se observar o processo de desenvolvimento de duas propostas de requalificação da praça, assim como o projeto original disponibilizado pela Secretária Municipal. A proposta final do projeto suprimiu a pista de skate em decorrência do tempo hábil para a especificação, detalhamento e finalização do projeto, alterando o uso do espaço para uma paginação de mosaicos e paisagismo

para contemplação e convivência social.

Figura 4: Praça Residencial do Araguaia: a) vista aérea; b) vista frontal do centro comunitário.



Fonte: Autoras.

O Quadro 1 mostra o quadro de áreas da proposta de requalificação da praça do conjunto habitacional Residencial Araguaia. Nesse projeto considerou-se três equipamentos comunitários em extremidades diferentes, direcionando o uso circular nos três vértices, comportando a reforma do centro comunitário existente, a reforma da quadra poliesportiva com a proposta da cobertura, e a construção de um espaço gourmet, voltado a uma área de alimentação da praça. Outras áreas propostas: academia, playground, ciclovia, pista de caminhada, bicicletários, paradas de ônibus, estacionamento, jardins, pergolados, acessibilidade e bastante canteiros arborizados.

Quadro 1: Quadro de áreas da proposta de requalificação da praça.

Quadro de Áreas		
Descrição	Unidade	Subtotal
Área Total do Terreno	m <sup>2</sup>	6.852,64
Área Descoberta	m <sup>2</sup>	6.626,80
Área Coberta	m <sup>2</sup>	1.241,81
Obra de Arte	m <sup>2</sup>	75,97
<b>TOTAL</b>	<b>m<sup>2</sup></b>	<b>7.153,36</b>

Fonte: Autoras.

A importância de espaços urbanos com arborização potencializa o uso efetivo do local, tendo em vista a redução da sensação térmica, melhoria da qualidade de vida, aumento da umidade relativa, áreas com sombreamento e aproveitamento da floração das espécies. Para a especificação do projeto de paisagismo é necessário observar fatores que limitam a implantação das mudas, dentre eles: altura da fiação elétrica, tráfego das vias, calçadas impermeabilizadas, proximidade de calçadas, áreas de construção e estruturas das construções.

Figura 5: Praça Residencial do Araguaia: a) vista aérea; b) vista frontal do centro comunitário.



Fonte: Autoras.

O plano de paisagismo busca harmonizar o equipamento urbano, observando a sua conexão com a morfologia urbana da cidade. O paisagismo apresenta uma ferramenta para potencializar a transformação do espaço, relacionando o modo de viver da sociedade com a natureza. O Quadro 2 mostra as espécies por grupos de porte de árvores, que podem permitir o uso da praça, de modo a amenizar a temperatura do ambiente e aumentar áreas sombreadas.

Quadro 2: Quadro de paisagismo para a proposta de requalificação da praça.

Quadro de Paisagismo				
Espécie	Grupo	Altura Média	Característica	Observação
Angico	01	8m	Copa regular e perde as folhas na seca	-
Baru (Dipteryx Alata)	01	8m	Copa regular e produção de frutos	-
Flamboyant (espécie exótica)	01	8m a 10m	Copa larga e raízes superficiais	Exige área grande, faz uma boa sombra e produz flores vermelhas
Jatobá da Mata	01	8m a 10m	Copa larga e bom sombreamento	-
Pequi (Caryocar)	01	8m	Copa larga e produção de frutos	-
Chichá (Sterculia Striata)	02	8m	Produz frutos exóticos	Perde as folhas na seca e os frutos ganham destaques
Ipê Amarelo do Cerrado (Handroanthus Ocracea)	02	6m a 8m	Floração amarela intensa na época de seca	-
Mutamba	02	6m a 8m	Produz frutos	-
Oiti (Licania Tomentosa)	02	até 8m	Sempre verde	Tolera bem o manejo
Pata de Vaca (Bahuinia sp.)	02	6m	Sempre verde e produz flores rosas e brancas	-
Urucum	02	4m a 6m	Forma uma saia, perde parte das folhas na seca, produz frutos vermelhos e floração rosa	-
Areca Bambu (Palmeira)	03	4m a 6m	Palmeira de pequeno a médio porte	-
Ingá Banana	03	6m	Sempre verde	-
Ipê Amarelo Tabaco (Tabebuia Chrysotricha)	03	4m a 6m	Floração precoce amarela	Árvore de médio porte

Quadro de Paisagismo					
Espécie	Grupo	Altura Média	Característica	Observação	
Jacarandá Caroba (Jacarandá Cuspidifolia)	03	6m a 8m	Floração roxa intensa	-	
Saboneteiro (Sapinus Saponária)	03	6m a 8m	Produz frutos amarelos	-	
Pau Formiga (Triplaris Brasiliana)	03	6m	Floração vermelha e amarela	-	
Acerola	04	4m	Floração rosa e frutos comestíveis	Pequeno porte	
Cedrinho ou Ipê de Jardim	04	4m	Floração amarela e sempre verde	-	

Fonte: Oliveira (2019).

A equipe multidisciplinar considerou as necessidades dos usuários, a natureza como protagonista do ambiente construído, o deslocamento das pessoas com mobilidade reduzida, a acessibilidade e as condições de usabilidade para o desenvolvimento da proposta de requalificação da praça.

## 5 ANÁLISES

No processo de desenvolvimento do projeto da praça considerou-se estudos relacionados aos conceitos arquitetônicos, características do lugar, legislação vigente, levantamento documental, condições ambientais e as demandas da comunidade. A proposta foi considerada aberta com a participação de diferentes sujeitos, ferramentas e métodos como suporte à tomada de decisões.

A representação gráfica passou por diferentes etapas e especificações, desde croquis até modelagem 3D com apoio de softwares. Nesse processo criativo vários discentes (bolsistas e voluntários) passaram pelo EMEC e contribuíram direta ou indiretamente para a finalização da proposta de requalificação da praça.

As decisões foram feitas de modo colaborativo, buscando a contribuição com a qualidade do espaço público, considerando a eficiência estrutural sistêmica do bom funcionamento do equipamento urbano, com a definição de formas, funções, culturas e particularidades da cidade de Santana do Araguaia/PA.

O estudo e o planejamento do espaço urbano analisou os diversos elementos precários, que constituíam a área de intervenção, e quais as influências que os moradores, do entorno imediato, sofriam considerando a segurança local. Essa análise contribuiu para que a proposta da intervenção buscasse resgatar a qualidade de vida e melhorar o relacionamento entre a pessoa, a natureza e a cidade.

A gestão ambiental também contribuiu com o projeto, no sentido de respeitar a cultura local e os cuidados com o meio ambiente, assim como as espécies nativas. Essa preocupação ambiental e as condições climáticas norteou a proposição de melhorias com qualidade de vida do público alvo, integrando componentes físico-espaciais do ambiente construído e a natureza.

A reconstituição ambiental pode acarretar a população dignidade à infraestrutura básica, que também trata a Agenda 2030, com relação aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), nas áreas de planejamento, monitoramento e participação (PRONSATO, 2005).

O impacto positivo social da proposta de requalificação da praça seguiu o viés de

intervenções preocupadas em contribuir efetivamente com a comunidade local e de baixa renda. Essa possibilidade de dispor melhorias aos equipamentos urbanos existentes com estado precário, também traz provocações, questionamentos e reflexões de como a concepção do espaço pode o tornar democrático e inclusivo, direcionado a diferentes público, pautado no fator humano (UNISDR, 2012).

## 6 CONCLUSÃO

O ato de projetar a partir de expectativas da comunidade em situação vulnerável, sem dúvida representa um desafio para os profissionais da construção. A articulação de parcerias institucionais pode possibilitar a experimentação de atividades vinculadas à vivência profissional, proporcionando aos discentes expandir suas perspectivas relacionadas às especificidades de uma situação real.

A interação da universidade com a comunidade foi efetivamente possível mediante conversas e visitas técnicas realizadas pelos seguintes atores: docentes, pesquisadores, discentes e membros da associação moradores do Residencial Araguaia.

O programa de necessidades foi definido mediante conversa junto aos moradores, considerando o bem comum, bom senso, normas vigentes e qualidade de vida. Essa ação colaborativa desenvolveu uma proposta de requalificação da praça, visando um espaço renovado com o partido arquitetônico voltado para a esperança da convivência sadia dos diferentes usuários a partir do paisagismo.

O impacto social foi uma das diretrizes projetuais, que buscou a partir do diálogo com os usuários do equipamento urbano, democratizar premissas para definição do programa de necessidades. Desse modo, ouvir a comunidade foi crucial para a equipe multidisciplinar compreender a necessidade real da população, para o desenvolvimento do projeto de requalificação da praça do Residencial Araguaia.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição. **Constituição da República Federativa do Brasil**: promulgada em 5 de outubro de 1988. Contém as emendas constitucionais posteriores. Brasília: Senado, 1988.

\_\_\_\_\_. **Estatuto da Cidade**, Lei 10.257, 2005.

GEHL, Jan. **Cidades para Pessoas**. Tradução: Anita Di Marco. 1ª Edição. São Paulo: Perspectiva, 2013.

HARVEY, David. **Cidades Rebeldes**: do direito à cidade à revolução urbana. São Paulo: Martins Fontes, 2014.

\_\_\_\_\_. **Espaços de Esperança**. 7. ed. São Paulo: Edições Loyola, 2015.

MIGNOLO, Walter de. **Colonialidade**: o lado mais escuro da modernidade. Revista Brasileira de Ciências Sociais. Vol. 32. N. 94. ANPOCS, 2017.

OLIVEIRA, Carlos Eduardo Batista de. **Indicação de espécies nativas de árvores para arborização urbana**. Santana do Araguaia: EMEC, 2019.

PRONSATO, Sylvia A. D. **Arquitetura e Paisagem: projeto participativo e criação coletiva**. São Paulo: Annablume, Fapesp, Fupam, 2005.

UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. UNISDR. **Como Construir Cidades mais Resilientes**: Um Guia Para Gestores Públicos Locais (2005–2015). Genebra: UNISDR, nov. 2012.

## AGRADECIMENTOS

A equipe de trabalho do Escritório Modelo de Engenharia Civil (EMEC), ao Grupo de Pesquisa Paisagem Urbana e Sistemas Construtivos (PUSC), a UNIFESSPA que disponibilizou bolsas aos discentes mediante os seguintes editais: PIBIC/2019,



PIBITI/2019, PIBEX 2019, ATGP/2020, PADI/2020, PIBIC-PNAES/2020, PIBITI-PNAES/2020, PIBITI-CNPq/2020, Monitoria/2019-2020 e PROPIT-LCC/2020, bem como aos discentes (bolsistas e voluntários).



## 01. Tecnologia do ambiente construído e inovação

# POTENCIAL DE OBTENÇÃO DA CERTIFICAÇÃO LEED BD+C VERSÃO 4.1 EM EDIFÍCIO ESCOLAR PÚBLICO

POTENTIAL TO OBTAIN LEED BD+C VERSION 4.1 CERTIFICATION IN A PUBLIC SCHOOL BUILDING

Data de aceite: 02/09/2022 | Data de submissão: 25/08/2022

**GUSMÃO JÚNIOR, Hamilton**, Engenheiro de Produção Civil  
 CEFET-MG, Belo Horizonte, Brasil, E-mail: [hamiltongjunior@gmail.com](mailto:hamiltongjunior@gmail.com).  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8203-2636>.

**VIEIRA, Júlia**, Mestranda em Engenharia Civil  
 CEFET-MG, Belo Horizonte, Brasil, E-mail: [juliacordeiroengcivil@gmail.com](mailto:juliacordeiroengcivil@gmail.com).  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2494-8990>.

**OLIVEIRA, Raquel**, Professora Doutora  
 CEFET-MG, Belo Horizonte, Brasil, E-mail: [raqueldo@gmail.com](mailto:raqueldo@gmail.com).  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3712-4499>.

**OLIVEIRA, Fernanda**, Mestre em Engenharia Civil  
 CEFET-MG, Belo Horizonte, Brasil, E-mail: [fmouraodutra@gmail.com](mailto:fmouraodutra@gmail.com).  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6771-445X>.

## RESUMO:

A construção civil gera impactos significativos no meio ambiente e na sociedade. Visando contornar estes efeitos, a certificação ambiental LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é reconhecida como aquela com maior número de “edifícios verdes” acreditados no Brasil. Neste trabalho, avaliou-se o impacto ambiental causado por uma edificação escolar pública, ainda em fase de projeto, segundo o referencial LEED BD+C (Building and Design Construction): Schools v.4.1. Em seguida, propôs-se intervenções tecnicamente viáveis para o empreendimento, visando a obtenção do nível Certificado com o menor impacto ao conceito original do projeto. Portanto, o estudo apresenta contribuição prática, ao servir de orientação à continuidade da elaboração do projeto, além de servir de base para estudos análogos.

## PALAVRAS-CHAVE:

Certificação ambiental. Edifício escolar. LEED.

## ABSTRACT:

Civil construction generates significant impacts on the environment and society. In order to overcome these effects, the LEED environmental certification is recognized as the one with the highest number of “green buildings” accredited in Brazil. This work presents the environmental impact caused by a public-school building, still in the design phase, according to the LEED BD+C (Building and Design Construction): Schools v4.1. Afterwards, feasible interventions were proposed to the project aiming for the building to reach the Certified level, with the least impact on the original concept. Therefore, this study presents a practical contribution by serving as a guide for the continuity of the project's development, in addition to serving as a basis for similar studies.

## KEYWORDS:

Environmental certification. School building. LEED.

## 1 INTRODUÇÃO

A eficiência energética em edificações representa grande potencial de economia de eletricidade no mundo e mitigação de emissões de gases de efeito estufa. No Brasil, as edificações consomem cerca de 52% do total de eletricidade, sendo 9% referente ao setor público (BRASIL, 2020; EPE, 2020). Desse modo, o diagnóstico energético de um edifício torna-se fundamental na identificação de pontos de melhoria, tal como a substituição de equipamentos ineficientes. A mudança de hábito e a conscientização também são passos importantes para reduzir o uso elétrico em edificações (MME et al., 2019).

A utilização acertada de variáveis climáticas, como radiação, vento e umidade, pode propiciar o aproveitamento dos recursos naturais locais, bem como reduzir a necessidade de sistemas artificiais para iluminação e/ou climatização de ambientes. Neste contexto, os programas de certificação edilícia atuam na promoção da eficiência de equipamentos, tecnologias construtivas e edificações (LAMBERTS et al., 2014).

No Brasil, a certificação ambiental LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) tem sido aplicada a edificações desde 2007 com grande protagonismo, garantindo ao país a 5ª posição no *ranking* mundial. Esta certificação é aplicável a qualquer tipo de construção e em qualquer fase de desenvolvimento da edificação. A partir da análise de ciclo de vida do empreendimento e por meio de um projeto integrativo, o sistema estimula a adoção de estratégias para tornar as construções não só mais eficientes energeticamente, mas também de baixo impacto ambiental. Os edifícios analisados por este sistema são classificados em quatro níveis de certificação: Certificado (menos eficiente), Prata, Ouro e Platina (mais eficiente) (USGBC, 2019; USGBC, 2020; GBCB, 2020a).

Os edifícios têm grande influência no bem-estar, impactando diretamente nas funções cognitivas e saúde humana (GBCB, 2020b). Neste contexto, MacNaughton et al. (2017) avaliaram as condições de trabalhadores de edifícios certificados ou não pelo LEED. Dos participantes dos edifícios com certificação verde, 30% apresentaram menos sintomas de doenças, 26,4% obtiveram notas mais altas em testes cognitivos e 6,4% demonstraram ter tido melhor qualidade de sono que os demais participantes, mesmo considerando outras variáveis que possam interferir nos resultados, como escolaridade, renda e profissão.

Além disso, a certificação de construção verde pode trazer diversos benefícios ambientais e econômicos para edificações escolares. Elkhapery *et al.* (2021) observaram uma economia média de consumo de energia e água em 30% e 27%, respectivamente, em escolas com certificado LEED em Dubai. No Canadá, KIM et al. (2020) demonstraram que o valor de edifícios educacionais certificados pelo LEED é 49,9% maior que o valor de um edifício não certificado LEED, além de apresentarem uma redução de 25,6% nos custos de manutenção e reparo. Essas questões são relevantes em instituições de ensino, uma vez que as práticas em busca do desenvolvimento sustentável contribuem para formar uma sociedade mais consciente com o meio ambiente.

Tendo em vista o destaque da certificação no Brasil e os potenciais benefícios ambientais e de conforto proporcionados a alunos e funcionários, propõem-se neste trabalho a avaliação de um edifício escolar público, ainda em fase de projeto, localizado em Belo Horizonte/MG, segundo a certificação LEED *Building Design*

and Construction (BD+C): Schools versão 4.1 (2020). A partir disso, identificaram-se estratégias projetuais complementares, aplicáveis ao edifício, que possibilitem a obtenção do nível “Certificado”.

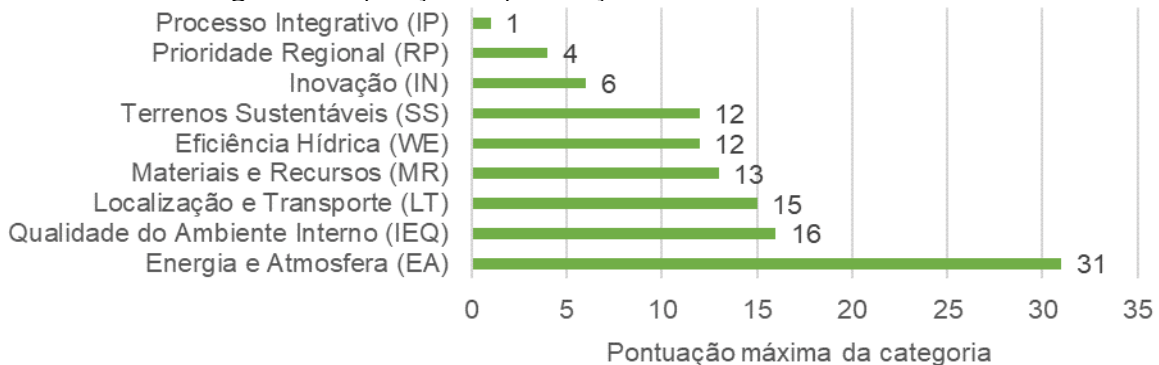
## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A certificação LEED

No contexto da adequação das técnicas construtivas ao modelo de desenvolvimento sustentável, surge a proposta de edificações que se integrem ao meio ambiente, visando promover qualidade de vida ao indivíduo, integrando conforto e consumo inteligente de recursos naturais às características locais. Assim, a certificação LEED surgiu com o intuito de padronizar métricas e normas ambientais edilícias, visando: reverter a contribuição negativa nas mudanças climáticas globais; melhorar a saúde humana e bem-estar; proteger e promover a biodiversidade e serviços ecossistêmicos; promover ciclos de materiais sustentáveis; proteger e restaurar fontes de água; e melhorar a qualidade de vida da comunidade (USGBC, 2019; GBCB, 2020a).

A avaliação é feita por meio da análise do atendimento a pré-requisitos e créditos segundo categorias definidas. Ou seja, ações indispensáveis em qualquer empreendimento e medidas complementares, focadas no desempenho e performance da edificação. São disponíveis 110 pontos distribuídos em 9 categorias (Figura 1). Assim, os projetos, obras ou edificações em fase de operação poderão ser ranqueados em uma das qualificações, de acordo com quantidade de pontos adquiridos nas análises (Quadro 1) (USGBC, 2020).

Figura 1: Disposição da pontuação LEED BD+C: Schools v4.



Fonte: Adaptado de USGBC (2020).

Quadro 1: Níveis de certificação LEED.

Limites de Pontuação para Cada Nível de Certificação				
Certificação	Certificado	Prata	Ouro	Platina
Número de Pontos	40 a 49	50 a 59	60 a 79	80 a 110

Fonte: USGBC (2019).

### 2.2. Pesquisas correlacionadas

Vários estudos vêm sendo desenvolvidos para estimar o nível da certificação ambiental LEED de instituições de ensino e propor adequações para a melhoria da sua classificação. Na Turquia, Atabay et al. (2020) avaliaram um prédio escolar público existente usando ferramentas BIM baseadas no LEED BD+C versão 4, visando aprimorar o gerenciamento de projetos e promover o ambiente sustentável.

Primeiramente, avaliou-se a edificação quanto aos créditos LEED alcançáveis considerando seu projeto original. Obteve-se 11 pontos na avaliação, principalmente na categoria “localização e transporte”. Diante disso, identificaram-se práticas sustentáveis aplicáveis ao edifício para obter créditos adicionais e possibilitar a sua certificação mínima no LEED. Por fim, a reavaliação do edifício resultou em 43 pontos no total, sendo suficiente para a obtenção do Nível Certificado do LEED.

As principais estratégias de melhoria dos autores incluíram alterações arquitetônicas para a fase de projeto, destacando-se três categorias onde houve pontuação extra: “terrenos sustentáveis” - pelo aumento do espaço ao ar livre e vegetado do local, da adoção de telhado verde e de luminárias que reduzam a poluição luminosa no edifício, além do desenvolvimento de um plano mestre para manutenção das estratégias sustentáveis ao longo do seu uso e ocupação; “energia e atmosfera” - pela substituição dos aparelhos de ar condicionado por refrigerantes naturais e pela otimização do desempenho energético do corpo docente; e “eficiência hídrica” - pela adoção de dispositivos hídricos mais eficientes para reduzir o uso de água no interior da edificação. Ademais, sugeriram-se melhorias para a fase de construção com enfoque no menor custo. Nesse sentido, destacou-se a categoria “materiais e recursos”, pelo gerenciamento de resíduos de construção e demolição e incentivo ao uso de materiais de construção sustentáveis (ATABAY et al., 2020).

No Brasil, Silva e Freitas (2016) realizaram um estudo de caso de uma Instituição de Ensino Superior em Curitiba-PR conforme a certificação LEED BD+C versão 2010, visando orientar a tomada de decisão dos projetistas e estabelecer preceitos essenciais de um *green building*. Com base nessa avaliação, a edificação executada atingiu 19 pontos, pontuando nas categorias “espaço sustentável”, “materiais e recursos”, “qualidade ambiental interna” e “créditos regionais”. Assim, foram analisadas as sugestões para a construção de edificações mais sustentáveis e a viabilidade de aplicação dessas recomendações.

Constatou-se que a edificação poderia ser classificada como Certificada, atingindo 45 pontos. Dentre as diretrizes de projeto propostas, destacaram-se aquelas possíveis de pontuar em quatro categorias: “qualidade ambiental interna” - pela adoção de materiais que não contenham compostos voláteis orgânicos, priorização da ventilação cruzada e insolação, utilização de brises como bloqueadores da luz do sol e manutenção do ambiente livre de fumaça de cigarro; “energia e atmosfera” - pelo comissionamento de energia elétrica e pela adoção de luminárias a LED, sensores de presença para áreas de circulação e aparelhos eletrônicos com certificação de eficiência, além da utilização de fontes alternativas de geração de energia; “materiais e recursos” - pela adoção de materiais sustentáveis e reutilização de materiais sempre que possível; e “uso racional da água” - pela utilização de águas pluviais para os sistemas de descarga sanitária e irrigação dos jardins, além de dispositivos com redução de vazão (SILVA; FREITAS, 2016).

Em uma outra pesquisa, Bastos (2012) visou contribuir com as ações sustentáveis aplicadas em um projeto de uma edificação de ensino superior, a ser usado como modelo, analisando suas características conforme a certificação LEED *Schools New Construction* versão 3. Assim, o autor explicita as decisões projetuais a serem utilizados no projeto de referência, como o tipo de bloco a ser empregado, a cor da tinta a ser aplicada, estratégias de ventilação natural, entre outros critérios

relacionados às categorias da certificação (BASTOS, 2012).

Barros (2012) realizou uma enquete com empreendedores que atuam com o LEED versão 3.0 em relação às dificuldades para atender às categorias do sistema de avaliação em edifícios no Brasil. Os resultados apontaram maior dificuldade dos profissionais em atender aos critérios da categoria “materiais e recursos”, principalmente devido à deficiência de fornecedores especializados no mercado. Em sequência decrescente de dificuldade estão as categorias “energia e atmosfera”, “projeto e inovação”, “qualidade do ambiente interno”, “terrenos sustentáveis” e, por fim, “uso racional da água” (BARROS, 2012).

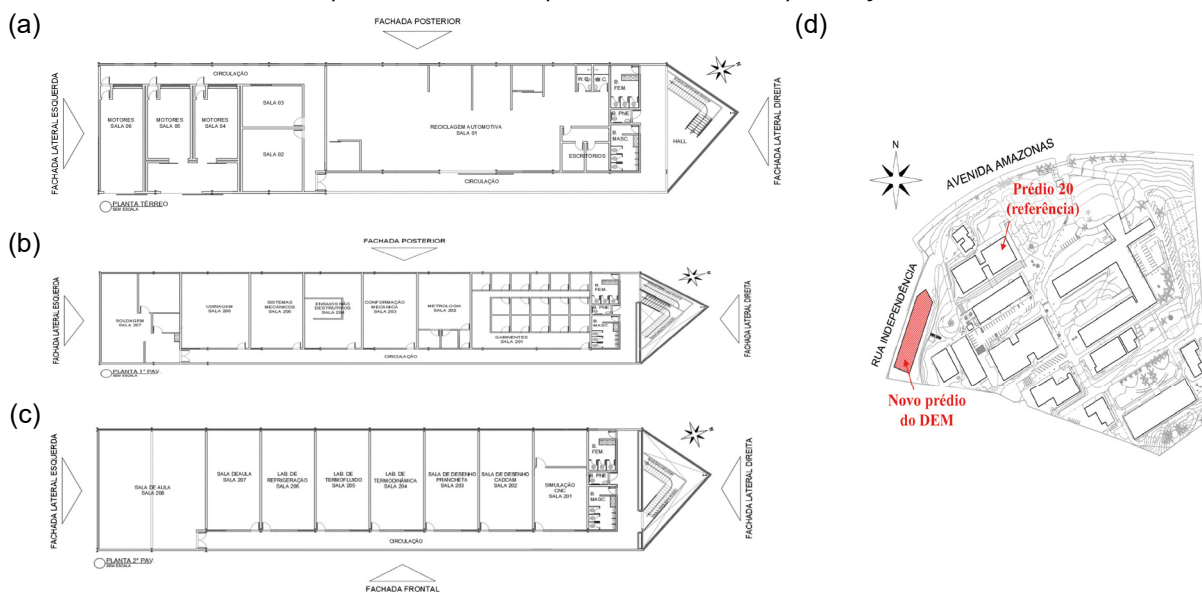
### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para o desenvolvimento desta pesquisa, seguiu-se 3 etapas metodológicas com base no objeto de estudo: 1) caracterização; 2) classificação segundo o LEED BD+C versão 4.1; e 3) reclassificação considerando proposições de melhoria ao projeto.

#### 3.1. Caracterização do estudo de caso

Selecionou-se como objeto de estudo o Departamento de Engenharia Mecânica (DEM), do Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG), que será construído no Campus Nova Gameleira (NG), em Belo Horizonte, MG (Figura 2). Trata-se de uma edificação destinada a atividades educacionais e administrativas. Seu anteprojeto ainda está em fase de desenvolvimento.

Figura 2: Plantas do prédio a ser construído no Campus NG: (a) pavimento térreo, (b) 1º pavimento; (c) 2º pavimento; e (d) implantação.



Fonte: Adaptado de Divisão de Projetos do CEFET-MG.

O prédio será composto por três pavimentos, com 2.780 m<sup>2</sup> de área construída. Seus ambientes são compostos por salas de aula, laboratórios, salas técnicas, sala dos professores, escritórios, banheiros e corredores. A fachada frontal é orientada para o Leste, a fachada posterior para o Oeste, a fachada lateral esquerda para o Sul e a fachada lateral direita para o Norte (Figuras 2a, b e c).

Uma vez que o projeto ainda está em fase de desenvolvimento, bem como devido à ausência de informações acerca do memorial, algumas considerações foram

tomadas com o intuito de complementá-lo. Neste sentido, foram investigadas características construtivas, bem como de sistemas de iluminação, ventilação e hidrossanitários utilizadas em projetos previamente executados pela Instituição. Portanto, o projeto utilizado como referência para coleta de dados foi o Prédio 20 do Campus NG, edificação mais recente do CEFET-MG, concluída em 2017 (Figura 3) e próxima do local previsto para a construção do novo prédio em estudo (Figura 2d).

Figura 3: Fotos do Prédio 20 (edifício de referência): (a) fachada frontal; (b) fachada lateral esquerda; e (c) cobertura.



Fonte: Vieira et al. (2019).

A descrição completa dos materiais e sistemas construtivos que compõe a envoltória, bem como do sistema de iluminação do Prédio 20, pode ser consultada em Vieira et al. (2019). A absorvância dos materiais da fachada aferida *in loco* está exibida na Tabela 1. Ademais, considerou-se a área de janelas de 1/6 da área de piso, pé direito de 5 metros para o piso térreo e 3,85m para os demais pavimentos.

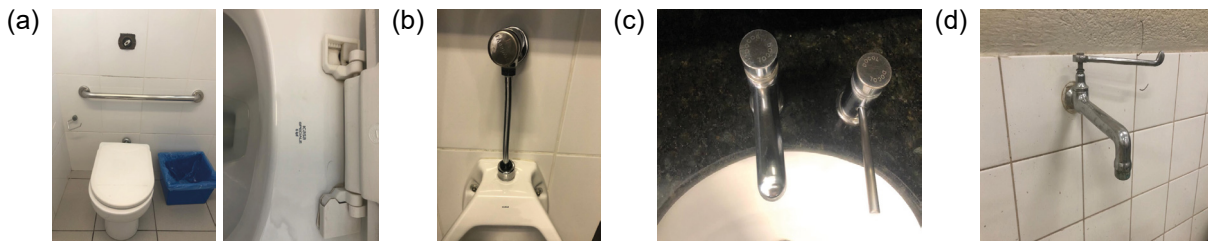
Tabela 1: Absortância e refletância de materiais do Prédio 20.

Elemento	Piso cerâmico branco	Tinta acrílica branca (teto e paredes)	Telha metálica prata
<b>Absortância</b>	0,198	0,102	0,73
<b>Refletância</b>	0,802	0,898	0,27

Fonte: Adaptado de Vieira et al. (2019).

Para o sistema hidráulico, consideraram-se os equipamentos exibidos na Figura 4. Nos banheiros: bacias sanitárias da marca Icasa, linha Speciale 6lpf; mictórios da marca Icasa com válvulas de descarga Acquapress da Fabrimar; e torneiras Alfa PressMatic com arejadores de acionamento automático da Docol. Não foi possível identificar o modelo das torneiras dos laboratórios e, por isso, considerou-se uma torneira similar da marca Blukit.

Figura 4: Instalações hidrossanitárias: (a) bacia sanitária; (b) mictório e válvula de descarga; (c) torneira para banheiro; e (d) torneira clínica de parede.



Fonte: Autores.

### 3.2. Aplicação do LEED BD+C: Schools v4.1 (2020)

Nesta etapa, avaliou-se o potencial de atendimento do empreendimento selecionado aos pré-requisitos e créditos prescritos pela certificação ambiental LEED



BD+C: *Schools* versão 4.1 (2020). Para isso, utilizou-se como auxílio as bases de dados e mapas da Prefeitura de Belo Horizonte (BHMap), BHBUS, Google Maps e informações técnicas de equipamentos. Posteriormente, computou-se a pontuação obtida em cada uma das 9 categorias. Após estimado o nível de certificação pelos critérios pontuados no projeto original, foram identificadas e avaliadas as possíveis estratégias de aprimoramento, segundo estudos correlacionados, para melhorar a pontuação final e atingir a classificação “Certificado”.

A estimativa do consumo diário de água no interior no edifício consistiu nas seguintes etapas: estimar a população do edifício segundo o projeto; verificar a frequência de uso dos dispositivos hidrossanitários; calcular o consumo diário do edifício segundo seu projeto e segundo a base do manual LEED. Para isso, foram utilizados dados técnicos de cada dispositivo, fornecidos pelos fabricantes, bem como as orientações de cálculo disponíveis no Manual de Aplicação do RTQ-C (Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos) (BRASIL, 2016).

O conforto térmico foi avaliado por meio do método de simulação descrito no Manual do RTQ-C (BRASIL, 2016). A simulação termoenergética do Prédio 20 foi realizada com o auxílio do *software* Energy Plus, na qual concluiu-se que o conforto térmico é garantido em apenas 60% a 70% das horas de ocupação dos ambientes de longa permanência, segundo os índices propostos na norma ASHRAE 55/2017.

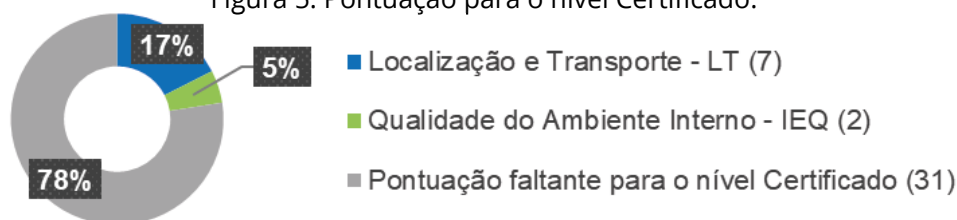
#### 4 APLICAÇÕES E RESULTADOS

Neste item, estão apresentados os resultados da aplicação do regulamento LEED *Building Design and Construction* (BD+C): *Schools* versão 4.1 (2020) ao projeto do novo edifício do DEM do CEFET-MG, assim como a sugestão de possíveis melhorias para obtenção do nível Certificado pelo empreendimento.

##### 4.1. Avaliação do LEED BD+C: *Schools* v4.1

Na Figura 5, apresenta-se a pontuação total obtida para o projeto do novo prédio escolar, bem como sua proporção em relação à pontuação mínima para atingir o nível Certificado. O edifício avaliado conquistou 9 pontos (sendo 7 para a categoria LT e 2 para IEQ), não sendo o suficiente para a sua classificação como “Certificado” uma vez que o mínimo seria 40 pontos. A seguir, apresenta-se a descrição dessas duas categorias, por serem apenas nelas que o projeto do edifício pontuou.

Figura 5: Pontuação para o nível Certificado.



Fonte: Autores.

##### 4.1.1. Localização e Transporte (LT - *Location and Transportation*)

Na categoria LT, obteve-se 1 ponto no crédito “proteção das áreas sensíveis” pela área de implantação não ser ameaça a áreas consideradas sensíveis, como de preservação ambiental ou de produção agrícola, segundo a base de dados da prefeitura de Belo Horizonte (PRODABEL, [201-]). Obteve-se mais 4 pontos no crédito

“acesso a transporte de qualidade”, devido à localização privilegiada do Campus NG e ao fornecimento de opções multimodais de transporte público, segundo a mesma base de dados da Prodabel ([201-]), superando as condições estabelecidas para atingir pontuação máxima no crédito. O projeto também acrescentou 2 pontos no crédito “densidade do entorno e usos diversos” por estimular a construção em áreas com infraestrutura já existente, visto que a área avaliada do seu entorno atendeu aos valores mínimos de densidade combinada de terreno edificável e densidades residencial e não residencial estabelecidos.

#### 4.1.2. Qualidade do Ambiente Interno (IEQ – *Indoor Environmental Quality*)

Na categoria IEQ, o projeto do DEM obteve 1 ponto no crédito “vistas de qualidade”. Considerando o Prédio 20, verificou-se que os requisitos de vista a elementos de flora, céu e elementos em movimento são atendidos (Figura 6). Além disso, os ângulos de visão das janelas garantem ao menos o fator de vista 3, segundo os limites estabelecidos no relatório técnico da *California Energy Commission* (2003). No atual estágio de projeto, não há definição de elementos de sombreamento, como brises, o que poderia causar ofuscamento da vista exterior.

Figura 6: Vistas a partir do Prédio 20: (a) ao norte; (b e c) ao sul.



Fonte: Autores.

O projeto do edifício também pontuou no crédito “iluminação interior”, por possuir sistema de controle da intensidade de iluminação nos ambientes de longa permanência, regulável em 3 níveis diferentes: ligado, desligado e meia luz. Outras estratégias desse crédito também foram atendidas, como: a lâmpada considerada no projeto de referência, fluorescente tubular T5 PHILLIPS, que apresenta Índice de Reprodução Cromática nominal maior que 80; e a refletância dos materiais de revestimento de teto, paredes e piso dos ambientes (Tabela 1), que também atendem aos valores mínimos exigidos. Porém, seriam necessárias mais 2 estratégias para a obtenção do total de pontos. Neste contexto, o objeto deste estudo recebeu mais 1 ponto na categoria IEQ.

#### 4.2. Proposição de melhorias para alcançar nível “Certificado”

Na análise dos critérios de avaliação, foram identificados créditos com potencial de aplicação no projeto do DEM sem grandes alterações no seu escopo original, visando a obtenção da pontuação mínima de 40 pontos para a certificação. No Quadro 2, apresenta-se um resumo da nova aplicação do regulamento.

Quadro 2: Avaliação do projeto do DEM antes e após as sugestões de melhoria.

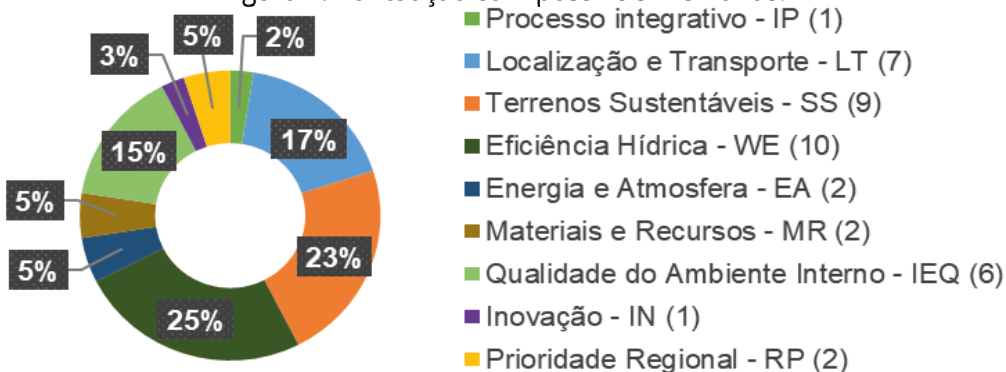
Scorecard de Verificação de Projeto no LEED BD+C: Schools v4.1																																																																																																																											
<b>LEED v4.1 BD+C: Schools</b> Lista de verificação do projeto		Nome do projeto: Departamento de Engenharia Mecânica - CEFET-MG - Campus II Data: nov/2020																																																																																																																									
<table border="1"> <tr> <td>S</td><td>P</td><td>N</td><td></td></tr> <tr> <td>1</td><td>0</td><td>0</td><td></td></tr> </table> Crédito: Processo integrativo (Integrative Process - IP) 1		S	P	N		1	0	0																																																																																																																			
S	P	N																																																																																																																									
1	0	0																																																																																																																									
<table border="1"> <tr> <th>7</th><th>0</th><th>8</th><th>Localização e Transporte (Location and Transportation - LT)</th><th>15</th></tr> <tr> <td>15</td><td></td><td></td><td>Crédito: Localização do LEED Neighborhood</td><td>15</td></tr> <tr> <td>1</td><td></td><td></td><td>Crédito: Proteção das Áreas Sensíveis</td><td>1</td></tr> <tr> <td>2</td><td></td><td></td><td>Crédido: Local de Alta Prioridade e Desenvolvimento Equitativo</td><td>2</td></tr> <tr> <td>3</td><td></td><td></td><td>Crédito: Densidade do Entorno e Usos Diversos</td><td>5</td></tr> <tr> <td>4</td><td></td><td></td><td>Crédito: Acesso a Transporte de Qualidade</td><td>4</td></tr> <tr> <td>1</td><td></td><td></td><td>Crédito: Instalações para Bicicletas</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td></td><td></td><td>Crédito: Redução da Área de Projeto do Estacionamento</td><td>1</td></tr> <tr> <td>1</td><td></td><td></td><td>Crédito: Veículos Verdes</td><td>1</td></tr> </table>		7	0	8	Localização e Transporte (Location and Transportation - LT)	15	15			Crédito: Localização do LEED Neighborhood	15	1			Crédito: Proteção das Áreas Sensíveis	1	2			Crédido: Local de Alta Prioridade e Desenvolvimento Equitativo	2	3			Crédito: Densidade do Entorno e Usos Diversos	5	4			Crédito: Acesso a Transporte de Qualidade	4	1			Crédito: Instalações para Bicicletas	1	1			Crédito: Redução da Área de Projeto do Estacionamento	1	1			Crédito: Veículos Verdes	1	<table border="1"> <tr> <th>0</th><th>2</th><th>11</th><th>Materiais e Recursos (Materials and Resources - MR)</th><th>13</th></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td>5</td><td></td><td>Crédito: Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício</td><td>5</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Divulgação e Otimização do Edifício - Declarações Ambientais de Produtos</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Origem de Matérias-Primas</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Ingredientes do Material</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição</td><td>2</td></tr> </table>		0	2	11	Materiais e Recursos (Materials and Resources - MR)	13				Pré-req: Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis	Obrigatório				Pré-req: Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório		5		Crédito: Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	5		2		Crédito: Divulgação e Otimização do Edifício - Declarações Ambientais de Produtos	2		2		Crédito: Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Origem de Matérias-Primas	2		2		Crédito: Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Ingredientes do Material	2		2		Crédito: Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição	2																																			
7	0	8	Localização e Transporte (Location and Transportation - LT)	15																																																																																																																							
15			Crédito: Localização do LEED Neighborhood	15																																																																																																																							
1			Crédito: Proteção das Áreas Sensíveis	1																																																																																																																							
2			Crédido: Local de Alta Prioridade e Desenvolvimento Equitativo	2																																																																																																																							
3			Crédito: Densidade do Entorno e Usos Diversos	5																																																																																																																							
4			Crédito: Acesso a Transporte de Qualidade	4																																																																																																																							
1			Crédito: Instalações para Bicicletas	1																																																																																																																							
1			Crédito: Redução da Área de Projeto do Estacionamento	1																																																																																																																							
1			Crédito: Veículos Verdes	1																																																																																																																							
0	2	11	Materiais e Recursos (Materials and Resources - MR)	13																																																																																																																							
			Pré-req: Depósito e Coleta de Materiais Recicláveis	Obrigatório																																																																																																																							
			Pré-req: Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição	Obrigatório																																																																																																																							
	5		Crédito: Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício	5																																																																																																																							
	2		Crédito: Divulgação e Otimização do Edifício - Declarações Ambientais de Produtos	2																																																																																																																							
	2		Crédito: Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Origem de Matérias-Primas	2																																																																																																																							
	2		Crédito: Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Ingredientes do Material	2																																																																																																																							
	2		Crédito: Gerenciamento de Resíduos de Construção e Demolição	2																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <th>0</th><th>9</th><th>3</th><th>Terrenos Sustentáveis (Sustainable Sites - SS)</th><th>12</th></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Prevenção da Poluição na Atividade de Construção</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Avaliação Ambiental do Terreno</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Avaliação do Terreno</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Proteger ou Restaurar Habitat</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Espaço Aberto</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td>3</td><td></td><td>Crédito: Gestão de Águas Pluviais</td><td>3</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Redução de Ilhas de Calor</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Redução de Poluição Luminosa</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Planejamento Geral do Terreno</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Uso Conjunto das Instalações</td><td>1</td></tr> </table>		0	9	3	Terrenos Sustentáveis (Sustainable Sites - SS)	12				Pré-req: Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório				Pré-req: Avaliação Ambiental do Terreno	Obrigatório		1		Crédito: Avaliação do Terreno	1		2		Crédito: Proteger ou Restaurar Habitat	2		1		Crédito: Espaço Aberto	1		3		Crédito: Gestão de Águas Pluviais	3		2		Crédito: Redução de Ilhas de Calor	2		1		Crédito: Redução de Poluição Luminosa	1		1		Crédito: Planejamento Geral do Terreno	1		1		Crédito: Uso Conjunto das Instalações	1	<table border="1"> <tr> <th>2</th><th>4</th><th>10</th><th>Qualidade do Ambiente Interno (Indoor Environmental Quality - IEQ)</th><th>16</th></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Desempenho Mínimo de Acústico</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td>1</td><td>Crédito: Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>3</td><td></td><td>Crédito: Materiais de Baixa Emissão</td><td>3</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior na Construção</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Avaliação da Qualidade do Ar Interior</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Conforto Térmico</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td>1</td><td>Crédito: Iluminação Interior</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>3</td><td></td><td>Crédito: Luz Natural</td><td>3</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Vistas de Qualidade</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Desempenho Acústico</td><td>1</td></tr> </table>		2	4	10	Qualidade do Ambiente Interno (Indoor Environmental Quality - IEQ)	16				Pré-req: Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório				Pré-req: Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório				Pré-req: Desempenho Mínimo de Acústico	Obrigatório		1	1	Crédito: Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2		3		Crédito: Materiais de Baixa Emissão	3		1		Crédito: Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior na Construção	1		2		Crédito: Avaliação da Qualidade do Ar Interior	2		1		Crédito: Conforto Térmico	1		1	1	Crédito: Iluminação Interior	2		3		Crédito: Luz Natural	3		1		Crédito: Vistas de Qualidade	1		1		Crédito: Desempenho Acústico	1
0	9	3	Terrenos Sustentáveis (Sustainable Sites - SS)	12																																																																																																																							
			Pré-req: Prevenção da Poluição na Atividade de Construção	Obrigatório																																																																																																																							
			Pré-req: Avaliação Ambiental do Terreno	Obrigatório																																																																																																																							
	1		Crédito: Avaliação do Terreno	1																																																																																																																							
	2		Crédito: Proteger ou Restaurar Habitat	2																																																																																																																							
	1		Crédito: Espaço Aberto	1																																																																																																																							
	3		Crédito: Gestão de Águas Pluviais	3																																																																																																																							
	2		Crédito: Redução de Ilhas de Calor	2																																																																																																																							
	1		Crédito: Redução de Poluição Luminosa	1																																																																																																																							
	1		Crédito: Planejamento Geral do Terreno	1																																																																																																																							
	1		Crédito: Uso Conjunto das Instalações	1																																																																																																																							
2	4	10	Qualidade do Ambiente Interno (Indoor Environmental Quality - IEQ)	16																																																																																																																							
			Pré-req: Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interior	Obrigatório																																																																																																																							
			Pré-req: Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco	Obrigatório																																																																																																																							
			Pré-req: Desempenho Mínimo de Acústico	Obrigatório																																																																																																																							
	1	1	Crédito: Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	2																																																																																																																							
	3		Crédito: Materiais de Baixa Emissão	3																																																																																																																							
	1		Crédito: Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior na Construção	1																																																																																																																							
	2		Crédito: Avaliação da Qualidade do Ar Interior	2																																																																																																																							
	1		Crédito: Conforto Térmico	1																																																																																																																							
	1	1	Crédito: Iluminação Interior	2																																																																																																																							
	3		Crédito: Luz Natural	3																																																																																																																							
	1		Crédito: Vistas de Qualidade	1																																																																																																																							
	1		Crédito: Desempenho Acústico	1																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <th>0</th><th>10</th><th>2</th><th>Eficiência Hídrica (Water Efficiency - WE)</th><th>12</th></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Redução do uso de Água do Exterior</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Redução do uso de Água do Interior</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Medição de Água do Edifício</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Redução do uso de Água do Exterior</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>5</td><td>2</td><td>Crédito: Redução do uso de Água do Interior</td><td>7</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Uso de Água de Torre de Resfriamento</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Medição de Água do Edifício</td><td>1</td></tr> </table>		0	10	2	Eficiência Hídrica (Water Efficiency - WE)	12				Pré-req: Redução do uso de Água do Exterior	Obrigatório				Pré-req: Redução do uso de Água do Interior	Obrigatório				Pré-req: Medição de Água do Edifício	Obrigatório		2		Crédito: Redução do uso de Água do Exterior	2		5	2	Crédito: Redução do uso de Água do Interior	7		2		Crédito: Uso de Água de Torre de Resfriamento	2		1		Crédito: Medição de Água do Edifício	1	<table border="1"> <tr> <th>0</th><th>1</th><th>5</th><th>Inovação (Innovation - IN)</th><th>6</th></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Crédito: Inovação</td><td>5</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Profissional Acreditado LEED</td><td>1</td></tr> </table>		0	1	5	Inovação (Innovation - IN)	6				Crédito: Inovação	5		1		Crédito: Profissional Acreditado LEED	1																																																																	
0	10	2	Eficiência Hídrica (Water Efficiency - WE)	12																																																																																																																							
			Pré-req: Redução do uso de Água do Exterior	Obrigatório																																																																																																																							
			Pré-req: Redução do uso de Água do Interior	Obrigatório																																																																																																																							
			Pré-req: Medição de Água do Edifício	Obrigatório																																																																																																																							
	2		Crédito: Redução do uso de Água do Exterior	2																																																																																																																							
	5	2	Crédito: Redução do uso de Água do Interior	7																																																																																																																							
	2		Crédito: Uso de Água de Torre de Resfriamento	2																																																																																																																							
	1		Crédito: Medição de Água do Edifício	1																																																																																																																							
0	1	5	Inovação (Innovation - IN)	6																																																																																																																							
			Crédito: Inovação	5																																																																																																																							
	1		Crédito: Profissional Acreditado LEED	1																																																																																																																							
<table border="1"> <tr> <th>0</th><th>2</th><th>29</th><th>Energia e Atmosfera (Energy and Atmosphere - EA)</th><th>31</th></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Comissionamento Fundamental e Verificação</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Desempenho Mínimo de Energia</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Medição de Energia do Edifício</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Pré-req: Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes</td><td>Obrigatório</td></tr> <tr> <td></td><td>6</td><td></td><td>Crédito: Comissionamento Avançado</td><td>6</td></tr> <tr> <td></td><td>16</td><td></td><td>Crédito: Otimizar Desempenho Energético</td><td>16</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Medição Avançada de Energia</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td>2</td><td></td><td>Crédito: Resposta a Demanda</td><td>2</td></tr> <tr> <td></td><td>5</td><td></td><td>Crédito: Energia Renovável</td><td>5</td></tr> <tr> <td></td><td>1</td><td></td><td>Crédito: Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes</td><td>1</td></tr> </table>		0	2	29	Energia e Atmosfera (Energy and Atmosphere - EA)	31				Pré-req: Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório				Pré-req: Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório				Pré-req: Medição de Energia do Edifício	Obrigatório				Pré-req: Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório		6		Crédito: Comissionamento Avançado	6		16		Crédito: Otimizar Desempenho Energético	16		1		Crédito: Medição Avançada de Energia	1		2		Crédito: Resposta a Demanda	2		5		Crédito: Energia Renovável	5		1		Crédito: Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1	<table border="1"> <tr> <th>0</th><th>2</th><th>2</th><th>Prioridade Regional (Regional Priority - RP)</th><th>4</th></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Crédito: Crédito Específico - Ingredientes do Material</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Crédito: Crédito Específico - Proteger ou Restaurar o Habitat</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Crédito: Crédito Específico - Gestão de Águas Pluviais</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Crédito: Crédito Específico - Energia Renovável</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Crédito: Crédito Específico - Luz Natural</td><td>1</td></tr> <tr> <td></td><td></td><td></td><td>Crédito: Crédito Específico - Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior</td><td>1</td></tr> </table>		0	2	2	Prioridade Regional (Regional Priority - RP)	4				Crédito: Crédito Específico - Ingredientes do Material	1				Crédito: Crédito Específico - Proteger ou Restaurar o Habitat	1				Crédito: Crédito Específico - Gestão de Águas Pluviais	1				Crédito: Crédito Específico - Energia Renovável	1				Crédito: Crédito Específico - Luz Natural	1				Crédito: Crédito Específico - Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1																														
0	2	29	Energia e Atmosfera (Energy and Atmosphere - EA)	31																																																																																																																							
			Pré-req: Comissionamento Fundamental e Verificação	Obrigatório																																																																																																																							
			Pré-req: Desempenho Mínimo de Energia	Obrigatório																																																																																																																							
			Pré-req: Medição de Energia do Edifício	Obrigatório																																																																																																																							
			Pré-req: Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes	Obrigatório																																																																																																																							
	6		Crédito: Comissionamento Avançado	6																																																																																																																							
	16		Crédito: Otimizar Desempenho Energético	16																																																																																																																							
	1		Crédito: Medição Avançada de Energia	1																																																																																																																							
	2		Crédito: Resposta a Demanda	2																																																																																																																							
	5		Crédito: Energia Renovável	5																																																																																																																							
	1		Crédito: Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes	1																																																																																																																							
0	2	2	Prioridade Regional (Regional Priority - RP)	4																																																																																																																							
			Crédito: Crédito Específico - Ingredientes do Material	1																																																																																																																							
			Crédito: Crédito Específico - Proteger ou Restaurar o Habitat	1																																																																																																																							
			Crédito: Crédito Específico - Gestão de Águas Pluviais	1																																																																																																																							
			Crédito: Crédito Específico - Energia Renovável	1																																																																																																																							
			Crédito: Crédito Específico - Luz Natural	1																																																																																																																							
			Crédito: Crédito Específico - Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior	1																																																																																																																							
		<table border="1"> <tr> <td><b>9</b></td><td><b>31</b></td><td><b>70</b></td><td><b>TOTALS</b></td><td><b>Possible Points: 110</b></td></tr> </table> Certified: 40 to 49 points, Silver: 50 to 59 points, Gold: 60 to 79 points, Platinum: 80 to 110		<b>9</b>	<b>31</b>	<b>70</b>	<b>TOTALS</b>	<b>Possible Points: 110</b>																																																																																																																			
<b>9</b>	<b>31</b>	<b>70</b>	<b>TOTALS</b>	<b>Possible Points: 110</b>																																																																																																																							

Legenda: Coluna cinza - pré-requisitos identificados como passíveis de serem cumpridos (P) pelas sugestões de melhoria; Coluna verde - pontuações atendidas pelo projeto do novo prédio do DEM; Coluna amarela – pontuação dos critérios com potencial de serem atendidos, após a aplicação das melhorias propostas; Coluna laranja – pontuação remanescente dos critérios que não são possíveis de serem implementados no projeto.

Fonte: Adaptado de USGBC (2020).

Por meio das possíveis estratégias aplicáveis ao projeto, obteve-se um total de 40 pontos na nova avaliação, distribuídos nas categorias conforme o gráfico da Figura 7. Nos itens a seguir, apresenta-se a descrição somente das categorias avaliadas com potencial de serem atendidas pelas propostas de melhoria ao projeto.

Figura 7: Pontuação com possíveis melhorias.



Fonte: Autores.

#### 4.2.1. Processo Integrativo (IP – *Integrative Process*)

Devido à ausência de um plano analítico de inter-relacionamento entre os sistemas do projeto, sugeriu-se a estratégia de definição de objetivos de consumo a serem alcançados pelos sistemas de energia e água para receber 1 ponto no crédito “processo integrativo” da categoria IP (Quadro 2). O projeto deve ser desenvolvido considerando a interrelação entre as diferentes áreas envolvidas no processo de construção.

#### 4.2.2. Terrenos Sustentáveis (SS – *Sustainable Sites*)

Nessa categoria, são sugeridas estratégias nos seguintes créditos: “avaliação do terreno”, que documenta a relação entre as características do local com as estratégias de projeto adotadas; “espaço aberto”, tal como a praça de convivência que existe no campus, que fomenta a interação com ambiente externo por meio de espaços destinados à interação social, recreação e atividades físicas; “gestão de águas pluviais”, que ajuda a reproduzir a hidrologia natural por meio de sistemas de infiltração de água, como jardins com plantas nativas e pavimentação permeável que sejam capazes de reter 90% da precipitação local (equivalente a 245,7 l/m<sup>2</sup> no mês de maior precipitação); “redução de ilhas de calor”, pela mudança do material da cobertura para que tenha maior refletância; “redução de poluição luminosa”, com a utilização de luminárias nas áreas externas que cumpram com os requisitos mínimos, permitindo melhor apreciação do céu noturno; e “uso conjunto das instalações”, pela abertura da estrutura para o fornecimento de serviços à sociedade, como lanchonete, biblioteca, espaços de lazer e cursos (assim como já existem na Instituição). Assim, obteve-se 9 pontos na categoria SS (Quadro 2).

#### 4.2.3. Eficiência Hídrica (WE – *Water Efficiency*)

Com base nos procedimentos de cálculo de consumo diário de água apresentados no manual RTQ-C (2016) e nas condições de utilização do espaço consideradas no projeto do edifício, estimou-se um consumo total de 11.095,5 litros/dia no edifício. Ao compará-lo com o consumo de base LEED (2020), verificou-se a necessidade de reduzir o consumo em 845,2 l/dia para atender ao referencial. Além disso, verificou-se que, dentre os dispositivos hidrossanitários previstos para serem instalados no edifício em estudo, somente o mictório apresentou consumo de água inferior aos valores de consumo base apresentados no manual de avaliação LEED (2020), com desempenho 68% mais eficiente.

Assim, os seguintes créditos são sugeridos: “redução do consumo de água no interior” do edifício, pela utilização de dispositivos mais eficientes que os do referencial LEED e que propiciem uma redução de 7,62% no consumo diário apresentado; “medição de água do edifício” individualizada, além de medição individual de ao menos 2 subsistemas, como de irrigação, abastecimento predial ou de outros processos; “redução do uso de água do exterior”, por meio do plantio de espécies nativas que não dependam de irrigação artificial; e “uso de água de torre de resfriamento”, podendo ser considerado o reuso da água destinada a processos mecânicos e laboratoriais. Por meio dessas estratégias, obteve-se 10 pontos na categoria WE (Quadro 2).

#### 4.2.4. Energia e Atmosfera (EA – *Energy and Atmosphere*)

Nessa categoria, são sugeridos: “medição avançada de energia”, pela instalação de sistema de medição individualizada para o edifício e outro para um sistema que represente 10% do consumo predial, como o sistema de iluminação; e o “gerenciamento avançado de gases refrigerantes”, pela substituição do sistema de ar-condicionado do edifício, que utiliza gás R22, um hidroclorofluorcarboneto (HCFC), por um gás ecológico como o R410A. Os demais créditos da categoria são de difícil implementação, pois o processo de comissionamento avançado depende de um profissional capacitado para executar as atividades de revisão, verificação e testes sazonais segundo as normas apresentadas. Os créditos em resposta à demanda e energia renovável abordam a geração ou participação de programas de geração de energia renovável com baixo impacto ambiental e estímulo ao consumo consciente. Além disso, como não foram obtidas informações sobre os equipamentos das atividades laboratoriais, não foi possível avaliar o desempenho energético, que é feito com base em simulação do projeto. Sendo assim, obteve-se 2 pontos da categoria EA (Quadro 2).

#### 4.2.5. Materiais e Recursos (MR – *Material and Resources*)

Os créditos desta categoria são de difícil avaliação, já que as informações necessárias de divulgação de origem para o cálculo de ciclo de vida normalmente não são fornecidas pelos fabricantes. Sendo assim, sugere-se apenas o crédito “gerenciamento de resíduos de construção e demolição”, por meio do planejamento e prática de reciclagem, reuso e descarte consciente dos materiais utilizados, sendo necessário que seu volume não ultrapasse 36,6 kg/m<sup>2</sup> de área construída, ou seja, um total equivalente a 101.748 kg. Com isso, obteve-se 2 pontos na categoria MR (Quadro 2).

#### 4.2.6. Qualidade do Ambiente Interno (IEQ – *Indoor Environmental Quality*)

Na categoria IEQ, foi proposta a aplicação de melhorias de critérios não atendidos nas categorias “estratégias avançadas de qualidade do ar interior”, “conforto térmico”, “iluminação interior” e “desempenho acústico”, totalizando em 6 pontos no projeto do DEM (Quadro 2). Para as duas primeiras categorias, sugere-se a instalação de sistema de ventilação mecanizada nas salas, para garantir a renovação do ar e sua qualidade e, conseqüentemente, contribuir para o conforto térmico, com a possibilidade de ajuste de velocidade de vento ou temperatura. Para sistema de iluminação dos ambientes internos, sugere-se a seleção de uma luminária com iluminância máxima 2.500 cd/m<sup>2</sup>, bem como a substituição das lâmpadas fluorescentes por lâmpadas de LED de vida útil superior a 24.000 horas, e limitar a iluminação indireta a 25% da carga lumínica. O desempenho acústico é avaliado por meio de medições dos ruídos locais. Apesar de ainda não obter essas informações pelo projeto, o atendimento ao ruído máximo de 35 dB é possível de ser atingido. Para as demais categorias, são necessárias alterações nos editais de licitação para a aquisição de materiais que atendam aos requisitos de baixa emissão e simulação computacional para consideração da contribuição da luz natural.

#### 4.2.7. Inovação (IN - *Innovation*)

O projeto do DEM não obteve desempenho exemplar em nenhum crédito avaliado, conforme as especificações no guia de referência LEED (2020), sequer

apresentando características inovadoras que pudessem ser contabilizadas. Assim, na categoria IN, propõe-se apenas a contratação de um “profissional acreditado LEED” pela USGBC ou o treinamento de um dos integrantes da equipe responsável pela elaboração do projeto, visando contribuir para o acompanhamento e integração efetiva de todos os sistemas requeridos pelo processo de certificação LEED, obtendo-se 1 ponto (Quadro 2).

#### 4.2.8. Prioridade Regional (RP – *Regional Priority*)

Esta categoria incentiva adoção de estratégias ambientais, sociais e de saúde pública relevantes à localização geográfica específica do projeto. Para a cidade de Belo Horizonte/MG, os critérios que têm potencial de serem atendidos são “gestão de águas pluviais” e “estratégias avançadas de qualidade do ar interior”, segundo o resultado obtido nos créditos de mesmo nome, obtendo-se 2 pontos na categoria RP (Quadro 2).

## 5 DISCUSSÕES

A partir dos resultados desse estudo, verifica-se que o projeto do DEM em suas características originais não possui potencial de receber a certificação mais baixa do LEED, visto que obteve apenas 9 pontos na avaliação. Assim como no estudo de Atabay et al. (2020), a princípio, a edificação foi capaz de pontuar sobretudo nos créditos da categoria “localização e transporte” (LT). Este resultado era esperado, tendo em vista que a construção de universidades deve ser planejada em locais com diversidade de opções de acesso e transporte (ATABAY et al., 2020).

Visando a obtenção do nível Certificado do LEED com o menor impacto nas características originais do projeto, identificou-se estratégias aplicáveis ao edifício que possibilitariam o atendimento a todos os pré-requisitos estabelecidos pelo referencial e o alcance da pontuação mínima de 40 pontos. Para isso, consideraram-se melhorias em quase todas as categorias do LEED, priorizando-se aquelas com menor grau de dificuldade de serem cumpridas, segundo Barros (2012), e desconsiderando-se a categoria LT, devido ao nível de dificuldade de implantação dos seus créditos ainda não atendidos e a possibilidade de execução.

De modo semelhante às avaliações de Atabay et al. (2020) e Silva e Freitas (2016), a maior parte dos créditos extras foram obtidos nas categorias “eficiência hídrica” (WE), “terrenos sustentáveis” (SS) e “qualidade do ambiente interno” (IEQ), por meio de medidas de projeto com ênfase em uso racional da água, preservação de recursos naturais e conforto ambiental.

Por outro lado, observou-se que as categorias com menor potencial de contribuição extra na pontuação do edifício foram “energia e atmosfera” (EA) e “materiais e recursos” (MR), devido principalmente à falta de profissionais capacitados e de integração entre projetistas, fornecedores e fabricantes de insumos sustentáveis. Tal dificuldade está alinhada com os achados por Barros (2012) e Polat et al. (2018), o que pode estar relacionado às limitações impostas à Instituição pública pelos editais de licitação, aos altos custos de investimento para implementação dos sistemas necessários, bem como às condições e práticas locais que influenciam na obtenção de créditos nessas categorias (GURGUN et al., 2015, 2016).

## 6 CONCLUSÃO

Este trabalho avaliou o potencial de aplicação de estratégias de sustentabilidade, visando atingir o nível Certificado do LEED versão 4.1 BD+C: Schools do projeto do Departamento de Engenharia Mecânica (DEM) do CEFET-MG, localizado em Belo Horizonte/MG. O estudo preliminar avaliado não foi concebido com o intuito de atender a medidas de sustentabilidade, o que implicou na não certificação pelo referencial LEED, em conjunto com a ausência de informações para uma avaliação mais assertiva.

O projeto apresentou o potencial para obter 7 dos 15 pontos possíveis na categoria “localização e transporte” (LT) e 2 dos 16 pontos possíveis na categoria “qualidade do ambiente interno” (IEQ), totalizando 9 pontos. As demais categorias não são contempladas ou não apresentam informações suficientes para a análise. A implementação das estratégias projetuais de melhoria propostas neste estudo possibilitariam o atendimento a todos os pré-requisitos e a pontuação mínima de 40 pontos para a obtenção do nível “Certificado” do LEED. Contudo, é importante ressaltar a necessidade da manutenção e preservação dos sistemas implantados para que seu funcionamento possa ser efetivo. Além disso, os ocupantes devem ser orientados para o uso eficiente das instalações, aproveitando da iluminação e ventilação natural e contribuindo com a economia de água e energia elétrica.

Este trabalho proporcionou contribuição prática, ao servir de orientação para a equipe de projetos do CEFET-MG no prosseguimento da elaboração do projeto do DEM. Os pontos tratados no presente estudo poderão servir também como referência para pesquisas similares. Para futuros trabalhos, sugere-se a simulação do consumo de energia elétrica do edifício para avaliar seu desempenho energético, visto que é o critério que disponibiliza maior pontuação no sistema de avaliação. Simulação de iluminação natural e medições acústicas também poderão ser realizados para a análise dos requisitos luz natural e desempenho acústico da categoria IEQ. Além disso, considerando as limitações do trabalho, sugere-se avaliar a viabilidade financeira de implementação dos sistemas de melhoria propostos.

## REFERÊNCIAS

- ATABAY et al. Incorporating BIM and green building in engineering education: assessment of a school building for LEED certification. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, V. 25, n. 4, pp. 04020040, 2020.
- BARROS, M. A. D. **A adoção de avaliação ambiental de edifícios (LEED e Processo AQUA) no Brasil**: Motivações, benefícios e dificuldades. Dissertação de Mestrado. Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012.
- BASTOS, C. S. **Arquitetura institucional de ensino superior. Ações sustentáveis projetuais baseadas nas categorias do LEED Schools NC-V3**. 2012. Dissertação de mestrado. Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2012.
- BRASIL. EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco energético nacional 2020**. Ano base 2019. Rio de Janeiro: EPE, 2020. 292 p.
- BRASIL; INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA (INMETRO); ELETROBRAS. **Manual para aplicação do RTQ-C**. Rio de Janeiro, 2016.
- CALIFORNIA ENERGY COMMISSION. **Technical report**. Windows and offices: a study of office worker performance and indoor environment. Califórnia, 2003.
- ELKHAPERY et al. Benefits of retrofitting school buildings in accordance to LEED v4. **Journal of Building Engineering**, V. 33, pp. 101798, 2021.
- EPE. **Atlas da eficiência energética**. Brasil 2020. Relatório de indicadores. Rio de Janeiro. 2020.

102 p.

GBCB - GREEN BUILDING COUICIL BRASIL. **Anuário 2020**. Certificações LEED, GBC Brasil Casa & Condomínio e GBC Zero Energy. São Paulo: J.J.Carol, 2020a.

GBCB. **Apoiar a saúde dos ocupantes significa priorizar a qualidade do ar interno**. São Paulo, 2020b. Disponível em: <https://www.gbcbrazil.org.br/apoiar-a-saude-dos-ocupantes-significa-priorizar-a-qualidade-do-ar-interno/#:~:text=A%20Qualidade%20do%20Ambiente%20Interno,e%2C%20portanto%2C%20nossa%20sa%C3%BAde>. Acesso em: 28 nov. 2020.

GURGUN et al. Review of the LEED category in materials and resources for developing countries. **Procedia Engineering**, V. 118, pp. 1145-1152, 2015.

GURGUN et al. Performance of LEED energy credit requirements in European countries. **Procedia Engineering**, V. 164, pp. 432-438, 2016.

KIM et al. Green benefits on educational buildings according to the LEED certification. **International Journal of Strategic Property Management**. V. 24, n. 2, pp. 83-89. 2020.

LAMBERTS et al. **Eficiência energética na arquitetura**. 3. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras/PROCEL, 2014. 366 p.

MACNAUGHTON et al. The impact of working in a green certified building on cognitive function and health. **Building and Environment**, V.114, pp.178-186. 2017.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA et al. **Quem é quem da eficiência energética no Brasil**. Itajubá: Excen, 2019. 82 p.

PRODABEL. Mapa base: Ortofoto 2015. Belo Horizonte, [201-]. Disponível em: [https://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo#zoom=6&lat=7795049.90386&lon=604775.1871&baselayer=ortofoto\\_2015&layers=app%2Crisco\\_inundacao%2CBrejo%2Ccurso\\_dagua%2Cunid\\_de\\_conserv\\_ambiental%2Cestacao\\_metro%2Cponto\\_onibus%2Czoneamento1181](https://bhmap.pbh.gov.br/v2/mapa/idebhgeo#zoom=6&lat=7795049.90386&lon=604775.1871&baselayer=ortofoto_2015&layers=app%2Crisco_inundacao%2CBrejo%2Ccurso_dagua%2Cunid_de_conserv_ambiental%2Cestacao_metro%2Cponto_onibus%2Czoneamento1181). Acesso em: 20 fev. 2022.

POLAT et al. Evaluation of credit achievements of LEED-certified buildings. **Proceedings of International Structural Engineering and Construction**, V. 5, n. 1, pp. 1-6. 2018.

SILVA, R. C.; FREITAS, L. S. Diretrizes para a fase de projetos de edificações públicas sob o foco da sustentabilidade ambiental: estudo de caso de uma Instituição Federal de Ensino Superior (IFES) de acordo com o sistema de certificação LEED. **Interações**, Campo Grande, MS, V. 17, n. 4, pp.767-780. 2016.

USGBC - UNITED STATES GREEN BUILDING COUNCIL (Washington). **Introduction to LEED v4.1 for Design + Construction**. 2019. Disponível em: [https://www.usgbc.org/sites/default/files/opigno\\_scorm\\_extracted/scorm\\_848536/scormcontent/index.html#/](https://www.usgbc.org/sites/default/files/opigno_scorm_extracted/scorm_848536/scormcontent/index.html#/). Acesso em: 01 fev. 2022.

USGBC (Washington). **LEED v4.1**. LEED v4.1 Building Design +Construction. 2020. Disponível em: <https://www.usgbc.org/leed/v41#bdc>. Acesso em: 01 fev. 2022.

VIEIRA et al. Estudo de classificação da eficiência energética do prédio 20 do CEFET-MG. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO 11., 2019, João Pessoa. **Anais [...]**. Porto Alegre: ANTAC, 2019. pp. 2333-2342.

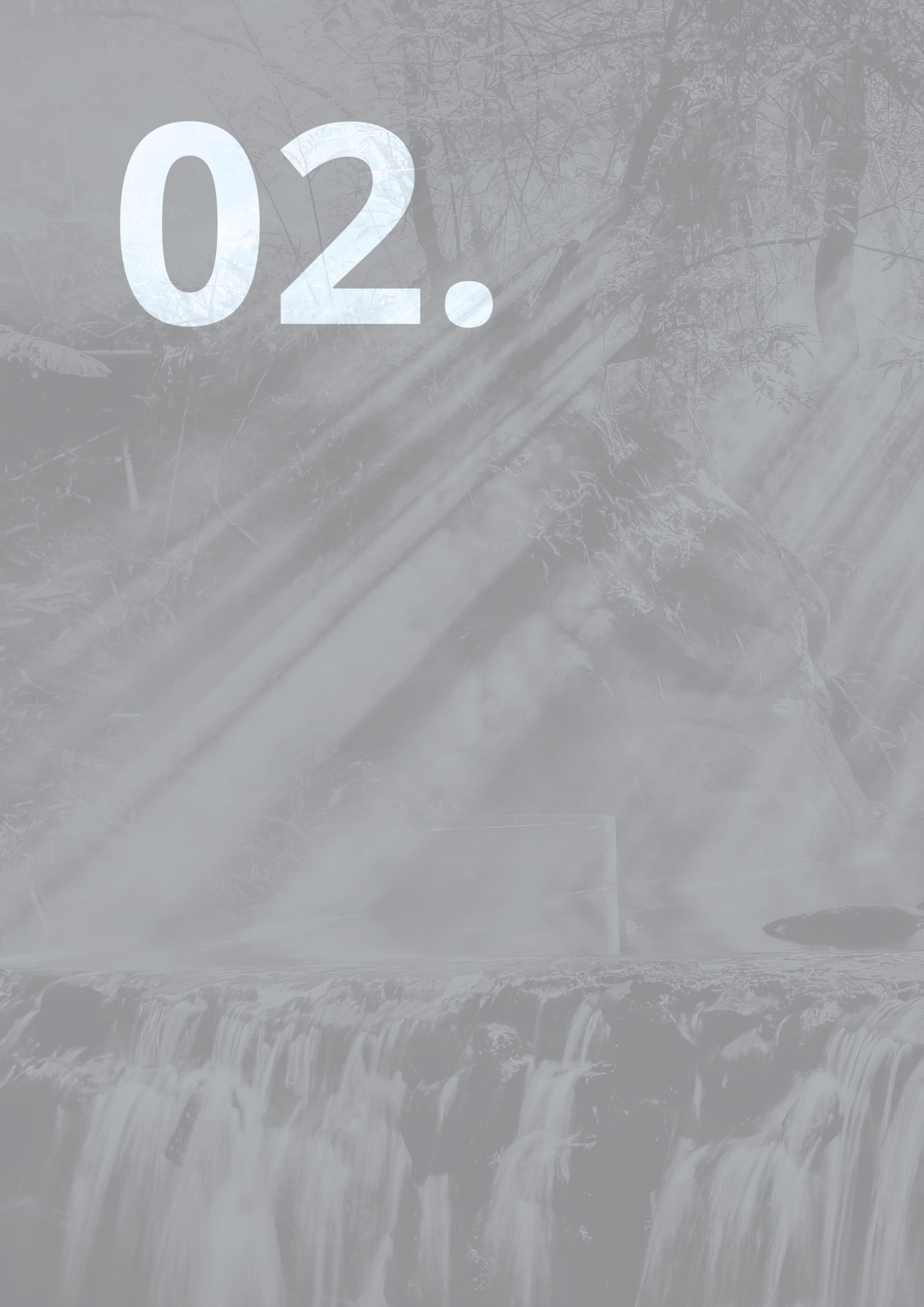
## AGRADECIMENTOS

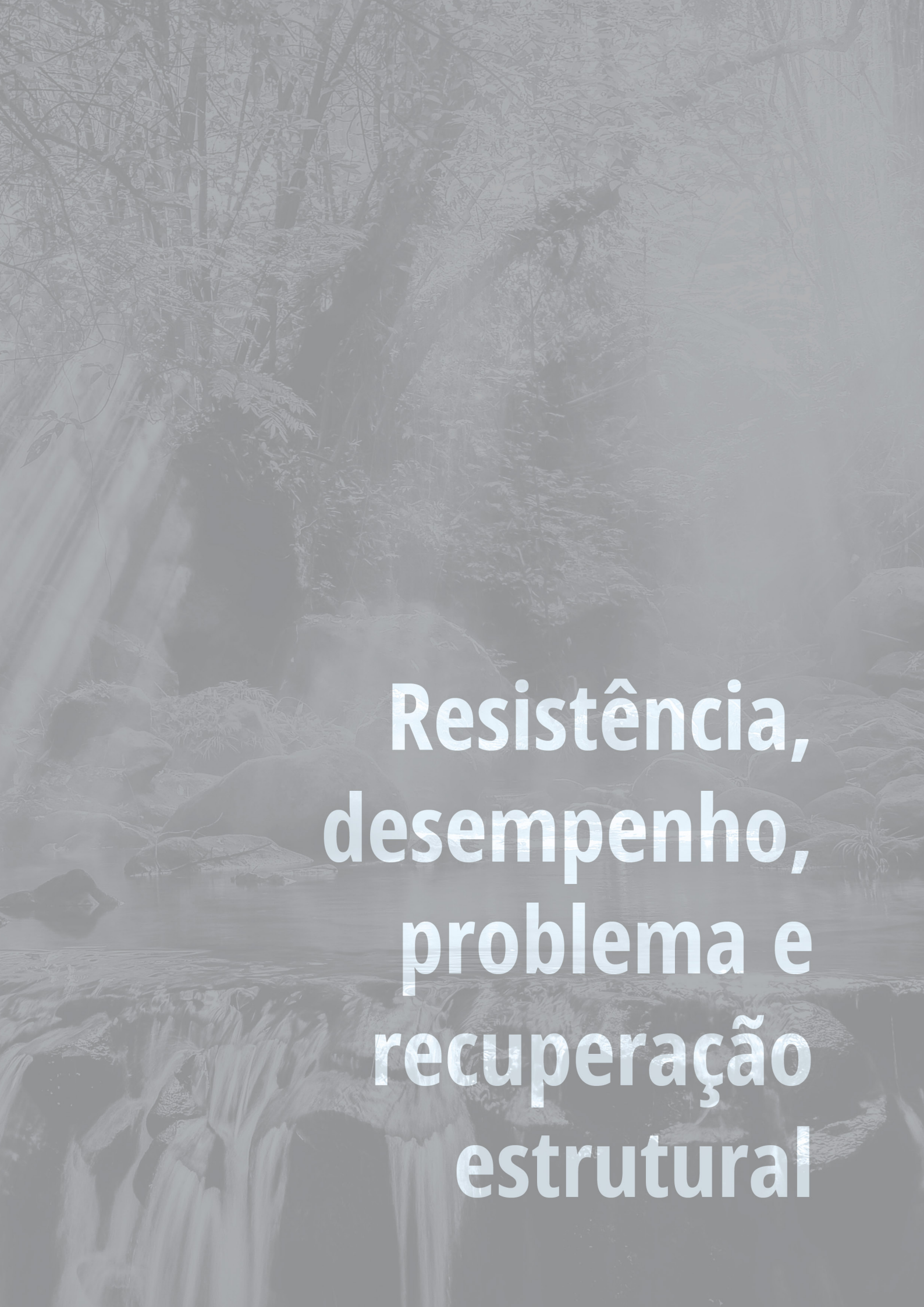
Os autores agradecem ao CEFET-MG e CAPES, pela assistência técnica e financeira para o desenvolvimento deste trabalho. Este estudo foi financiado em parte pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Finanças 001.





02.





**Resistência,  
desempenho,  
problema e  
recuperação  
estrutural**



## 02. Resistência, desempenho, problema e recuperação estrutural

# A APLICABILIDADE E A EFICIÊNCIA DA MATRIZ SWOT PARA O GERENCIAMENTO DA QUALIDADE DO PROJETO ARQUITETÔNICO E URBANÍSTICO

THE APPLICABILITY AND EFFICIENCY OF THE SWOT MATRIX FOR THE QUALITY MANAGEMENT OF ARCHITECTURAL AND URBAN DESIGN

Data de aceite: 02/09/2022 | Data de submissão: 25/08/2022

**SILVA, Juliana Christiny Mello da**, Arquiteta Urbanista - mestranda do PROARQ Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil, E-mail: [juliana.mello@fau.ufrj.br](mailto:juliana.mello@fau.ufrj.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6467-255X>.

**ROLA, Sylvia Meimaridou**, Doutora Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil, E-mail: [sylviarola@fau.ufrj.br](mailto:sylviarola@fau.ufrj.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6321-8857>.

**BRASIL, Paula de Castro**, Doutora Professora no departamento de engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) e Professora do curso de arquitetura e urbanismo do Centro Universitário La Salle do Rio de Janeiro (UNILASALLE-RJ), Rio de Janeiro, Brasil, E-mail: [paula.brasil@lasalle.org.br](mailto:paula.brasil@lasalle.org.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4486-6952>.

## RESUMO:

Este estudo possui o objetivo que demonstrar a aplicabilidade e a eficiência da matriz SWOT/FOFA, no campo da arquitetura e do urbanismo, para o gerenciamento da qualidade do projeto. Esta análise justifica-se pela possibilidade de utilizar o SWOT na avaliação pré-projeto (APP) e na avaliação pós-ocupação (APO). Através do método correlacional foram estudadas as relações existentes entre a matriz FOFA e os processos arquitetônicos, para verificar as congruências entre ambos. Pela revisão sistemática, buscou-se demonstrar como a análise SWOT contribui para o processo de projeto. Ao identificar as forças, oportunidades, fraquezas e ameaças, de um empreendimento, são gerados dados que permitem embasar, justificar e consolidar as soluções propostas. Assim, através dos exemplos analisados, nota-se que a matriz FOFA é uma ferramenta adequada para o planejamento estratégico de projetos. Isto, pois, permite estruturar um processo produtivo que corrobora para qualidade dos ambientes construídos e para a satisfação dos usuários.

## PALAVRAS-CHAVE:

Análise SWOT. Arquitetura e urbanismo. Qualidade do ambiente. Processo de projeto.

## ABSTRACT:

*This study aims to demonstrate the applicability and efficiency of the SWOT/FOFA matrix, in the field of architecture and urbanism, for project quality management. This analysis is justified by the possibility of using the SWOT in the pre-project evaluation (APP) and in the post-occupancy evaluation (APO). Through the correlational method, the existing relationships between the SWOT matrix and the architectural processes were studied, in order to verify the congruence between them. Through the systematic review, we sought to demonstrate how the SWOT analysis contributes to the design process. By identifying the strengths, opportunities, weaknesses and threats of an enterprise, data are generated that allow to support, justify and consolidate the proposed solutions. Thus, through the analyzed examples, it is noted that the FOFA matrix is an adequate tool for the strategic planning of projects. This, therefore, allows structuring a production process that corroborates the quality of built environments and user satisfaction.*

## KEYWORDS:

*SWOT analysis. Architecture and urbanismo. Environmental quality. Design process.*

## 1 INTRODUÇÃO

A análise SWOT, em português conhecida como matriz FOFA, foi desenvolvida Albert Humphrey e colaboradores na década de 60 na Universidade de Stanford. A análise ou matriz SWOT originou-se de uma pesquisa desenvolvida com a finalidade de atender as solicitações de empresas que desejavam conhecer e compreender as causas das falhas dos planejamentos de suas instituições (HUMPHREY, 2005).

Para compreender a organização da análise SWOT é preciso identificar os aspectos bons e ruins no tempo. O bom se refere ao tempo presente como Forças (*Strengths*). O futuro representa as Oportunidades (*Opportunities*) que podem ser exploradas para a melhoria dos planejamentos realizados. Já o ruim do presente atual é denominado Fraquezas (*Weaknesses*) e as características ruins projetadas para o futuro são representadas como Ameaças (*Threats*), que representam os aspectos que necessitam de atenção para evitar problemas futuros (HUMPHREY, 2005).

Destaca-se que as Forças e as Fraquezas são elementos próprios e internos. Já as Oportunidades e as Ameaças são aspectos externos ou provocados pelo ambiente. Para a aplicação da análise SWOT é importante que todos os envolvidos participem com a finalidade de contribuir com suas percepções, ideias e sugestões para que tais informações sejam agrupadas e possam potencializar as tomadas de decisões futuras (NAKAGAWA, 2012).

A figura 1 representa um quadro clássico da Matriz SWOT que pode ser utilizado por diversos campos de conhecimento, que desejem analisar os seus processos de desenvolvimento, neste estudo busca destacar a aplicabilidade deste instrumento o campo da arquitetura e urbanismo.

Figura 1: Gráfico da Matriz SWOT.



Fonte: <https://rockcontent.com/br/wp-content/uploads/sites/2/2021/02/swot-1.png.webp>.  
Acessado em 09 Fev. 2022.

A escolha da matriz FOFA, para a realização do presente estudo, baseia-se no fato desta ferramenta permitir a consolidação e organização o processo de projeto, priorizando as condicionantes que interferem na qualidade das soluções projetuais e na percepção dos usuários sobre os ambientes construídos. Analisar as forças, fraquezas, oportunidades e as ameaças, que compõem o contexto de um projeto arquitetônico ou urbanístico, contribui ao disponibilizar informações para o processo de projeto. A coleta das informações possibilita uma tomada de decisão mais precisa que conseqüentemente diminui os erros de projeto.

A análise SWOT é ferramenta amplamente empregada no planejamento estratégico

e na engenharia da qualidade. Assim, busca-se relatar exemplos de aplicação da análise FOFA, no campo da arquitetura e do urbanismo com a finalidade de demonstrar as potencialidades deste instrumento.

A seguir são apontados dois exemplos que aplicaram a Matriz SWOT em seus processos com a finalidade de verificar as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças de seus objetos de estudo. Através de uma busca por palavras-chave, durante a revisão sistemática, foi possível selecionar um exemplo da aplicabilidade da matriz SWOT em um projeto arquitetônico e em um projeto urbanístico. O exemplo 1 trata da utilização na matriz FOFA para o planejamento de um escritório de arquitetura e o exemplo 2 trata da utilização da matriz SWOT para o planejamento urbano de um bairro. Assim, por meio dos exemplos destacados, busca-se demonstrar as potencialidades da análise FOFA para o planejamento, com a finalidade de alcançar a qualidade dos projetos e a satisfação de seus usuários.

## 2 DESENVOLVIMENTO

Com a finalidade de demonstrar a aplicabilidade da Matriz SWOT no campo da arquitetura e urbanismo serão apresentados a seguir estudos que aplicaram a matriz SWOT como ferramenta de análise.

### 2.1. Exemplo 1: Análise SWOT para o planejamento de um Escritório de arquitetura

O primeiro estudo de caso descrito nesta pesquisa foi desenvolvido e publicado em 2020 por Barros, Hora e Neto. Segundo Barros, Hora e Neto (2020):

O estudo de caso foi realizado em uma micro empresa projetista de arquitetura que atua há sete anos na cidade e no interior do Rio de Janeiro. O escritório é referência na cidade em que atua e está em grande ascensão nas cidades ao redor como Macaé e Itaperuna, além de possuir visibilidade em todo o Sudeste. Os principais serviços que os clientes buscam são projetos executivos, interiores e reformas. A empresa recentemente possui equipes terceirizadas de execução de obra, contudo ainda não é o forte da empresa, apesar de ser o responsável por maior parte do seu faturamento (BARROS; HORA; NETO, 2020).

Uma das etapas realizadas pelos autores foi a aplicação da Matriz SWOT Cruzada, com a finalidade de relacionar as informações do ambiente externo com o interno, no que se refere ao escritório de arquitetura. Destaca-se, que o estudo foi focado nas ações necessárias para minimizar as fraquezas e ameaças e maximizar as forças e oportunidades desses dois ambientes. A figura 2 representa o resultado da Matriz SWOT Cruzada, segundo Barros, Hora e Neto (2020):

Figura 2: Matriz SWOT cruzada.

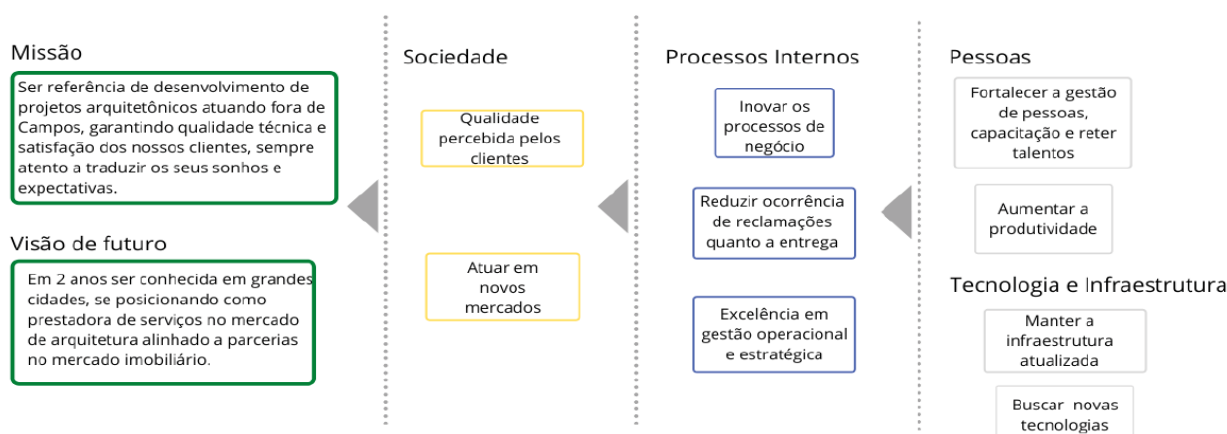
SWOT CRUZADA	AMEAÇAS	OPORTUNIDADES
<b>FORÇAS</b>	Realizar publicações em redes sociais frequentemente (O4; F8); Utilizar o knowhow e networking para auxiliar a prestação de serviço no ramo da construção civil (O1; O3; F3; F5); Aumentar parcerias que promovam comissionamentos por meio de indicações de compra (O2; F5); Participar de eventos e mostras grandes da arquitetura, como CasaCor (O2; F4; F7; F8);	Melhorar o serviço de capacitação de clientes que mantenham a empresa gerando lucro apesar de oscilações na economia (A1; F4; F6; F7; F8; F9); Mostrar o diferencial do produto por meio de redes sociais, demonstrando a importância dos detalhamentos de projeto (A4; F2; F3); Clientes com alto poder aquisitivo sem sofrer impacto nos custos e taxas (A3; F7); Melhorar o entorno do escritório como alcance de marketing (A4; F12);
<b>FRAQUEZAS</b>	Desenhar os processos internos para que seja possível agregar o ramo da construção civil (O1; O3; FR1; FR2); Gerar manual de trabalho (O5; FR2); Informatizar por meio de um ERP (O5; FR8);	Verificar possibilidade de implementar novos programas mais completos e modernos na produção (A3; FR3; FR4); Realizar treinamentos e investir em cursos (A3; FR5; FR6; FR7); Buscar uma rede de subcontratação de acordo com a demanda que mantenha a capacidade de entregas (A2; FR4; FR6; FR7);

Fonte: Barros, Hora e Neto (2020).

A partir da matriz foi indicado que se adote a abordagem de agressividade e diferenciação nas ações de marketing e venda, visto seu potencial para demonstrar o forte da organização. Enquanto, no setor de sistema de gestão e estrutura organizacional agir em busca de recuperação e sobrevivência, visto suas debilidades que podem atrapalhar o alcance da vantagem competitiva (BARROS; HORA; NETO, 2020).

Assim, a partir do estudo desenvolvido pelos autores, foi estruturado o Mapa e objetivos estratégicos, “[...] que integra os diferentes objetivos estratégicos e como interagem entre si na perspectiva da Sociedade, dos Processos Internos, das Pessoas e da Tecnologia e Infraestrutura [...]” (figura 3) (BARROS; HORA; NETO, 2020).

Figura 3: Mapa e objetivos estratégicos.



Fonte: Barros, Hora e Neto (2020).

A pesquisa realizada proporcionou a obtenção de conhecimento sobre os conceitos de processos da gestão estratégica que norteiam um escritório de arquitetura. O objetivo deste estudo foi utilizar a matriz SWOT Cruzada como ferramenta para elaboração de um planejamento estratégico de um escritório de arquitetura, levantando as principais debilidades que podem enfrentar e como potencializar a inserção da empresa no mercado em que atua. Além disso, foi elaborado um mapa estratégico



com os objetivos nas perspectivas da sociedade, dos processos internos, das pessoas e da tecnologia e infraestrutura. Com o resultado do mapa, elaboraram-se indicadores e metas para que seja possível analisar e acompanhar o alcance dos objetivos levantados (BARROS; HORA; NETO, 2020).

## 2.2. Exemplo 2: Análise SWOT para o planejamento urbano do Bairro Fundinho

O exemplo 2 consiste em uma pesquisa desenvolvida por Justino (2016), sobre o Bairro Fundinho, localizado em Uberlândia - MG. Durante este estudo foi realizada uma análise sobre os planos urbanísticos e os Planos Diretores de Uberlândia, até o ano de 2006, com a finalidade de verificar as diretrizes apontadas para Fundinho. Nota-se a existência de propostas de Requalificação da Área Central e Fundinho no Plano Diretor de 2006. Contudo, verificou-se que foram realizadas poucas ações de melhorias no Bairro destacado.

Desta forma, utilizou elementos da metodologia do Planejamento Estratégico, a matriz FOFA, para o desenvolvimento da pesquisa que busca propor um cenário desejado para Fundinho. Esta matriz foi utilizada para estruturar a proposição de dois cenários para Fundinho, o inercial e o desejado, com a finalidade de alcançar um modelo que atenda às necessidades da comunidade local e de todos os agentes envolvidos diretamente no Bairro (JUSTINO, 2016).

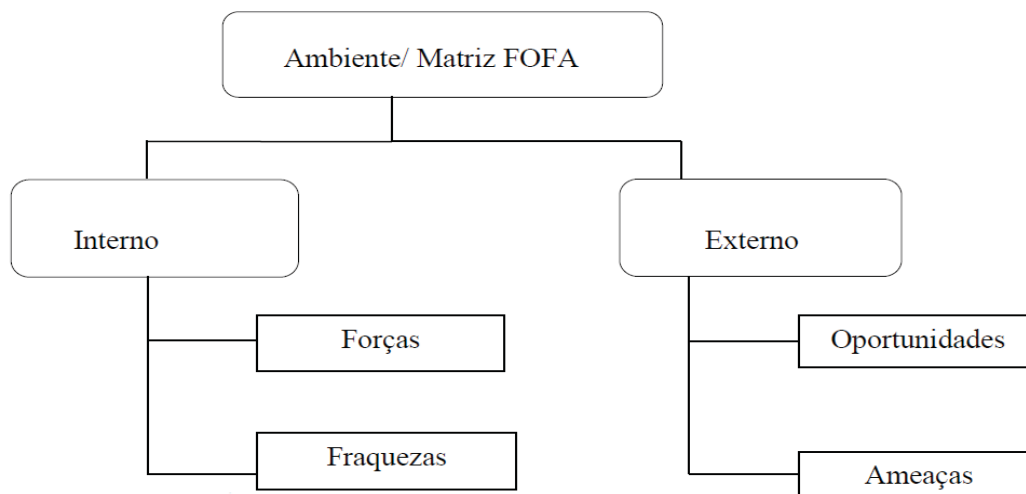
Para o desenvolvimento da Matriz SWOT, Justino (2016) elencou cinco elementos que constituem a morfologia urbana: (espaços livres, mobiliário urbano, edifício, mobilidade urbana e traçado), explorados segundo a descrição dos conceitos de Del Rio (1990) e Lamas (2004).

Tendo em vista estes elementos morfológicos foram identificados, a partir de entrevistas realizadas com os atores sociais que atuam diretamente na (re) produção do espaço urbano do Fundinho, os fatores internos (pontos fortes e fracos) e os fatores externos (oportunidades e ameaças), como pode ser observado no Organograma 2 (JUSTINO, 2016).

Segundo Lopes (2008, p. 144):

A visão da cidade obtida a partir de estudos, conclusões e indicações alcançados até nesse momento, possibilita ao Grupo Executivo realizar o principal instrumento do diagnóstico que é a matriz FOFA (figura 4). As características da cidade abrangidas deverão ser estudadas em termos de pontos fortes e fracos, e as forças que atuam sobre a cidade em termos de potenciais e ameaças. A sua maior vantagem é permitir definir que tipo de ação deverá ser realizado em cada setor e o grau de prioridade dos temas no espaço e no tempo. Essa matriz deverá constituir o instrumento básico para a montagem dos cenários, e a definição do objetivo central, assim como no início da identificação de objetivos e ações estratégicas (LOPES, p. 144, 2008).

Figura 4: Ambiente da análise SWOT.



Fonte: Org: JUSTINO, A. S. (2015).

A Matriz FOFA desenvolvida por Justino (2016), foi dividida em três quadros relativos ao Bairro Fundinho: pontos fortes e oportunidades estão representados do quadro 1, pontos fracos e ameaças estão representados do quadro 2 e o quadro geral, que considera os cruzamentos dos fatores internos e externos, está representado no quadro 3. Destaca-se que todas as informações inseridas na matriz foram retiradas das entrevistas realizadas com os atores sociais que atuam no Fundinho (JUSTINO, 2016).

Quadro 1: Uberlândia (MG): pontos fortes e oportunidades do Bairro Fundinho (2016).

	Pontos Fortes	Oportunidades
Espaços Livres	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Quantidade e continuidade espacial entre as praças, permitindo a criação do corredor cultural;</li> <li>✓ Equidistância das praças, o que estimula o deslocamento dos pedestres;</li> <li>✓ As praças estão sendo bem cuidadas em termos de limpeza e paisagismo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisão do Plano Diretor;</li> <li>✓ Adoção das praças (preservação) por parte de empresas;</li> <li>✓ Praças com um bom espaço para tornar um ponto de atração, comunhão, interação com criatividade e resgate à cultura de rua.</li> </ul>
Mobiliário Urbano	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Existência de áreas para colocação de mobiliário urbano;</li> <li>✓ Existência de bancos que propiciam uso para o espaço;</li> <li>✓ Existência de pontos de ônibus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Todo mobiliário urbano se encontram desgastados com a necessidade de intervenções gerais;</li> <li>✓ Novas propostas para o desenho urbano adequado para o bairro, com abertura de concursos para adequar o mobiliário;</li> <li>✓ Programas externos de financiamento e renovação urbana e o surgimento de novas tecnologias e materiais.</li> </ul>
Edifícios	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Edifícios pouco concentrado no espaço permitindo intervenções em conjunto;</li> <li>✓ A maioria dos bens tombados está inserida no Fundinho e com equipamentos públicos localizados nesses. Suas edificações de interesse histórico e arquitetônico estão preservados;</li> <li>✓ Alguns edifícios (prédios) multifamiliares marcantes na paisagem, permitindo dois modelos de ocupação (horizontal e vertical).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisão do Plano Diretor e Lei de Uso e Ocupação do Solo;</li> <li>✓ Incentivos ao conjunto populacional mais simples para a preservação dessas residências;</li> <li>✓ Incentivo à cultura nos finais de semana;</li> <li>✓ Campanhas de publicidade que fixem a Figura da cidade tradicional e a importância do bairro como identidade.</li> </ul>
Mobilidade Urbana	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Escala humana, prazer em andar, possibilidade de ver detalhes e algumas ruas são tranquilas;</li> <li>✓ Áreas de fácil identificação e acesso, que não possuem muitos declives;</li> <li>✓ Malha urbana em xadrez.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Política Nacional de Mobilidade Urbana e Lei de Mobilidade n.º 12.587;</li> <li>✓ Projeto de Requalificação Urbana da Área Central e Fundinho;</li> <li>✓ Aumento de interesse em transportes “alternativos”.</li> </ul>
Traçado: sistema viário	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sistema estruturado como tronco-alimentador;</li> <li>✓ As calçadas e vias do Fundinho são estreitas e conservam o traçado da época;</li> <li>✓ Escala humana, propiciando uma personalidade e uma identidade local;</li> <li>✓ Original e um pouco orgânico (ruas que acompanham o relevo);</li> <li>✓ Localização como ponto de passagem e movimento no bairro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Novos corredores de ônibus;</li> <li>✓ Novas tecnologias de transportes não poluentes: sonora e ar;</li> <li>✓ Mudança de hábitos da população;</li> <li>✓ Projeto de Requalificação da Área Central e Fundinho;</li> <li>✓ Incentivo para a não entrada de veículos e incentivo aos pedestres.</li> </ul>

Fonte: Pesquisa direta (2015). Org: JUSTINO, A. S. (2015).

Quadro 2: Uberlândia (MG): pontos fracos e ameaças do Bairro Fundinho (2016).

	Pontos Fracos	Ameaças
<b>Espaços Livres</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Não estão urbanizados de forma a estimular o seu uso pela população. O entorno desses espaços está deteriorado e, em alguns horários, as praças são utilizadas como ponto de uso e venda de drogas;</li> <li>✓ Pouca divulgação e estímulo das praças pela cultura, turismo e lazer, ou seja, o significado das praças está invertido;</li> <li>✓ Baixa qualidade do mobiliário urbano, como o replantio de árvores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ausência de recursos financeiros para implantação de projetos e falta de incentivo cultural;</li> <li>✓ Programas “Minha casa, Minha vida” sem estruturas de casas para lazer e turismo deslocando pessoas para o centro;</li> <li>✓ Esvaziamento e desinteresse da população gerando problemas, como falta de segurança.</li> </ul>
<b>Mobiliário Urbano</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ausência de gestão unificada dos diferentes mobiliários;</li> <li>✓ Ausência de padronização, com desenho do mobiliário inexpressivo que não remete à identidade local;</li> <li>✓ Mobiliário obsoleto, mal conservado ou quebrado, iluminação pública e lixeiras ineficientes.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Recursos escassos favorecendo a parceria público-privada, que não possui o compromisso com o todo e setoriza as melhorias;</li> <li>✓ Desinteresse do poder público para novos investimentos e acomodação;</li> <li>✓ Ausência de corresponsabilidade da sociedade e aumento do vandalismo.</li> </ul>
<b>Edifícios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Poucos tombamentos e divulgação na mídia voltados para a identificação dos espaços culturais;</li> <li>✓ Vários imóveis passam por demolições, pichações e descaracterizações;</li> <li>✓ Verticalização no entorno e arredores, com a perda de edifícios históricos;</li> <li>✓ Não preservação do conjunto convencional das casas e novas construções sem interesse arquitetônico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Poucos recursos para manutenção e incentivos fiscais;</li> <li>✓ Dinâmica comercial e crise política e econômica;</li> <li>✓ Desinteresse da população em morar nas áreas centrais, gerando uma falta de investimentos na preservação e conservação das residências particulares e ausência de apego/importância cultural;</li> <li>✓ Inexistência de incentivos à preservação de imóveis tombados e significativa presença de demolições e especulação imobiliária.</li> </ul>
<b>Mobilidade Urbana</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Calçadas pequenas devido ao seu processo histórico;</li> <li>✓ Não atende à capacidade atual, visto que as calçadas não são acessíveis;</li> <li>✓ Ausência de padronização, pois não há um desenho universal das calçadas;</li> <li>✓ Inexistência de tratamento das calçadas;</li> <li>✓ Quase ausência de acessibilidade para pedestres e pessoas com necessidades especiais;</li> <li>✓ Ausência do pavimento original.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Legislação que coloca o proprietário dos imóveis como dono das calçadas e não existe uma fiscalização efetiva;</li> <li>✓ O abalo nas construções históricas podendo acarretar em perdas significativas das construções;</li> <li>✓ Descaracterização da escala humana por conta dos ônibus;</li> <li>✓ Ausência de interesse do poder público e planejamento contínuo;</li> <li>✓ Alta velocidade dos veículos.</li> </ul>
<b>Traçado: sistema viário</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Poucas opções de capacidade viária para acessar a área central;</li> <li>✓ As vias não comportam o fluxo de veículos nos dias atuais;</li> <li>✓ Devido às reduzidas dimensões das vias, é difícil arborizá-las;</li> <li>✓ Baixa qualidade do pavimento;</li> <li>✓ Trânsito de grandes veículos;</li> <li>✓ Sinalização ineficiente das vias e prédios históricos;</li> <li>✓ Ônibus na rua XV de Novembro, gerando um corredor estrutural de ônibus.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ausência de uma gestão unificada para a área central;</li> <li>✓ Valorização dos veículos privados em detrimento do pedestre;</li> <li>✓ Ausência de políticas públicas em relação ao transporte coletivo;</li> <li>✓ Aumento da quantidade de veículos e dos acidentes de trânsito;</li> <li>✓ Falta de recursos financeiros para a adequação do trânsito às características do bairro;</li> <li>✓ O poder político da CDL e ACIUB.</li> </ul>

Fonte: Pesquisa direta (2015). Org: JUSTINO, A. S. (2015).

Quadro 3: Uberlândia (MG): síntese matriz “FOFA”, Bairro Fundinho (2016).

		Pontos Fortes	Pontos Fracos
Espaços Livres	Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Possibilitar que a revisão do Plano Diretor de 2006 crie diretrizes específicas, melhorando os espaços livres, como por exemplo: criando um corredor cultural entre as praças e os edifícios culturais e que esses sejam atrativos para a população, com atividades voltadas para a cultura e a presença de artistas locais;</li> <li>✓ Estimular o deslocamento do pedestre no bairro justificado pela pouca distância entre os espaços de interesse cultural, criando atividades interligadas entre praças e museus do Fundinho, com parcerias entre o poder público local e instituições privadas;</li> <li>✓ Incentivar o uso e ocupação das praças pela população, visto que essas estão sendo bem cuidadas no que se refere à limpeza e paisagismo, propiciando atividades como caminhadas ao ar livre, ginásticas, dentre outras.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Urbanizar as praças e seu entorno, possibilitando a ocupação desses espaços pelos moradores do Fundinho e bairros próximos, uma vez que uma praça ocupada soluciona o problema da violência e segurança e proporciona um convívio harmonioso nesses espaços;</li> <li>✓ Buscar uma parceria entre os setores público e privado para a implantação de projetos unificados para as praças sejam tratadas e preservadas com equipamentos acessíveis a toda população, com projetos voltados para uma arborização das praças, propiciando conforto térmico para seus usuários;</li> <li>✓ Investir na divulgação na mídia como jornais, redes sociais e telejornais locais acerca da importância da ocupação dos espaços livres do Fundinho e de suas atividades, como feiras livres e gastronômicas, atividades musicais, exposições culturais e artísticas, dentre outras.</li> </ul>
	Ameaças	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proporcionar atividades culturais alternativas que incentivem a população a frequentar as praças e os museus do Fundinho, que possuem boa infraestrutura. Investimento de recursos por parte do poder público, que precisa perceber que é viável propiciar à população espaços de lazer e ocupação do bairro, para que essa tenha qualidade de vida;</li> <li>✓ Tornar acessível e criar atividades culturais em todos os espaços culturais do Fundinho, justificado pelo fato de o bairro ser o núcleo inicial de Uberlândia. Possibilitar que toda a população da cidade conheça sua história e adquira um sentimento de identidade local, fator esse aliado à facilidade nos deslocamentos entre os espaços livres no bairro;</li> <li>✓ Criar na população um ideário de incentivo e ocupação dos espaços livres, mostrando que esses estão sendo bem cuidados em relação à limpeza e ao paisagismo e que, com a sua ocupação, se tornarão mais seguros.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Reforçar o policiamento nas praças, sobretudo no período noturno e implantar um sistema de videomonitoramento, buscando uma parceria junto aos comerciantes do Fundinho. Buscar recursos em outras esferas administrativas (estadual e federal) para incentivar atividades culturais no bairro, bem como uma parceria com a Universidade Federal de Uberlândia;</li> <li>✓ Desenvolver atividades culturais nos espaços livres do Fundinho, em horários alternativos e nos finais de semana, para que a população de Uberlândia possa fazer parte e conhecer a história local;</li> <li>✓ Requalificar toda a infraestrutura física existente nas praças e espaços livres do Fundinho.</li> </ul>

Continuação...

Mobiliário Urbano	Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implantar novo mobiliário urbano em todas as praças do Fundinho, bem como nos espaços livres do bairro, dada a existência de áreas disponíveis;</li> <li>✓ Elaborar concursos para o desenvolvimento de projetos voltados para a padronização dos pontos de ônibus, táxis, bancas de jornais e bancos das praças, propiciando um conforto para seus usuários;</li> <li>✓ Utilizar novas técnicas construtivas e alternativas para a criação de um desenho universal para o mobiliário urbano existente no Fundinho;</li> <li>✓ Promover concursos nas escolas de Uberlândia para o desenvolvimento de um símbolo que identifique o bairro Fundinho e Uberlândia no cenário regional e nacional.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover a substituição de todo o mobiliário urbano existente no Fundinho por equipamentos e elementos morfológicos que sejam unificados em um único gerenciamento/administração;</li> <li>✓ Inserir mobiliário urbano que identifique o bairro Fundinho como sendo o núcleo original de Uberlândia;</li> <li>✓ Estabelecer estudos de viabilidade para a implantação de iluminação subterrânea nas ruas e nas praças e de implantação de coleta seletiva por meio de parcerias com os coletores.</li> </ul>
	Ameaças	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estabelecer uma parceria entre o poder público e instituições privadas, de modo a unificar e implantar uma nova infraestrutura em todos os mobiliários urbanos de forma padronizada, além de propiciar uma manutenção diária nos novos elementos;</li> <li>✓ Promover usos mais efetivos do mobiliário urbano no Fundinho, de forma a possibilitar que o poder público local se sinta responsabilizado pela manutenção diária do bairro;</li> <li>✓ Readequar os pontos de ônibus existentes no bairro proporcionado aos usuários conforto térmico, bem como uma maior fiscalização para que não haja atos de vandalismo contra os novos elementos implantados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gerir um sistema de administração (implantação e manutenção) do mobiliário urbano no Fundinho de modo unificado, tanto pelo poder público quanto privado;</li> <li>✓ Buscar apoio junto aos moradores, comerciantes e Universidade Federal de Uberlândia para criar um mobiliário urbano que seja compatível com a escala humana do Fundinho;</li> <li>✓ Promover atividades culturais que conscientizem a população de que os elementos do mobiliário urbano precisam ser preservados para que todos os cidadãos possam usufruir desse para o lazer e a segurança e, conseqüentemente, para o aumento da qualidade de vida.</li> </ul>
Edifícios	Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estabelecimento de diretrizes, ações e legislação mais específicas em relação ao Novo Plano Diretor e Lei de Uso e Ocupação do Solo, de forma a possibilitar que sejam voltados para a promoção da preservação dos edifícios culturais;</li> <li>✓ Promover usos dos edifícios históricos culturais nos finais de semana, com atividades voltadas para a valorização da identidade local de Uberlândia, como também a ocupação dos prédios tombados por instituições públicas;</li> <li>✓ Atualização do Inventário do Bairro Fundinho produzido pela Universidade Federal de Uberlândia, buscando identificar conjunto de casas mais simples para que sua preservação seja consolidada;</li> <li>✓ Incentivar o uso do solo residencial no bairro, ou seja, o retorno de moradias horizontais, promovendo uma imagem positiva para o Fundinho, proporcionando uma ocupação e maior fluxo de pessoas no período noturno e nos finais de semana.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Revisar o Plano Diretor de 2006, bem como a Lei de Uso e Ocupação do Solo, criando leis que garantam o tombamento de casas que possuem valor histórico e arquitetônico, bem como legislação que não permita a demolição do patrimônio cultural;</li> <li>✓ Elaborar projetos voltados para a sinalização dos edifícios culturais, com nome, data e breve histórico;</li> <li>✓ Incentivar a preservação de edifícios históricos e conjunto de casas mais simples localizadas na parte baixa do bairro, promovendo isenções e ajudas financeiras para a preservação do patrimônio cultural;</li> <li>✓ Promover atividades culturais/ artísticas nos edifícios culturais, como o Museu Municipal (MUNA), Oficina Cultural e Casa da Cultura nos finais de semana e em horários acessíveis a toda população. Estabelecer parcerias com as escolas de toda a cidade promovendo visitas temáticas nesses espaços.</li> </ul>

Continuação...

<b>Mobilidade Urbana</b>	<b>Ameaças</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Incentivar intervenções nos edifícios culturais de modo integrado e durante um mesmo período, buscando sempre a participação da comunidade no processo de intervenções;</li> <li>✓ Aproveitar os edifícios históricos tombados, bem como aqueles que ainda resistem ao tempo e programar atividades culturais que valorizem a cultura e os artistas locais. Desenvolver incentivos fiscais para aqueles moradores e comerciantes que preservem os edifícios e suas fachadas, por exemplo a isenção do IPTU, dentre outros;</li> <li>✓ Reforçar o policiamento no bairro, proporcionando à população condições de segurança. Melhorar as condições de mobilidade urbana e atividades culturais, de modo a incentivar a retomada de moradores para o Fundinho;</li> <li>✓ Atualizar o Inventário desenvolvido pela Universidade Federal de Uberlândia no ano de 2004, buscando auxiliar na preservação de edifícios que ainda carregam em suas estruturas a lembrança da origem do núcleo inicial da cidade;</li> <li>✓ Incentivar a não demolição de edifícios que carregam elementos arquitetônicos e culturais para o Fundinho, criando uma legislação de Uso e Ocupação do Solo mais específica e uma maior fiscalização nesses espaços.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Maior divulgação dos edifícios e suas atividades culturais na mídia, seja a partir de jornais, internet e telejornais locais e até mesmo a fixação de um quadro de atividades nas fachadas dos edifícios;</li> <li>✓ Incentivos para que os proprietários de edifícios no Fundinho não promovam a demolição das construções que remetem à história de Uberlândia e que os comerciantes preservem as fachadas e o alinhamento dos edifícios, valorizando a ambiência cultural do bairro;</li> <li>✓ Manter a diretriz do Plano Diretor que proíbe a verticalização no bairro e mudar o ideário da população, mostrando que a moradia em áreas centrais e em núcleos históricos possui vantagens, como a proximidade com o comércio e os serviços;</li> <li>✓ Fomentar o turismo beneficiando-se da riqueza e diversidade histórica e arquitetônica do patrimônio com atividades culturais que sejam atrativas, buscando também uma maior participação de escolas nesses edifícios culturais;</li> <li>✓ Permitir fácil acesso à Biblioteca Municipal localizada no bairro e outras atividades (leitura, música, vídeo) que permitam ocupar melhor os tempos livres da população em geral e enriquecer os seus conhecimentos.</li> </ul>
	<b>Oportunidades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estimular a circulação de pedestres nas calçadas do Fundinho, buscando um caminhar seguro e confortável para seus transeuntes;</li> <li>✓ Implantar o Projeto de Requalificação da Área Central e Fundinho, de modo a proporcionar à população áreas com maior acessibilidade e melhor sinalização das vias e dos edifícios culturais;</li> <li>✓ Gerir um sistema de fiscalização efetiva das calçadas por parte da Prefeitura Municipal de Uberlândia, tendo como referência a Política Nacional de Mobilidade Urbana e a Lei de Mobilidade nº 12.587.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Tornar todas as calçadas do bairro Fundinho acessíveis, tendo como legislação base a Política Nacional de Mobilidade Urbana, mantendo seu traçado original;</li> <li>✓ Valorizar a continuidade e acessibilidade das calçadas, implantando o Projeto de Requalificação da Área Central e Fundinho, além de viabilizar novos estudos mais atualizados com projetos voltados para novas tecnologias;</li> <li>✓ Proporcionar um tratamento unificado das calçadas, de modo a incentivar uma cultura na população local e do entorno da utilização de meios de locomoção alternativos, como a caminhada e bicicletas.</li> </ul>
	<b>Ameaças</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover campanhas que conscientizem a população local do Fundinho que as calçadas são de usufruto público e não uma extensão de suas residências. Essas devem promover acessibilidade segura e conforto nos deslocamentos;</li> <li>✓ Retirada de alguns jardins e mobiliários urbanos inexpressivos nas entradas dos comércios e residências;</li> <li>✓ Implantação de espaços para descanso dos pedestres em áreas de estacionamento. Promover uma cultura em que a escala humana é preferência.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implantação de projetos que coloquem as calçadas no mesmo nível das vias de rolamento, de modo a proporcionar maior capacidade de fluxo para os pedestres e torná-las acessíveis;</li> <li>✓ Implantação de um planejamento urbano enquanto processo contínuo de gestões administrativas, de modo a revisar todas as diretrizes implantadas pelos planos diretores e projetos elaborados;</li> <li>✓ Valorizar o pedestre, incentivando espaços que sejam confortáveis e seguros para seu deslocamento, viabilizando que, no decorrer de seu deslocamento, a escala humana possa ser valorizada.</li> </ul>

Continuação...

Traçado: sistema viário	Oportunidades	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implantação de novos corredores de ônibus, proporcionando novas rotas para os ônibus que circulam nas Ruas XV de Novembro e Teixeira Santana;</li> <li>✓ Preservar o traçado original do bairro Fundinho, promovendo campanhas voltadas para o uso de modais alternativos;</li> <li>✓ Implantação do Projeto VLT, retirando os ônibus que circulam nas vias do bairro e requalificando as calçadas, bem como o sistema viário;</li> <li>✓ Fomentar projetos viários que priorizem o pedestre, diminuindo a velocidade dos veículos nas vias do Fundinho.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Estabelecer estudos e projetos atualizados criando novas opções viárias de acesso à área central, descongestionando a Rua XV de Novembro;</li> <li>✓ Implantação de ações que priorizem o pedestre com a requalificação das calçadas e a implantação de ciclovias e bicicletários/paraciclos;</li> <li>✓ Readequação do pavimento das vias de rolamento do bairro Fundinho, com melhor qualidade e, se possível, original;</li> <li>✓ Implantar nova sinalização viária nas ruas do bairro, tanto horizontal quanto vertical.</li> </ul>
	Ameaças	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Promover uma gestão unificada para a Área Central e Fundinho, de modo que todas as secretarias desenvolvam um planejamento em conjunto, com ações que comportem a mesma escala humana;</li> <li>✓ Mobilizar a sociedade a campanhas que desestimulem o uso de veículos motorizados, implementando elementos que propiciem o prazer no deslocamento “a pé”;</li> <li>✓ Desenvolver rotas alternativas do transporte coletivo público que contorne o perímetro do Fundinho, como também proporcionar aos usuários boas condições de deslocamento;</li> <li>✓ Desenvolver campanhas voltadas para a educação no trânsito para os vários modais, tanto na Área Central quanto no Fundinho, de modo a reduzir os acidentes de trânsito.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Hierarquizar a rede viária em função do tipo de uso;</li> <li>✓ Estabelecer ações voltadas para uma melhor articulação entre os vários sistemas de transporte (público e privado), bem como nos deslocamentos (motorizado e não motorizado);</li> <li>✓ Promover estudos de viabilidade para a implantação de estacionamentos subterrâneos, tanto na Área Central quanto no Fundinho;</li> <li>✓ Elaborar propostas que priorizem uma cidade e, por consequência, um bairro compacto, priorizando ações voltadas para o pedestre, bem como um planejamento urbano sustentável.</li> </ul>

Fonte: Pesquisa direta (2015). Org: JUSTINO, A. S. (2015).

Assim, foi possível observar que a síntese final da matriz FOFA desenvolvida, para o Bairro Fundinho – MG, teve por objetivo elaborar ações e soluções que fossem compatíveis com o conceito de um bairro compacto, sustentável e acessível a toda Uberlândia. Deste modo, nota-se que tais proposições buscam oferecer à população espaços e paisagens urbanas confortáveis e seguros, valorizando a história e à origem da cidade (JUSTINO, 2016).

### 3 CONCLUSÃO

Diante dos exemplos apontados é possível verificar a aplicabilidade e a eficiência da matriz SWOT, para o planejamento estratégico de projetos arquitetônicos e urbanísticos. Nota-se que a matriz FOFA pode ser empregada para alcançar diferentes objetivos no campo de atuação proposto pelo presente estudo.

Como apontado no exemplo 1, a matriz SWOT pode ser utilizada como instrumento para reestruturar um escritório de arquitetura. Também é possível utilizar a análise FOFA, durante o desenvolvimento de um projeto de planejamento de um Bairro (exemplo 2), com a finalidade de identificar as características do local e as necessidades de seus usuários.

Nota-se que a matriz FOFA permite estruturar o processo de projeto, de uma



arquitetura específica ou de uma urbe, tornando seu desenvolvimento condizente com o contexto urbano e social existente e com as necessidades do público alvo. A utilização da matriz SWOT possibilita a realização de uma coleta de dados detalhada, que torna a tomada de decisão mais precisa. Destaca-se, que a matriz mencionada possibilita o gerenciamento de um processo de projeto participativo, valorizando as opiniões e observações dos atores que compõem o contexto estudado.

## REFERÊNCIAS

- BARROS, Juliana Manhães; HORA, Henrique Rego Monteiro da; NETO, Romeu e Silva. PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO NO RAMO DA ARQUITETURA: UM ESTUDO DE CASO COM APLICAÇÃO DA MATRIZ SWOT. Anais do XXIII ENMC – Encontro Nacional de Modelagem Computacional e XI ECTM – Encontro de Ciências e Tecnologia de Materiais. Palmas, TO – 28 a 30 Outubro 2020. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/347948861\\_PLANEJAMENTO\\_ESTRATEGICO\\_NO\\_RAMO\\_DA\\_ARQUITETURA\\_UM\\_ESTUDO\\_DE\\_CASO\\_COM\\_APLICACAO\\_DA\\_MATRIZ\\_SWOT/citations](https://www.researchgate.net/publication/347948861_PLANEJAMENTO_ESTRATEGICO_NO_RAMO_DA_ARQUITETURA_UM_ESTUDO_DE_CASO_COM_APLICACAO_DA_MATRIZ_SWOT/citations)>. Acesso em: 28.11.2021.
- DEL RIO, V. Introdução ao Desenho Urbano no Processo de Planejamento. São Paulo: PINI, 1990.
- HUMPHREY, Albert S.; SCHWAAR, Robert (editors). SWOT Analysis for Management Consulting. SRI Alumni Newsletter (SRI International). California: SRI Alumni Association. December, 2005. 16p. Disponível em: <<https://www.sri.com/sites/default/files/brochures/dec-05.pdf>>. Acesso em: abril 2016.
- JUSTINO, Alessiane Silva. A produção do espaço urbano e os planos diretores de Uberlândia (MG): um estudo do bairro Fundinho na ótica do planejamento estratégico. 2016. 276 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. DOI <http://doi.org/10.14393/ufu.di.2016.449>
- LAMAS, J. M. R.G. Morfologia Urbana e Desenho da Cidade. 3. ed. Porto: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.
- NAKAGAWA, Marcelo. Ferramenta: Análise SWOT (Clássico). Estratégia e Gestão. Movimento Empresa, 2012. Disponível em: <[https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/ME\\_Analise-Swot.PDF](https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/ME_Analise-Swot.PDF)> Acesso em: 02.11.2021.
- SILVA, Juçara Nunes da. Entre Gaudí e Gehry: reflexões sobre a estruturação de diretrizes didáticas nas áreas de representação e projeto de arquitetura / Juçara Nunes da Silva; Adriane Borda Almeida da Silva, orientadora. — Pelotas, 2017. Disponível em: [http://www.repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/5245/1/Jucara%20Nunes%20da%20Silva\\_DISSERTACAO.pdf](http://www.repositorio.ufpel.edu.br/bitstream/prefix/5245/1/Jucara%20Nunes%20da%20Silva_DISSERTACAO.pdf). Acesso em: 28.11.2021.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura (PROARQ) pela capacitação acadêmica. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo auxílio financeiro por meio programa Bolsa nota 10 e ao grupo de pesquisa Energia, Espaço e Sociedade (EES).



## 02. Resistência, desempenho, problema e recuperação estrutural

# INDICADORES DE AVALIAÇÃO DA SUSTENTABILIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL

## SUSTAINABILITY ASSESSMENT INDICATORS IN CIVIL CONSTRUCTION

Data de aceite: 02/09/2022 | Data de submissão: 25/08/2022

**MARQUES, Cristian Teixeira**, Mestre

ATITUS Educação, Porto Alegre, Brasil, E-mail: [cristian.marques@hotmail.com](mailto:cristian.marques@hotmail.com).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2606-9714>.

### RESUMO:

Diante das novas perspectivas trazidas pelo conceito de desenvolvimento sustentável, criou-se a necessidade de reestruturação das empresas e adequação a essa nova percepção. Na construção civil (CC), o desafio da sustentabilidade, assumiu há alguns anos, um papel de destaque na agenda brasileira. A partir disto e do embasamento trazido por diferentes autores, o objetivo deste artigo foi desenvolver uma metodologia que considerasse os múltiplos indicadores existentes para diagnosticar as empresas do setor da CC com relação à implementação de práticas sustentáveis. Para isso foi construída uma matriz com mais de 150 indicadores e 38 autores, que desenvolveram seus estudos acerca desta problemática, e poderão servir como benchmarking positivo às organizações que desejem construir seus próprios indicadores de desempenho.

### PALAVRAS-CHAVE:

Sustentabilidade na construção civil. Desempenho sustentável. Sustentabilidade empresarial.

### ABSTRACT:

*In view of the new perspectives brought about by the concept of sustainable development, the need was created for the restructuring of companies and adaptation to this new perception. In the civil construction (CC), the challenge of sustainability, assumed a few years ago, a prominent role in the Brazilian agenda. Based on this and the background of different authors, the objective of this article was to develop a methodology that considers the multiple existing indicators to diagnose companies in the CC sector in relation to the implementation of sustainable practices. For this purpose, a matrix with more than 150 indicators and 38 authors was created, which developed their studies about this problem, and could serve as a positive benchmarking for organizations that wish to build their own performance indicators.*

### KEYWORDS:

*Sustainability in construction. sustainable performance. Corporate sustainability.*

## 1 INTRODUÇÃO

Diante das novas perspectivas trazidas pela aplicação do conceito de desenvolvimento sustentável na sociedade como um todo, dentro das empresas especificamente, criou-se a necessidade de reestruturação para adequação a essa nova percepção (BEKMEZCI, 2015). As pressões sociais e restrições impostas fazem com que cada vez mais as organizações sejam forçadas a buscar formas de reduzir seu impacto ambiental e a melhorar sua imagem frente à sua responsabilidade social. Nesse sentido, muito tem sido feito para a sustentabilidade do setor produtivo (CORAL, 2002). Na indústria da construção civil, o desafio da sustentabilidade assumiu, há alguns anos, um papel de destaque na agenda brasileira. De acordo com o Guia CBIC de Construção Sustentável (2014), o setor está cada vez mais consciente sobre a relevância do seu papel no contexto da mitigação e adaptação dos efeitos das mudanças climáticas e da necessidade de melhoria das condições de vida no planeta.

Para Agopyan e John (2011), particularmente na Construção Civil, as políticas de desenvolvimento sustentável, responsabilidade social empresarial, análise de ciclo de vida, mudanças climáticas, entre outros, têm implicações práticas em toda e qualquer atividade, acarretando a revisão dos procedimentos que resultam em elevado consumo de materiais e geração de resíduos, na geração de gases de efeito estufa e no consumo de água e energia.

De maneira resumida, o impacto ambiental da construção civil depende de uma enorme cadeia produtiva, a qual vai desde a extração de matérias-primas, até o final da vida útil do empreendimento, passando pelas etapas de produção e transporte de materiais e equipamentos, pela concepção e elaboração de projetos, pela execução (construção), além das práticas de uso e manutenção, e, ao final da vida útil, a demolição, sempre com a destinação de resíduos gerados ao longo da vida útil (AGOPYAN; JOHN, 2011). A pressão crescente em direção às práticas de controle dos processos de gestão sustentável é acompanhada de grande quantidade de referências para apoiarem as empresas a melhorarem seus desempenhos (SEIFFERT, 2011).

De acordo com CBIC (2012), quando se fala de sustentabilidade na construção constata-se que não basta ter foco apenas nas construtoras, uma vez que os impactos do setor começam antes mesmo da produção de qualquer material e se estendem até o fim da vida útil do empreendimento. Desta forma, mensurar os impactos ocasionados pelas inúmeras atividades relacionadas ao setor, por meio de indicadores e metas, pode ser a melhor opção para as empresas construtoras melhorarem os seus desempenhos, independente do segmento de produção a que se dedicam.

Mediante estas considerações, e o embasamento trazido por diferentes autores com relação a construção sustentável, o objetivo deste artigo foi desenvolver uma metodologia que levasse em consideração os múltiplos indicadores existentes para diagnosticar as empresas do setor da construção civil com relação à implementação de práticas sustentáveis. Para isso foi construída uma matriz com mais de 150 indicadores e 38 autores, os quais desenvolveram seus estudos acerca desta problemática, e assim servir como benchmarking positivo às organizações e gestores que desejem construir os seus próprios indicadores de desempenho.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Sustentabilidade na Construção Civil

De acordo com International Organization for Standardization – ISO 15.392:2008 (2008), as construções absorvem recursos e contribuem para a transformação de áreas, tendo consequências econômicas e impactos no meio ambiente e na saúde humana, ao longo do seu ciclo de vida. Destaca-se que todas as atividades humanas dependem de um ambiente construído. Para Agopyan e John (2011), o tamanho do ambiente construído é dado pela escala humana e pelo planeta e não pode ser miniaturizado, embora em muitos casos esteja sendo diminuída a quantidade de espaço disponível, para alguns extratos da população. O aumento da sustentabilidade do setor da construção civil, portanto, depende de soluções em todos os níveis, articulados dentro de uma visão sistêmica.

Para Araújo et al. (2006), a construção sustentável pode ser definida como aquela que considera a economia e eficiência de recursos, o ciclo de vida do empreendimento e o bem-estar do usuário, reduzindo significativamente, ou até eliminando possíveis impactos negativos causados ao meio ambiente e a seus usuários. Devido aos impactos negativos que a construção civil causa, torna-se fundamental que esse setor busque se reinventar para caminhar para modelos mais sustentáveis. Essa busca engloba a construção e a adoção de sistemas de indicadores de sustentabilidade em toda a cadeia produtiva: incorporação, desenvolvimento imobiliário, projeto, construção e uso/manutenção das edificações na cidade.

Além disso, a indústria da construção tem importância expressiva quando comparada às demais indústrias, pelos efeitos causados ao meio ambiente. Segundo Pinto e Gonzales (2005), a construção civil é uma das maiores atividades geradoras de impactos ambientais negativos, tanto pelo consumo de recursos naturais, quanto pela modificação da paisagem, ou ainda, pela geração de resíduos. Dados da Organização das Nações Unidas (ONU) apontam que o setor consome 40% de toda energia produzida no mundo, extrai 30% dos materiais do meio natural, gera 25% dos resíduos sólidos, consome 25% da água do planeta e ocupa 12% das terras (CTE, 2015).

Para que as organizações possam contribuir para a sustentabilidade, devem modificar seus processos produtivos, quando for necessário, para se tornarem ecologicamente sustentáveis (ARAÚJO et al., 2006). Isto implica em construir sistemas de produção que não causem impactos negativos e da mesma forma que estejam contribuindo para a recuperação de áreas degradadas ou oferecendo produtos e serviços que contribuam para a melhoria da performance ambiental dos consumidores e clientes de uma indústria (CORAL, 2002).

Para o Guia CBIC (2012), todas as diferentes parcelas da sociedade têm um papel fundamental no desenvolvimento sustentável. Dos governos, o que se espera cada vez mais, é o comprometimento com a responsabilidade sobre os impactos negativos que geram por meio de seus diferentes setores de produção. Das empresas, há que se ter grande potencial para inovar, evoluindo em ritmo acelerado, não estando concentradas apenas no resultado financeiro de suas atividades, mas buscando também a qualidade ambiental e justiça social. Para os profissionais nas empresas, é fundamental que usem o seu potencial empreendedor e inovador para solucionar questões socioambientais relacionadas às atividades das

empresas.

## 2.2. Indicadores de Sustentabilidade

A avaliação do desempenho de empresas construtoras pode ser realizada mensurando as pressões atuantes sobre as empresas, identificando condutas e levantando indicadores de desempenho envolvendo as três dimensões da sustentabilidade (econômica, ambiental e social) (LIBRELOTTO, 2005). Diversos estudos que apresentam diferentes análises a respeito de indicadores de sustentabilidade estão dispostos na literatura, indicando uma diversidade quanto à mensuração desses.

Lee, Kang e Noh (2014) afirmam que a fabricação sustentável é um novo paradigma, em que as indústrias precisam produzir seus produtos de uma maneira sustentável, mantendo a competitividade global e lidando com os recentes desafios e problemas. Dessa forma, o autor desenvolveu um estudo teórico com a proposição de vinte princípios e definições da fabricação sustentável. Aplicando esses princípios por meio de indicadores em um método de gerenciamento de informações, denominado MAS<sup>2</sup> e o Índice de Sustentabilidade da Produção (Manufacturing Sustainability Index - MSI) em indústrias de transformação.

Helleno, Moraes e Simon (2016) buscaram desenvolver um método conceitual de avaliação da sustentabilidade nos processos de fabricação e, para isso, definiram um grupo de indicadores de sustentabilidade que mais tarde foram integrados a uma ferramenta de gestão (VSM – Value Stream Mapping) para implantação da lean construction (construção enxuta) em três estudos de casos na indústria brasileira. O autor apresenta uma relação de 62 indicadores, classificados cada um ao longo de vinte diferentes áreas, que correspondem respectivamente às três dimensões do desenvolvimento sustentável.

Araújo et al. (2006), considerando as proposições de Coral (2002), investigaram as ações das empresas brasileiras em relação à sustentabilidade, com base no relatório do Conselho Empresarial Brasileiro de Desenvolvimento Sustentável (CEBDS, 2004) e, a partir disso, relacionou os indicadores empresariais de sustentabilidade que apareceram com maior frequência. Roca e Searcy (2011) identificaram os indicadores que atualmente são divulgados nos relatórios de sustentabilidade das empresas no Canadá. Para isso, os autores investigaram os indicadores com base em uma análise do conteúdo de 94 relatórios no ano de 2008, mostrando um total de 585 indicadores diferentes, e avaliando os mesmos sobre a perspectiva de diferentes pontos de vista.

Librelotto (2005) desenvolveu um modelo de avaliação de desempenho sustentável, nas dimensões Econômica, Social e Ambiental (ESA), estabelecendo o posicionamento das empresas da construção civil no setor de edificações, segundo a estrutura de mercado e a conduta empresarial. Para a autora, a avaliação do desempenho sustentável da indústria da construção civil, no setor de edificações deve cumprir as etapas de caracterização da estrutura da indústria e das pressões dessa sobre as empresas, identificando as condutas adotadas e medindo os resultados e saídas alcançados, nas dimensões econômica, social e ambiental, para isso, uma das etapas do estudo foi a formulação de indicadores.

Oliveira (2002) abordou a proposta de Sachs (2007) e, a partir da análise dos requisitos estabelecidos pelas Normas ISO 9000, ISO 14000, BS 8800 e SA 8000, pelo

Índice Dow Jones e pelo Prêmio Nacional de Qualidade (PNQ), propôs o Método MAIS. Para tanto, um de seus primeiros passos foi correlacionar os indicadores extraídos das normas supracitadas com as dimensões de Sachs (2007).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa elaborada tem propósito exploratório e caráter qualitativo, de acordo com as classificações de Jung (2009), sendo desenvolvida por meio de estudos teóricos. O trabalho envolve a síntese do assunto, o que resulta no estudo dos aspectos ligados à sustentabilidade dentro das empresas do setor da construção civil e suas correlações abrangendo principalmente os indicadores de desempenho. Sendo assim, a revisão bibliográfica foi composta de abrangente bibliografia nacional e internacional, incluindo periódicos, livros, teses e dissertações, além de leis, normas, utilizados como referenciais técnicos, os quais foram pesquisados em diferentes bases de dados através das palavras-chave – “sustentabilidade empresarial”, “construção civil” e “sustentabilidade”. Além disso, foram analisados manuais, cartilhas e publicações de institutos de pesquisa, órgãos governamentais e outros.

Por meio dos conceitos apresentados na revisão desta pesquisa por Coral (2002), juntamente dos estudos realizados por Lee, Kang e Noh (2014), Araújo et al. (2006), Helleno, Moraes e Simon (2016), Oliveira (2002), Roca e Searcy (2011), Librelotto (2005) e também da metodologia de avaliação do Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal, foi desenvolvido o framework para elaboração da matriz de indicadores, conforme pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1: Sequência metodológica de elaboração da matriz.



Fonte: Autor.

A partir dos três eixos do desenvolvimento sustentável (econômico, social e ambiental) (1), foram definidas áreas (2), e, para cada uma dessas áreas, foram estabelecidos os principais indicadores (3), ou seja, os principais tópicos abrangidos pela área, e que, ao tratar-se de uma avaliação de desempenho quanto à sustentabilidade empresarial, são fundamentais. Com a listagem de áreas e indicadores estabelecida, buscou-se aprofundar o entendimento acerca de cada um dos tópicos definidos por meio de uma pesquisa com diferentes autores que trataram sobre o assunto (4).

### 4 RESULTADOS

A matriz de indicadores e autores, constitui-se numa importante síntese de

informações a respeito da sustentabilidade empresarial, para auxiliar às organizações do setor da construção civil como benchmarking positivo na busca de avanços e melhorias de desempenho. A partir dos estudos realizados por Lee, Kang e Noh (2014), Araújo et al. (2006), Helleno, Moraes e Simon (2016), Oliveira (2002), Roca e Searcy (2011), Librelotto (2005) e também da metodologia de avaliação do Selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal, foram estabelecidas diferentes áreas onde se inserem de forma prática as dimensões do tripé da sustentabilidade do triple bottom line no contexto das organizações: para a dimensão econômica foram definidas 6 áreas; para a dimensão social foram definidas 7 áreas; e para a dimensão ambiental foram definidas 9 áreas; totalizando 22 áreas.

Para cada uma das áreas estabelecidas, foram determinados os principais indicadores relacionados a essas, num total de 152 parâmetros. A partir da listagem dos indicadores, foram pesquisados 38 autores, para que através de suas contribuições acerca da problemática, fosse construído o embasamento necessário para servir de benchmarking às organizações. A matriz com os resultados desta construção para cada uma das dimensões do desenvolvimento sustentável, pode ser visualizada na sequência (Quadro 1).

Quadro 1: Matriz de indicadores.

DIMENSÃO ECONÔMICA		
ÁREAS	INDICADORES	AUTORES
<b>Gestão Corporativa</b>	Competitividade; Ferramentas de Gestão Corporativa; Processo de planejamento estratégico; Capitalização de mercado; Volume de negócios; Promoção e serviços on-line (sites, cobranças); Investimentos e aplicações financeiras; Trabalho com linhas de crédito; Emprego e desenvolvimento regional; Avaliação de Riscos e Oportunidades;	Aguado, Alvarez e Domingo (2013); Sampaio, Saraiva e Rodrigues (2011); Pettersen (2009); Hajmohammad et al. (2012); Jabbour et al. (2012); Araújo et al. (2006); Bekmezci (2015); Alayón, Safsten e Johansson (2016);
<b>Gestão de custos e Despesas</b>	Controle de custos operacionais (equipamentos, materiais e serviços); Tributos, impostos, taxas e contribuições; Burocracia e despesas com legislação; Retorno sobre Investimento; Notificações e multas; Aquisição; Dívidas de longo prazo;	Hallgren e Olhager (2009); Aguado, Alvarez e Domingo (2013); Lee, Kang e Noh (2014);
<b>Resultados operacionais, Lucros e receitas</b>	Preço, lucros e receitas; Ganho, benefício ou vantagem por atividade; Quantia recebida, rendimento, renda; Indicadores Operacionais;	Aguado, Alvarez e Domingo (2013); Sampaio, Saraiva e Rodrigues (2011); Bekmezci (2015);
<b>Eficiência Operacional</b>	Capacidade operacional e produção; Tempo de ciclo; Tempo de preparação; Flexibilidade; Inventário e estoque; Qualidade de produtos e serviços; Auditorias e inspeções na linha de produção; Capital fornecido para atividades operacionais;	Hajmohammad et al. (2012); Pettersen (2009); Lee, Kang e Noh (2014); Hallgren e Olhager (2009); Jabbour et al. (2012); Jonkute e Staniskis (2016); Sampaio, Saraiva e Rodrigues (2011);
<b>Inovação e produto</b>	Novos produtos; Inovação e inserção em novos mercados; Design para fabricação e montagem; Faturamento e valor total das vendas (tempo);	Jabbour et al. (2012); Junquera, Brío e Fernandez (2012); Hajmohammad et al. (2012); Bekmezci (2015);



DIMENSÃO ECONÔMICA		
ÁREAS	INDICADORES	AUTORES
<b>Clientes e Fornecedores</b>	Número de clientes; Poder de compra dos clientes; Número de reclamações por cliente; Satisfação do Cliente; Entregas de Obra; Pagamentos de fornecedores; Padrões para Fornecedor; Prazos de entrega;	Sampaio, Saraiva e Rodrigues (2011); Hallgren e Olhager (2009); Jabbour et al. (2012); Tseng et al. (2012); Hajmohammad et al. (2012); Alayón, Safsten e Johansson (2016);
<b>Econômico</b>	Salários (Folha de pagamento); Benefícios; Gastos com Legislação; Plano de carreira;	Jabbour et al. (2012); Roca e Searcy (2011); Lee, Kang e Noh (2014);
<b>Nível de satisfação</b>	Nível de satisfação dos empregados; Absentismo;	Lee, Kang e Noh (2014); Freeman et al. (2010);
<b>Qualidade, Saúde e Segurança</b>	Programas de saúde e segurança; Ergonomia e níveis de ruído; Distância média percorrida pelos funcionários para a empresa; Incidentes de saúde e segurança (acidentes); Investimentos em Prevenção de acidentes;	Lee, Kang e Noh (2014); Brown, Amundson e Badurdeen (2014); Faulkner e Badurdeen (2014); Chen, Li e Shady (2010); Roca e Searcy (2011); Hutchins e Sutherland (2008); Alayón, Safsten e Johansson (2016);
<b>Recursos humanos e Práticas Trabalhistas</b>	Disponibilidade de mão de obra, mão de obra especializada; Recrutamento, seleção e licenças ocupacionais; Horas de trabalho e horas de treinamento; Avaliação de desempenho (para funcionários); Direitos e deveres dos funcionários; Rotatividade da mão de obra; Envolvimento com sindicato; Legislações Trabalhistas;	Roca e Searcy (2011); Jabbour et al. (2012); Araújo et al. (2006); Ferraz e Vázquez (2015); Alayón, Safsten e Johansson (2016);
<b>Treinamento, Educação e Capacitação</b>	Desenvolvimento Pessoal dos Empregados; Capacitação Profissional dos Empregados; Capacitação para Gestão do Empreendimento; Orientação aos Moradores; Liderança, relacionamento e comunicação;	Hutchins e Sutherland (2008); Araújo et al. (2006); Ferraz e Vázquez (2015); Alayón, Safsten e Johansson (2016);
<b>Diversidade, Inclusão e Direitos Humanos</b>	Inclusão de trabalhadores locais; Seguridade dos direitos básicos; Contratação considerando a diversidade cultural; Contratação de pessoas portadoras de necessidades especiais; Contratação de mulheres; Minorias em cargos de gestão; Informalidade zero;	Hutchins e Sutherland (2008); Araújo et al. (2006); Ferraz e Vázquez (2015); Alayón, Safsten e Johansson (2016);
<b>Comunidade e responsabilidade social</b>	Saúde pública da Comunidade; Desenvolvimento comunitário e contribuição para iniciativas locais; Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto; Ações para a Geração de Emprego e Renda; Ações para Mitigação de Riscos Sociais; Doações a Instituições e Patrocínios; Incentivo dos empregados ao voluntariado;	Roca e Searcy (2011); Hutchins e Sutherland (2008); Araújo et al. (2006); Ferraz e Vázquez (2015);

DIMENSÃO ECONÔMICA		
ÁREAS	INDICADORES	AUTORES
<b>Gestão ambiental e legislação</b>	Política e padrões ambientais; indicadores e objetivos ambientais; Estrutura responsável pelo meio ambiente; Autuações por violações das normas de proteção ambiental; Legislações ambientais; Contratação de fornecedores responsáveis ambientalmente; Divulgação de informações sobre desempenho ambiental; Imagem da empresa em relação ao meio ambiente;	Jabbour et al. (2012); Hajmohammad et al. (2012); Luna, Ayerbe e Torres (2011); Roca e Searcy (2011); Pampanelli, Found e Bernardes (2014); Junquera, Brío e Fernandez (2012); Rajala, Westelund e Lampikoski (2016); Alayón, Safsten e Johansson (2016);
<b>Educação ambiental</b>	Educação para a gestão de RCD; Educação ambiental dos empregados; Educação para uso racional das matérias-primas; Educação para uso racional das fontes renováveis (água e luz); Comprometimento dos colaboradores;	Rajala, Westelund e Lampikoski (2016); Alayón, Safsten e Johansson (2016);
<b>Aspectos e impactos ambientais</b>	Aspectos e impactos ambientais; Derramamentos ambientais; Resíduos perigosos; Poluição e contaminações ambientais; Incidentes ambientais graves;	Jabbour et al. (2012); Hajmohammad et al. (2012); Rajala, Westelund e Lampikoski (2016); Salgado, Chatelet e Fernandez (2012);
<b>Qualidade urbana e manutenção da biodiversidade</b>	Qualidade do entorno (Infraestrutura); Qualidade do entorno (Impactos); Melhorias no entorno; Recuperação de áreas degradadas; Plantio de árvores e reabilitação de áreas verdes; Reabilitação de imóveis; Monitoramento da biodiversidade;	Rajala, Westelund e Lampikoski (2016); Salgado, Chatelet e Fernandez (2012);
<b>Soluções de projeto e conforto</b>	Paisagismo e flexibilidade dos projetos; Relação com a vizinhança; local para coleta seletiva; Desempenho térmico e vedações; Desempenho térmico - orientação ao sol e ventos; Iluminação natural de áreas comuns; Ventilação natural; Adequação às condições físicas do terreno;	Rajala, Westelund e Lampikoski (2016); Carvalho e Spoto (2012); Salgado, Chatelet e Fernandez (2012);
<b>Eficiência energética</b>	Plano de eficiência energética; Lâmpadas de baixo consumo - áreas privativas; Dispositivos economizadores - áreas comuns; Sistema de aquecimento solar; Sistema de aquecimento a gás; Medição individualizada; elevadores e eletrodomésticos eficientes; Fontes alternativas de energia; Uso racional e eficiência energética; Consumo de energia;	Aguado, Alvarez e Domingo (2013); Pampanelli, Found e Bernardes (2014); Hajmohammad et al. (2012); Lee, Kang e Noh (2014); Brown, Amundson e Badurdeen (2014); Pessarelo (2008); Gosch (2012); Novis (2014); Baltar, Kaehler e Pereira (2006); Basso, Nogueira e Silva (2015);
<b>Gestão da água</b>	Medição individualizada; Dispositivos economizadores (bacia sanitária, registros); Aproveitamento de águas pluviais; Volume de água reciclada; Infiltração de águas pluviais e áreas permeáveis; Uso racional e eficiência hídrica; Consumo de água;	Aguado, Alvarez e Domingo (2013); Pampanelli, Found e Bernardes (2014); Hajmohammad et al. (2012); Lee, Kang e Noh (2014); Brown, Amundson e Badurdeen (2014); Pessarelo (2008); Gosch (2012); Novis (2014); Oliveira e Gonçalves (1999); Kibwami e Tutesigensi (2016);

DIMENSÃO ECONÔMICA		
ÁREAS	INDICADORES	AUTORES
<b>Inovação, conservação de recursos e materiais</b>	Inovação para tecnologias ambientalmente corretas; Industrialização de técnicas construtivas; Coordenação modular; Qualidade de materiais e componentes; Consumo global de materiais; Aquisição de matérias-primas ambientalmente corretas; Uso racional das matérias-primas; Componentes industrializados ou pré-fabricados; Formas e escoras reutilizáveis; Concretos e argamassas industrializadas (dosagem otimizada); Madeira plantada ou certificada; Facilidade na manutenção da fachada; Maximização da vida útil e planejamento da manutenção;	Tseng et al. (2012); Jabbour et al. (2012); Bekmezci (2015); Rajala, Westelund e Lampikoski (2016); Jonkute e Staniskis (2016); Alayón, Safsten e Johansson (2016); Salgado, Chatelet e Fernandez (2012);
<b>Emissões, efluentes, resíduos e reciclagem</b>	Cultura dos 3 R (Reduzir, Reutilizar, Reciclar); Reaproveitamento de material já utilizado na produção; Quantidade de Resíduos; Gestão de resíduos de construção e demolição RCD; Pavimentação com RCD utilizados como agregados reciclados; Controle e Tratamento de emissões e efluentes líquidos; Desmaterialização e combate ao desperdício de materiais; Priorização de fornecedores locais (emissões); Emissão de gases nas atividades de produção;	Hajmohammad et al. (2012); Jabbour et al. (2012); Dias (2013); Luna, Ayerbe e Torres (2011); Lee, Kang e Noh (2014); Brown, Amundson e Badurdeen (2014); Ortiz, Pasqualino e Castells (2010); Kharrufa (2007); Picchi (1993); Maña I Reixach et al. (2000);

Fonte: Autor.

A partir do embasamento construído por meio dos estudos dos autores expostos na matriz de indicadores, é possível vislumbrar que a construção civil no Brasil urge adotar, não como exceção, mas como regra, sistemas industrializados de construção, transformando obras em montagens mais limpas, rápidas e eficientes. Os indicadores relacionados as 9 áreas estabelecidas para dimensão ambiental, podem ser mais facilmente desenvolvidos e ampliados, a partir da adoção desta premissa da industrialização do setor. Apesar da profusão de informações disponíveis sobre o tema, observa-se que muitas empresas da cadeia produtiva da construção ainda têm o desafio de lidar com a sustentabilidade e buscar soluções para problemas sociais e ambientais, gerados por suas atividades, de modo a trazer ganhos tanto para seus negócios como para a sociedade.

De maneira resumida os indicadores expressos na matriz exigem que as empresas se desenvolvam para que um projeto de sustentabilidade tenha qualidade, pois a qualidade garante que níveis de excelência sejam atingidos, mantidos e disseminados em todos os processos das empresas. De acordo com os autores expostos na matriz relacionados aos indicadores estabelecidos nas 6 áreas da dimensão econômica, o desafio está na ampliação da aplicação destas ferramentas de gestão, aos demais processos que envolvem os aspectos sociais e ambientais dentro das empresas. A comparação entre os indicadores listados e os estudos desenvolvidos pelos autores referenciados, reflete um considerável avanço no que tange o pilar econômico da sustentabilidade, relacionados basicamente a gestão corporativa de custos, despesas, resultados operacionais, lucros e receitas, eficiência operacional, inovação, entre outros. Neste contexto, a gestão da qualidade,

especialmente a busca por melhoria contínua, que é um pré-requisito para a sustentabilidade pode estimular a melhoria constante dos processos empresariais, que estão ligados ao consumo de recursos naturais, produtividade, desperdício, durabilidade, entre outros.

Em contrapartida, quando se observam os aspectos sociais como índices de qualidade, saúde e segurança dos trabalhadores, práticas trabalhistas, educação e capacitação, diversidade, inclusão, direitos humanos e responsabilidade social, têm-se uma lacuna grande com inúmeros desafios a serem conquistados. Além disso, os indicadores relacionados a dimensão social demonstram que a sustentabilidade não combina com informalidade. É fundamental selecionar fornecedores, tanto de materiais e serviços, assim como a equipe da mão de obra. As empresas que trabalham com fornecedores informais também se tornam informais, alimentando um ciclo nocivo. É preciso garantir a legalidade de toda a empresa e de todos os seus processos. Além de garantir a legitimidade da organização, a seleção de fornecedores formais estimula o aumento da profissionalização na cadeia produtiva e a consequente eliminação de empresas com baixa produtividade que só se mantêm no mercado por economias advindas de atividades ilícitas.

Por fim, os indicadores definidos na matriz, de um modo geral, incentivam as empresas à uma busca constante pela inovação. Utilizar novas tecnologias, quando possível e adequado, respeitando o contexto e buscando soluções criativas em casos inviáveis. É importante que as empresas tenham relações estreitas com agentes promotores de inovação na cadeia produtiva, tanto na oferta de novos materiais e equipamentos, quanto na capacitação da mão de obra. A base para a sustentabilidade na construção é alinhar ganhos ambientais e sociais com os econômicos, daí a necessidade e importância de inovações.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Descrever suas principais conclusões sobre o tema estudado, descrevendo de forma concisa suas descobertas acerca do tema abordado, assim como as aplicações e limitações destas descobertas, destacando os principais produtos da pesquisa e suas contribuições para o conhecimento existente.

A busca da sustentabilidade nas empresas da construção civil, por exemplo, não pode se limitar à produção de algumas obras certificadas: em todas as obras, é possível e necessário fazer algo em prol da sustentabilidade. A construção sustentável irá exigir das empresas esforço similar realizado para a implantação de sistemas de gestão da qualidade: compromisso da direção da empresa, estabelecimento de políticas, metas progressivas e indicadores constantemente atualizados, formação de recursos humanos, evolução contínua, entre outros. Pode-se afirmar que a construção sustentável amplia o escopo tradicional, qualidade, prazo, tecnologia e custo, incorporando as dimensões sociais e ambientais. Além disso, por meio dos indicadores expostos na matriz as construtoras podem definir aqueles parâmetros que considera mais relevantes, podendo aplicá-los em suas atividades e processos, ampliando ainda mais seus controles e gestão em direção a uma construção mais sustentável.

Aproveitar as boas práticas desenvolvidas em outros setores da indústria já mais desenvolvidos e aplicá-las na construção civil ainda é um desafio, apesar disso, esse é o caminho que o setor deve buscar. Por todas essas questões, o setor da

construção civil tem papel fundamental para a realização dos objetivos globais do desenvolvimento sustentável, pois é o que tem maior potencial de redução de uso de recursos naturais, reciclagem e reutilização de resíduos e, portanto, de diminuição da emissão de Gases de Efeito Estufa.

## REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. 2011.
- AGUADO, S.; ALVAREZ, R.; DOMINGO, R. Model of efficient and sustainable improvements in a lean production system through processes of environmental. **Journal Cleaner Production**, p.141-148, 2013.
- ALAYÓN, C.; SAFSTEN, K.; JOHANSSON, G. Conceptual sustainable production principles in practice: Do they reflect what companies do? **Journal Cleaner Production**, 141, p. 693-701, 2016.
- ARAÚJO et al., Geraldino C. **Sustentabilidade empresarial: Conceito e Indicadores**. In: Congresso Virtual Brasileiro de Administração, 3, Convibra, 2006.
- BALTAR, G. B.; KAEHLER, J. W. M.; PEREIRA, L. A. **Indústria da Construção Civil e Eficiência Energética**. Porto Alegre: Repositório PUC, 2006.
- BASSO, T. M.; NOGUEIRA, E. C.; SILVA, D. S. Eficiência energética na construção civil no Brasil. **Acta Iguazu**, n. 1, v. 4, p. 48-56, 2015.
- BEKMEZCI, Mustafa. Companies' profitable way of fulfilling duties towards humanity and environment by sustainable innovation. **Procedia Social and Behavioral Sciences**, n. 181, p. 228-240, 2015.
- BROWN, A.; AMUNDSON, J.; BADURDEEN, F. Sustainable value stream mapping in different manufacturing system configurations: application case studies. **Journal Cleaner Production**, p.164-179, 2014.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Guia CBIC de Boas Práticas em Sustentabilidade na Indústria da Construção**. Brasília: Fundação Dom Cabral, 2012.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Guia CBIC de Construção Sustentável**. Brasília: Fundação Dom Cabral, 2014.
- CARVALHO, M. T. M.; SPOSTO, R. M. Metodologia para avaliação da sustentabilidade de habitações de interesse social com foco no projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n.1, p. 207-225, 2012.
- CENTRO DE TECNOLOGIA DE EDIFICAÇÕES CTE. (Brasil). **Sustentabilidade: tendências na construção brasileira**. São Paulo: Tula Melo, 2015. 26 p.
- CONSELHO EMPRESARIAL BRASILEIRO PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL (CEBDS); ACCENTURE. **Sustentabilidade nas Empresas Brasileiras: Oportunidades de negócios sustentáveis**. Estudo CEBDS e Accenture, 2014.
- CHEN, J.C.; LI, Y.; SHADY, B.D. From value stream mapping toward a lean/sigma continuous improvement process: an industrial case study. **International Journal Production Research**, p.1069-1086, 2010.
- CORAL, Elisa. **Modelo de planejamento estratégico para a sustentabilidade empresarial**. 2002. 282f. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, 2002.
- DIAS, Michele Ferreira. **Modelo para estimar a geração de resíduos na produção de obras residenciais verticais**. Porto Alegre, 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade do Vale do Rio dos Sinos – Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, São Leopoldo, RS, 2013.
- FAULKNER, W.; BADURDEEN, F. Sustainable Value Stream Mapping: methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. **Journal of Cleaner Production**, p. 8-18, 2014.
- FERRAZ, F.A.D.; VÁSQUEZ, D.G. Measurement tool to assess the relationship between corporate social responsibility, training practices and business performance. **Journal Cleaner Production**, p. 659-672, 2015.
- FREEMAN, Edward R. et al. **Stakeholder Theory: The State of the Art**. Cambridge. Cambridge

University Press, 2010.

GOSCH, S.S. **Indicadores de desempenho da produção de edifícios residenciais associados a uma nota final**. 2012, 98p. Monografia (Pós-graduação lato-sensu em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

HAJMOHAMMAD et al., S. Lean management and supply management: their role in green practices and performance. **Journal Cleaner Production**, n. 39, p. 312-320, 2012.

HALLGREN, M.; OLHAGER, J. Lean and agile manufacturing: external and internal drivers and performance outcomes. **International Journal Operations & Production Management**, p. 976-999, 2009.

HELLENO, A.L.; MORAES, A.J.I.; SIMON, A.T. Integrating sustainability indicators and Lean Manufacturing to assess manufacturing processes: Application case studies in Brazilian industry. **Journal Cleaner Production**, n. 153, p. 405-416, 2016.

HUTCHINS, M.J.; SUTHERLAND, J.W. An exploration of measures of social sustainability and their application to supply chain decisions. **Journal Cleaner Production**, n. 16, p.1688-1698, 2008.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. ISO 15392:2008. **Sustainability in building construction**: general principles. Genebra, 2008.

JABBOUR et al., C.J.C. Environmental management and operational performance in automotive companies in Brazil: the role of human resource management and lean manufacturing. **Journal Cleaner Production**, n. 47, p. 129-140, 2012.

JONKUTE, G.; STANISKIS, J. K. Realizing sustainable consumption and production in companies: the sustainable and responsible company model. **Journal Cleaner Production**, n. 138, p.170-180, 2016.

JUNG, C. F. **Metodologia Científica e Tecnológica**, 2 ed. Taquara, 2009. Disponível em: <[www.metodologia.net.br](http://www.metodologia.net.br)>. Acesso em: 27 novembro 2017.

JUNQUERA, B.; BRÍO, J.A.; FERNANDEZ, E. Client's involvement in environmental issues and organizational businesses performance: empirical analysis. **Journal Cleaner Production**, p. 288-298, 2012.

KHARRUFA, Sahar. Reduction of building waste in Baghdad. Iraq. **Journal Building and Environment**, v. 42, n. 5, p. 2053-2061, 2007.

KIBWAMI, N.; TUTESIGENSI, A. Enhancing sustainable construction in the building sector in Uganda. **Habitat International**, v. 57, p. 64-73, 2016.

LEE, J.Y.; KANG, H.S.; NOH, S.D. MAS2: an integrated modelling and simulation-based life cycle evaluation approach for sustainable manufacturing. **Journal Cleaner Production**, n. 66, p.146-163, 2014.

LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. **Modelo para Avaliação da Sustentabilidade na Construção Civil nas Dimensões Econômica, Social e Ambiental (ESA)**: Aplicação no Setor de Edificações. Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção) Universidade Federal de Santa Catarina - Florianópolis, 2005.

LUNA, J.L.M.; AYERBE, C.G.; TORRES, P.R. Barriers to the adoption of proactive environmental strategies. **Journal Cleaner Production**, n. 19, p. 1417-1425, 2011.

MAÑÀ I REIXACH, F.; SAGRERA I CUSCÓ, A.; GONZÁLEZ I BARROSO, J.M. Situação atual e perspectivas de futuro dos resíduos da construção. **Plano de Gestão de Resíduos nas Obras de Construção e Demolição**. ITeC Cataluña – Direção geral de Meio ambiente. 2000.

NOVIS, L.E.M. **Estudos dos indicadores ambientais na construção civil**: estudo de caso em 4 construtoras. 95p. Projeto de Graduação (Curso de Engenharia Civil). Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2014.

OLIVEIRA, João Hélvio Rigui de. **M.A.I.S.: Método para Avaliação de Indicadores de Sustentabilidade Organizacional**. Tese. (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M. **Metodologia para a Implantação de Programa de Uso Racional de Água em Edifícios**. Boletim Técnico PCC/247 – São Paulo, 1999. 16p.

ORTIZ, O., PASQUALINO, J.C., CASTELLS, F. Environmental performance of construction waste: Comparing three scenarios from a case study in Catalonia. **Journal Waste Management**, 2010.

- PAMPANELLI, A.B.; FOUND, P.; BERNARDES, A.M. A lean & green model for a production cell. **Journal of Cleaner Production**, n. 85, p. 19-30, 2014.
- PESSARELLO, R. G. **Estudo Exploratório quanto ao consumo de água na produção de obras de edifícios: avaliação e fatores influenciadores**. 114p. Monografia (MBA em Tecnologia e Gestão na Produção de Edifícios). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.
- PETTERSEN, J. Defining lean production: some conceptual and practical issues. **The TQM Journal**, n. 21, p.127-142, 2009.
- PICCHI, Flávio Augusto. **Sistemas de qualidade: uso em empresas de construção de edifícios**. Tese. (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, SP, 1993.
- PINTO, T. P.; GONZALES, J. L. R. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Manual de orientação 1. Como implantar um sistema de manejo e gestão dos resíduos da construção civil nos municípios. Brasília: CAIXA, 2005.
- RAJALA, R.; WESTELUND, M.; LAMPIKOSKI, T. Environmental sustainability in industrial manufacturing: re-examining the greening of Interface's business model. **Journal Cleaner Production**, p. 52-61, 2016.
- ROCA, L.C.; SEARCY, C. An analysis of indicators disclosed in corporate sustainability reports. **Journal Cleaner Production**, n. 20, p.103-118, 2011.
- SACHS, Ignacy. **Rumo à Ecosocioeconomia**. São Paulo: Cortez, 2007.
- SALGADO, M. S.; CHATELET, A.; FERNANDEZ, P. Produção de edificações sustentáveis: desafios e alternativas. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 4, p. 81-99, 2012.
- SAMPAIO, P.; SARAIVA, P.; RODRIGUES, A.G. The economic impact of quality management systems in Portuguese certified companies. **International Journal of Quality & Reliability Management**, n. 28, p. 929-950, 2011.
- SEIFFERT, Mari E. B. **ISO 14001. Sistemas de gestão ambiental: implantação objetiva e econômica**. 2011.
- TSENG, M.L., CHIU, S.F.; TAN, R.R., MANALANG, A.B.S., 2012. Sustainable consumption and production for Asia: sustainability through green design and practice. **Journal Cleaner Production**, 2012.



## 02. Resistência, desempenho, problema e recuperação estrutural



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA A RESPEITO DA AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) DE TUBULAÇÕES DE PVC

*BIBLIOGRAPHIC REVIEW REGARDING LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA) OF PVC PIPES*

Data de aceite: 09/09/2022 | Data de submissão: 26/08/2022

**GONÇALVES, Rigley**, mestrando em engenharia civil

Universidade Federal de Catalão (UFCAT), Catalão, Brasil, E-mail: [rigley.matias@gmail.com](mailto:rigley.matias@gmail.com).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1229-0194>.

**PAULA, Heber**, doutor em engenharia civil

Universidade Federal de Catalão (UFCAT), Catalão, Brasil, E-mail: [heberdepaula@ufcat.edu.br](mailto:heberdepaula@ufcat.edu.br).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7066-1408>.

## RESUMO:

Um dos grandes resultados da COP26 foi o acordo firmado entre diversos países, incluindo o Brasil, em diminuir, até o ano de 2030, 30% da emissão de gás metano na atmosfera. Dessa forma, faz-se necessário identificar quais os encadeamentos da atividade humana que colaboram com a geração deste poluente e levantar ações que minimizem a sua liberação, para tal vem sendo realizados estudos sobre a ACV de materiais. Tendo em vista que a indústria de PVC está apresentando um crescimento acelerado no cenário mundial e que, nacionalmente, ela se sobressai na fabricação de tubos e conexões para a construção civil, esse trabalho tem como objetivo verificar a situação atual de pesquisas a respeito de ACVs de tubos de PVC por meio um mapeamento sistemático. Observou-se que esse tema ainda é pouco estudado no Brasil e que as principais fontes de emissão de gás metano correspondem aos processos fabricação das tubulações.

## PALAVRAS-CHAVE:

Tubos de PVC. Avaliação do ciclo de vida. Mapeamento sistêmico.

## ABSTRACT:

*One of the great results of COP26 was the agreement signed between several countries, including Brazil, to reduce, by the year 2030, 30% of the emission of methane gas into the atmosphere. In this way, it is necessary to identify which are the chains of human activity that collaborate with the generation of this pollutant and that minimize its release, so that they are being carried out on an LCA of materials. Considering that the PVC industry is showing an accelerated growth on the world stage and that, nationally, it is built on pipes and connections for civil construction, the work aims to verify the current situation of research regarding LCAs of PVC pipes. through a systematic mapping. It was observed that this topic is still little studied in Brazil and that the main sources of gas emission are sources corresponding to the manufacturing processes of pipes.*

## KEYWORDS:

*PVC tubes. Life cycle assessment. Systemic mapping.*

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa (SEEG, 2021) no ano de 2020 os processos industriais e de utilização de materiais foram responsáveis por emitir 43 mil toneladas de metano (CH<sub>4</sub>) na atmosfera brasileira e, quando comparado com países como China, Rússia e Estados Unidos, essa quantidade quadruplica. Tal realidade fez com que autoridades mundiais assinassem, no ano de 2021, um acordo na Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (COP26) garantindo a diminuição das emissões de gás metano em 30% até o ano de 2030 (FILKS et al., 2021).

A construção civil é considerada como uma das indústrias que mais emitem gases do efeito estufa (GEE), de forma indireta na extração de seus insumos, bem como de forma direta na execução de obras, por exemplo. Um material com destaque é o PVC (Policloreto de Vinila), um termoplástico que apresenta características amplamente variáveis em função de sua empregabilidade, fato este que o torna um elemento extremamente utilizado nos mais variados setores da economia (PIVA, 1999). Com isso, a Braskem (2021) estima para os anos entre 2020 e 2025 um crescimento de 4,5% da demanda mundial de PVC, e ainda, pontua que em 2021 a produção desse produto atingiu um total de 49 milhões de toneladas, a maior marca desde o surgimento do polímero. Dessa forma, enxerga-se que o processo de indústria/fabricação/utilização do PVC contribui com a degradação da camada de ozônio, seja na emissão de CH<sub>4</sub> ou outros GEE.

Uma técnica de gestão sustentável utilizada para estudar o comportamento ambiental de um material, processo industrial ou serviço ao longo de sua vida, englobando desde a aquisição da matéria-prima até a deposição final, é a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), ou, em inglês, *Life Cycle Analysis* (LCA) (ABNT, 2001). Essa ferramenta é pautada por meio de modelagens computacionais do sistema produtivo industrial e utilização do produto, de acordo com parâmetros de caracterização, que quantifica as contribuições ambientais liberadas na atmosfera em cada etapa de processamento e mostra o potencial de impacto ambiental do material (MENDES *et al.*, 2013). Com isso, é possível elaborar planos estratégicos e otimizar as fases que mais contribuem com a degradação do meio ambiente.

Sabendo que, dentre suas diversas aplicações, o PVC, no Brasil, tem o seu maior destaque na fabricação de tubos e conexões para a construção civil (MONTENEGRO et al., 2020), este estudo tem por objetivo verificar o panorama atual de pesquisas que vêm sendo elaboradas a respeito da análise do ciclo de vida de tubos de PVC. Essa abordagem é justificada visto que o conhecimento das emissões vinculadas a cada etapa do ciclo de vida dos tubos de PVC permite a busca pela diminuição no lançamento dos GEE, contribuindo, assim, com o compromisso brasileiro em reduzir a disseminação do gás metano na atmosfera. A metodologia adotada apresenta comportamento exploratório, sendo caracterizada pela realização de um mapeamento sistemático (*mapping study*) para reconhecer o andamento de produções científicas em relação a temática.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A fim de identificar o andamento científico da questão abordada e revisar a literatura atual desenvolveu-se um mapeamento sistemático. Tal artifício consiste em uma busca estruturada para obtenção de artigos em fontes de dados

mundialmente renomadas utilizando-se de palavras-chave e operadores lógicos (BAILEY et al., 2007 e PETERSEN et al., 2008).

Conforme recomendado por Petticrew e Roberts (2008) a respeito da execução de mapeamento sistêmico, primeiramente definiu-se indagações centrais para nortear o desenvolvimento da pesquisa, sendo elas:

- I. Quais são as etapas do ciclo de vida dos tubos PVC?
- II. Quais os impactos gerados pelo processo de fabricação de tubos de PVC no meio ambiente?
- III. Quais as implicações que o transporte e distribuição de tubos de PVC gera na atmosfera?
- IV. Existem formas de minimizar as emissões geradas pela concepção das tubulações de PVC?

Tendo em vista os questionamentos levantados, foram utilizadas as bases de dados Scopus (2021) e Web of Science (2021), disponíveis na Universidade Federal de Catalão, visto que, de acordo com Zanghelini et al. (2016), esses dois bancos de dados apresentam alta incidência de acesso pela academia científica internacional e abrangem as principais revistas de publicações no ramo da ACV pelo mundo.

Dessa forma, as palavras-chave usadas na busca foram: (a) *life cycle analysis AND polyvinyl of chloride*, (b) *end-of-life AND PVC tubes* e (c) *inventory cycle analysis AND water pipeline*. Tais expressões foram adotadas de forma a englobar estudos a respeito de ACVs relacionadas com o material PVC com enfoque nas tubulações de PVC destinadas ao transporte de água. A busca de artigos foi limitada em publicações revisadas por pares e desenvolvidas entre os anos de 2000 e 2022, a fim de identificar estudos que melhor representam as condições ambientais e tecnologias da atualidade.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio do mapeamento sistemático obteve-se em um total de 138 artigos. Com isso, foi analisado os títulos aderentes ao tema e excluídos os que destoavam do objeto de estudo, além de remover aqueles que possuíam dupla publicação. Adiante, com a leitura dos resumos, identificou-se aqueles trabalhos que realmente poderiam contribuir ao assunto aqui estudado, foram considerados artigos que agregam a pesquisa aqueles que possuíam o resumo com relação direta às questões levantadas e traziam soluções para os questionamentos. A Tabela 1 mostra o resumo quantitativo dos resultados obtidos no mapeamento sistemático realizado.

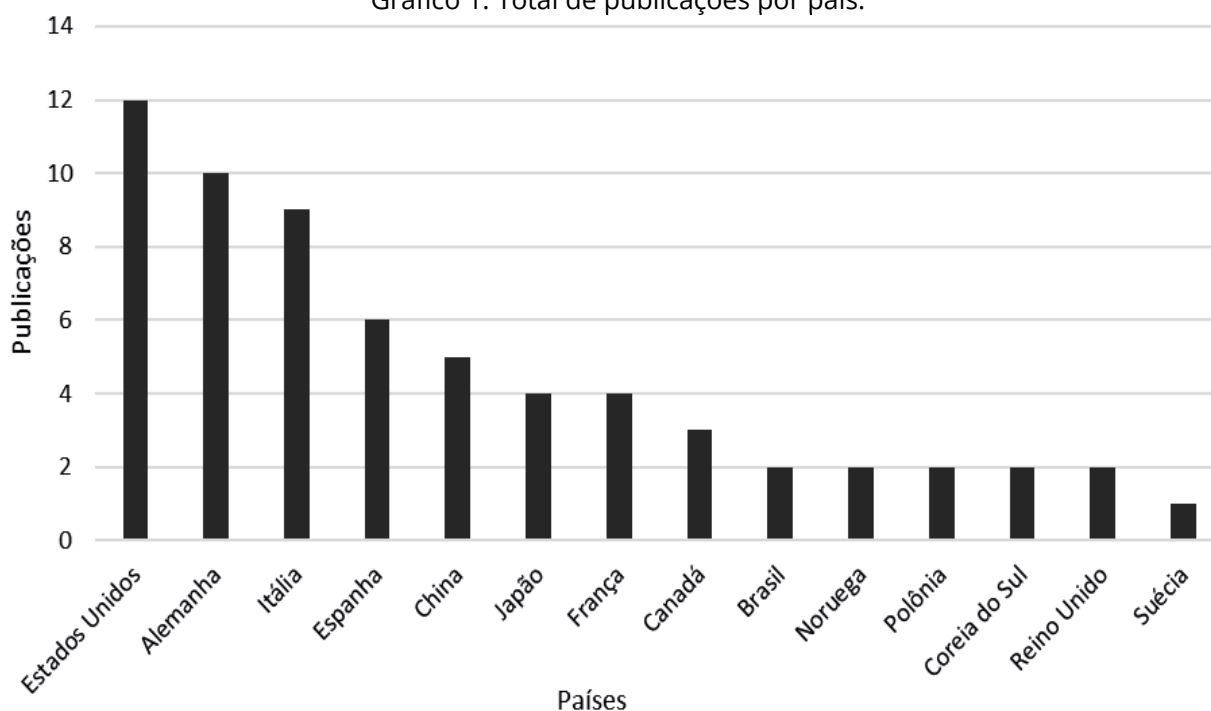
Tabela 1: Resumo quantitativo dos resultados do mapeamento sistemático.

Palavras-Chave	
<p><b>Bases de Dados:</b> Scopus (2021) e Web of Science (2021)</p>	
<p>1. "life cycle analysis" AND "polyvinyl of chloride"; 2. "end-of-life" AND "PVC tubes"; 3. "inventory cycle analysis" AND "water pipeline".</p>	
Número de Artigos	
Inicial	Títulos Aderente
138	112
Artigos selecionados após retirar repetições	73
Artigos selecionados após leitura do resumo	64

Fonte: Autores.

Os países como os Estados Unidos, Alemanha e Itália aparecem como as nações que mais desenvolveram estudos sobre a ACV de tubos de PVC para água fria entre os anos de 2000 e 2021, como mostrado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Total de publicações por país.



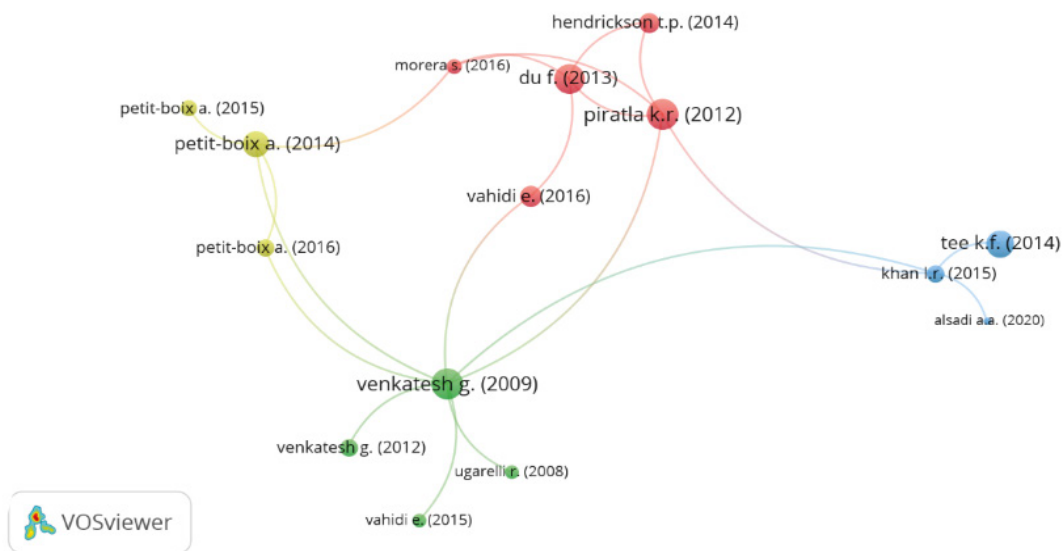
Fonte: Autores.

O Brasil acumula somente duas publicações que se relacionam com o assunto em estudo, desenvolvidas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade

Federal do Espírito Santo. Este cenário evidencia a lacuna de conhecimento sobre a temática no país, fomentando a necessidade de desenvolvimento de projetos que investigue a situação brasileira no tocante às contribuições climáticas da produção de tubos de PVC.

Com a finalidade de identificar quais são os estudiosos que vem contribuindo com o desenvolvimento de pesquisas e demonstram experiência consolidada nessa linha de análise, foi levantado quais são os autores citados mais de cinco vezes dentre os artigos selecionados. Na Figura 1 pode-se encontrar os pesquisadores identificados sendo que o tamanho de cada nó representa a quantidade de citações, ou seja, quanto maior o nó mais citado foi o autor, e as ligações entre cada nó diz respeito a casos de cocitação entre autores.

Figura 1: Autores citados cinco vezes ou mais.

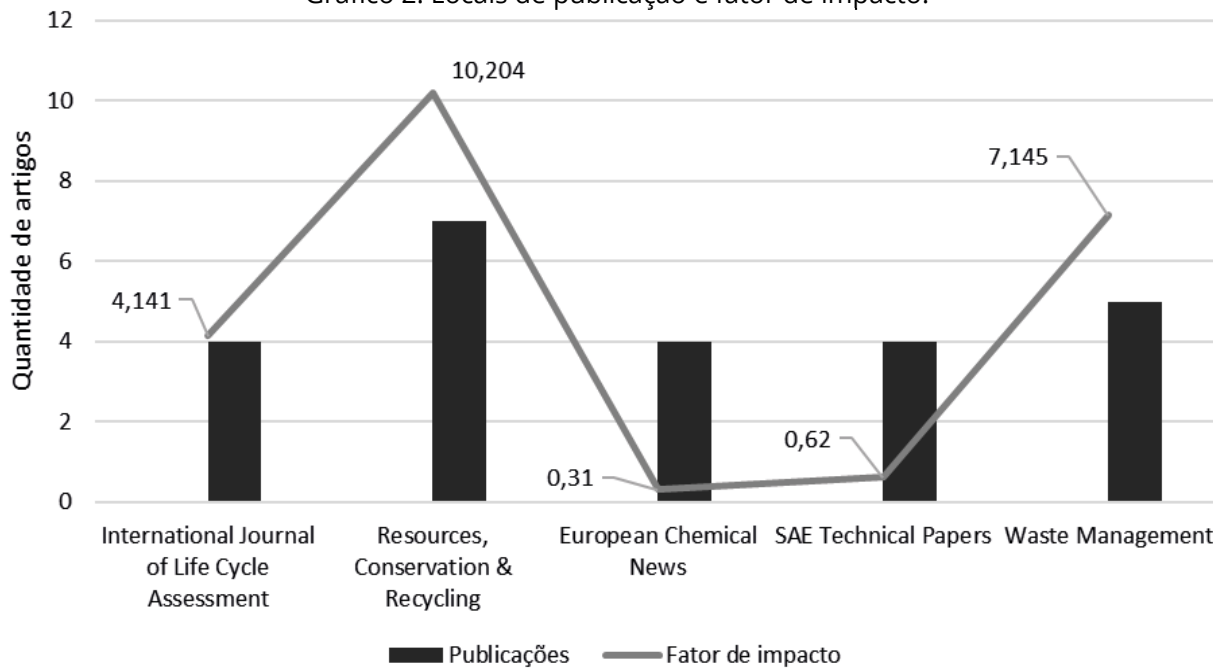


Fonte: Autores.

Como pode ser visto, Venkatesh et al. (2009), Du F. et al (2013), Piratla (2012), Tee (2014) e Petit-Boix (2014) são os que mais receberam citações e configuram como os pesquisadores que mais vem desenvolvendo conteúdo científico relacionados com a abordagem tratada nesta pesquisa. Vale ressaltar que a diferença de cores entre os autores está relacionada com as linhas de estudo e as relações entre um autor e outro. Ainda, cabe frisar que nenhum dos autores mencionados possui nacionalidade brasileira.

Outra análise realizada foi a identificação do meio de publicação dos artigos e a avaliação do fator de impacto (FI) dos mesmos, utilizando o *Journal Citation Report* (JCR, 2022) para a classificação. No Gráfico 2 encontra-se aqueles periódicos/revistas/jornais em que houveram, no mínimo, quatro publicações dentre os 64 artigos selecionados.

Gráfico 2: Locais de publicação e fator de impacto.

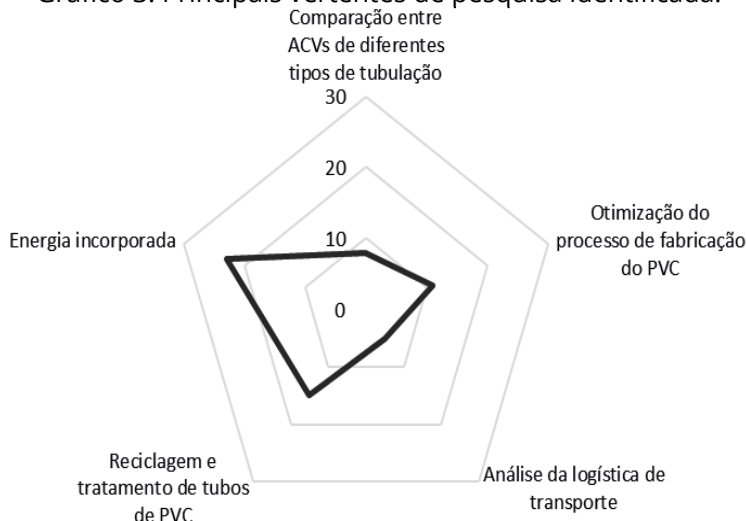


Fonte: Autores.

O FI de um meio de publicação de artigos é definido pela relação entre a quantidade de artigos citados e publicados nos últimos dois anos, sendo que quanto maior o número representativo, maior a importância e renome do periódico (PINTO; ANDRADE, 1999). No ano de 2021 a revista com o melhor fator de impacto na linha de sustentabilidade na engenharia equivaleu a 12,866 (JCR, 2021), o que mostra que as publicações sobre o tema estão vinculadas a periódicos/revistas/jornais de altíssima qualidade, repercussão e importância internacional, principalmente aquelas que estão no International Journal of Life Cycle Assessment e Journal Waste Management.

Dentre os artigos selecionados foram identificadas diversas vertentes de pesquisa, conforme Gráfico 3, sendo as principais linhas de estudo envolvendo a etapa de reciclagem e reuso de tubos de PVC e o estudo da energia de incorporação envolvida no ciclo de vida das tubulações.

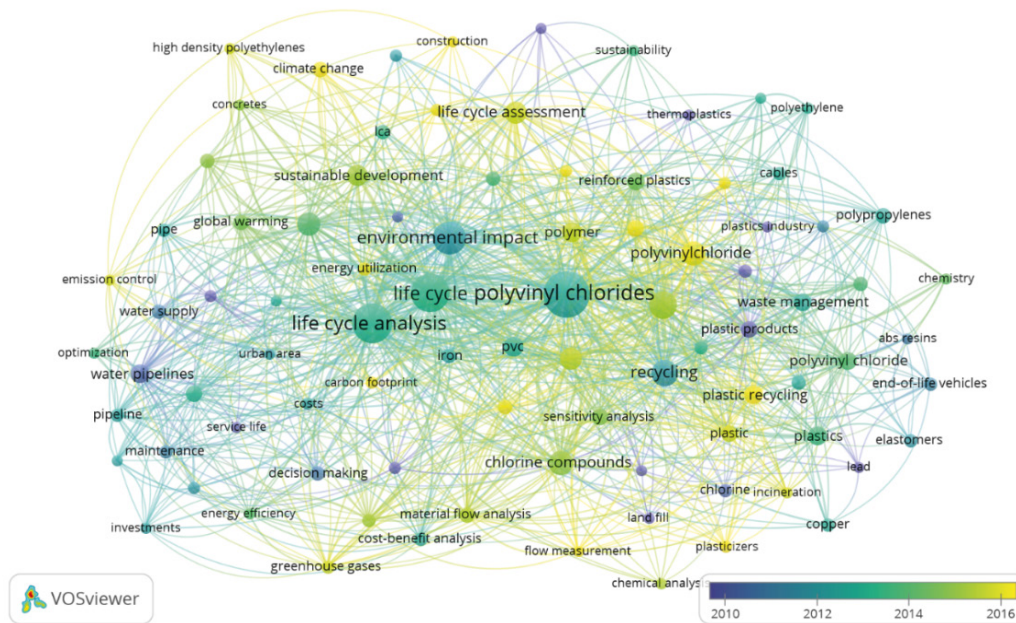
Gráfico 3: Principais vertentes de pesquisa identificada.



Fonte: Autores.

Ainda, foi avaliado a ocorrência dos termos que não são palavras-chave, mas estão diretamente relacionados com elas. Essa análise é importante para estudos bibliométricos visto que permite a identificação de assuntos que trocam informações sobre o tema em questão (MUNIK et al., 2012), propiciando um entendimento amplo das interfaces de conhecimento interligadas ao tema em questão. A Figura 2 apresenta a rede de ocorrência de termos.

Figura 2: Autores citados cinco vezes ou mais.

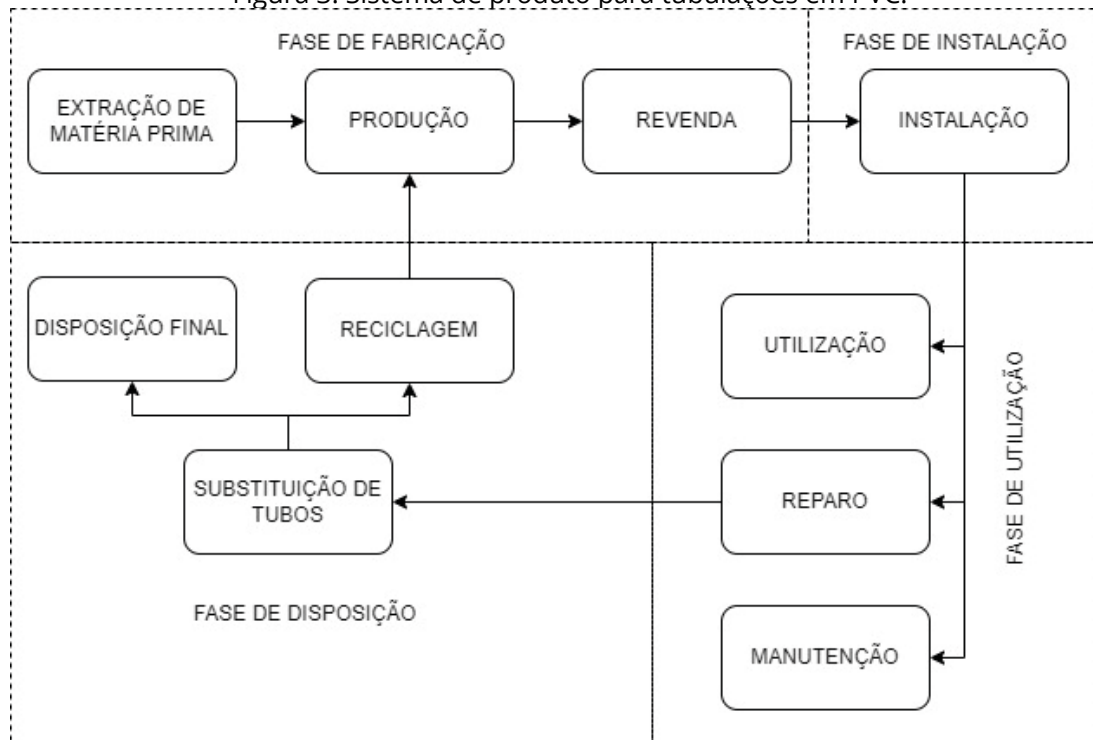


Fonte: Autores.

À medida que os nós vão crescendo maior é a ligação do termo ao tema de ACVs de tubos de PVC. As cores representam a mudança dos anos e as linhas interligando os nós tratam das relações entre um termo e outro. Por estarem intimamente correlatados com este trabalho destacam-se os termos: “environmental impact”, “polymer”, “recycling”, “energy utilization” e “sustainable development”.

Com relação às etapas da ACV de tubulações em PVC foi identificado, pelos estudos de Alsadi et al. (2020) e Vahidi et al. (2016), que o sistema de produto para esse material pode ser dividido entre quatro fases, sendo elas a fabricação, instalação, utilização e disposição, de acordo com a Figura 3.

Figura 3: Sistema de produto para tubulações em PVC.



Fonte: Alsadi et al. (2020) e Vahidi et al. (2016).

A fase de fabricação consiste na etapa inicial da ACV da tubulação, as matérias-primas do PVC são o cloro (Cl), advindo da eletrólise do cloreto de sódio (NaCl), e o eteno (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>), obtido por meio do craqueamento catalítico nas refinarias de petróleo (RODOLFO JR. et al., 2007). O principal processo industrial da produção de um tubo é a sua extrusão, essa metodologia configura na conformação da peça, a qual, ainda mistura, é forçada a passar através de compressão por uma matriz quente que molda a sua seção transversal, e, dessa forma, é nesse momento em que se define o diâmetro interno e externo das tubulações (CARVALHO, 2019).

Após a extrusão tem-se o resfriamento do tubo e a sua autenticação, instante onde se é colocado a patente do fabricante e informações como diâmetro, lote e data de produção (CALLISTER, 2016). A etapa de manejo é a responsável pela alocação dos tubos recém fabricados no local de armazenamento, acatando as respectivas recomendações das formas de alocação e proteção contra intempéries (ABPE, 2013). O ato da venda marca o fim da etapa de fabricação da tubulação.

Na fase de instalação é onde se tem a execução do projeto dimensionado, o que exige, de acordo com Piratla et al. (2012), uma mão de obra experiente e capacitada, procurando desenvolver um trabalho correspondente às exigências normativas e critérios de utilização.

A fase de utilização diz respeito ao desempenho das tubuções em relação às suas funções dentro da edificação. Essa etapa, conforme Piva e Wiebeck (1999), é a mais longa do ciclo de vida desse material, podendo chegar a até 200 anos quando implementadas às manutenções periódicas e técnicas de utilizações adequadas.

A fase final do ciclo de vida é a de disposição, onde se tem a destinação em aterros das tubulações que sofreram reparos ou foram substituídas. Ainda, para manter o sistema de produto em um processo cíclico, tem-se a alternativa de reciclar



o PVC, procedimento que recoloca um tubo danificado de volta ao processo de fabricação e o incorpora, novamente, ao emprego na edificação (BONELLI et al., 2005). É importante ressaltar que, conforme determinado por Pennafort Jr. et al. (2013), as propriedades mecânicas do PVC reciclado podem se mostrar inferiores àquelas de um PVC virgem, tendo em vista que o reprocessamento do material propicia um novo aquecimento, o que prejudica a estabilização das moléculas.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio dos resultados obtidos por esta revisão bibliográfica tornou-se possível verificar que existe uma tendência de aumento nas publicações acerca da ACV de tubos de PVC ao longo dos anos, entretanto, observa-se que o desenvolvimento científico brasileiro a respeito deste tema ainda é bastante deficiente quando comparado com países desenvolvidos, configurando uma incerteza nas emissões de GEE advindas desse ciclo de produção e utilização no Brasil.

Nota-se que a maioria dos artigos tratam da reciclagem dos tubos de PVC, o que mostra uma maior preocupação com a última etapa do ciclo de vida do produto, entretanto, foi indicado que a destinação final não é a parte que mais impacta o meio ambiente, sendo requerido uma atenção maior para as fases de fabricação e distribuição do material.

Percebe-se que os estudos elaborados estão publicados em periódicos de grande importância e veiculação, ratificando a ideia de que os estudos acerca da ACV de tubos de PVC são de interesse mundial, contribuem com a disseminação das práticas sustentáveis e colaboram com a gestão ambiental.

As emissões de gás metano ainda é um assunto pouco tratado nas pesquisas, visto que essas tendem a abordar os quantitativos de emissão de gás carbono (CH<sub>2</sub>), o que colabora com o estudo na diminuição das emissões dos GEE, mas não serve de parâmetro para contribuir com a meta brasileira de reduzir em 30% a liberação de CH<sub>4</sub>.

Observou-se que as pesquisas já desenvolvidas apresentam respostas para os questionamentos apresentados, sendo que para (I) tem-se um modelo de ciclo de vida bem semelhante entre todos os abordados, ficando a maioria concentrados entre a aquisição de cloro e eteno, seus processos químicos para a obtenção da resina de PVC e a conformação dos tubos e a distribuição ao destino final dos tubos. Para o segundo questionamento (II) observa-se uma preocupação com a fase de eletrólise da água salgada, manejo do maquinário industrial e o transporte, sendo essas etapas apontadas pelas pesquisas como os processos que mais consomem energia e, conseqüentemente, geram emissões para a atmosfera. Quando tratado da questão (III), é observado que as soluções apontadas estão vinculadas diretamente com o local geográfico de estudo e os modais de transporte predominantes na região, sendo que a distribuição realizada por meio de trens, principalmente na Europa, apresentou menores taxas de emissão de GEE. A resposta para o último questionamento (IV) é ampla e variada, pois está relacionada com a disponibilidade de tecnologias e aperfeiçoamentos nos processos de fabricação, tendo destaque na utilização de equipamentos mais modernos que apresentem menores consumos de energia na extração das matérias-primas e nos processos de conformação dos tubos.

Por fim, a metodologia adotada se mostrou como uma boa opção para avaliar o

estado da arte do tema aqui tratado e cumpriu com o objetivo proposto, permitindo identificar as principais publicações e autores, além de mostrar que a vertente de estudo que aborda a logística de transporte para a distribuição dos tubos de PVC ainda é pouco estudada e pode ser configurada como uma lacuna de conhecimento, principalmente no âmbito científico brasileiro.

## REFERÊNCIAS

- ALSADI, A. et al. E. **Environmental Impact Assessment of the Fabrication of Pipe Rehabilitation Materials**. J. Pipeline Syst. Eng. Pract. 2020. DOI 10.1061/(ASCE)PS.1949-1204.0000395.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO. ABPE. **As Indústrias de Transformação e Reciclagem de Plástico no Brasil**. 2022. Disponível em: [http://www.abiplast.org.br/wpcontent/uploads/2022/05/Preview\\_ABIPLAST\\_2021\\_web.pdf](http://www.abiplast.org.br/wpcontent/uploads/2022/05/Preview_ABIPLAST_2021_web.pdf). Acesso em: 21 de jun. 2022.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT. **NBR ISO 14040:2001**: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro - RJ. 2001.
- BAILEY, J. et al. Evidence relating to Object-Oriented software design: A survey. In: **First International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement**. Computer Society, 2007, Madri. Anais. Madri: ESEM, 2007.
- BONELLI, C. M. et al. **Polímeros**. 15, p.256 (2005). <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-14282005000400009>
- BRASKEM. **Relatório Integrado**. 2020. Disponível em: [https://www.braskem.com.br/portal/Principal/arquivos/relatorio-anual/Braskem\\_RI20\\_20\\_PT.pdf](https://www.braskem.com.br/portal/Principal/arquivos/relatorio-anual/Braskem_RI20_20_PT.pdf). Acesso em: 12 jan. 2022.
- CALLISTER, W D. **Ciência e engenharia de materiais: uma introdução**. Tradução: Sergio Murilo Stamile Soares. 9. ed. - Rio de Janeiro: LTC, 2016.
- CARVALHO, J. M. M. **Otimização de processos produtivos de extrusão**. Instituto Superior de Engenharia do Porto. 2019.
- DU F., et al. Life cycle analysis for water and wastewater pipe materials. In: **Journal of Environmental Engineering**. Estados Unidos. 2013.
- FILKS, I., et al. COP26: Brasil assina compromisso global pela redução de emissão de gás metano em 30%. **CNN BRASIL**. 02 nov. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/paises-aderem-ao-pacto-de-reducao-de-emissoes-de-metano/>. Acesso em: 10 jan. 2022.
- JCR. **Journal Citation Report**. Institute Scientific Information 2021.
- MENDES, N. C., et al. Avaliação de Impacto do Ciclo de Vida: revisão dos principais métodos Palavras-chave. **Production**, 2013.
- MONTENEGRO, M., et al. **Atlas do Plástico: Fatos e números sobre o mundo dos polímeros sintéticos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Fundação Heirich Böll. 2020. ISBN 978-65-87665-02-3
- MUNIK, J., et al. Uma análise de citações e co-citações em estratégia de operações em serviço: um estudo das empresas de projetos. **Revista Gestão Industrial**. V. 8, n. 2. 2012. DOI: 10.3895/S1808-04482012000200010.
- PENNAFORT JR. et al. **Avaliação e caracterização de tubos fabricados com PVC reciclado**. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*. São Carlos-SP, v. 23, n. 4, p. 547-551. 2013.
- PETERSEN, K, et al. **Systematic Mapping Studies in Software Engineering**. School of Engineering, Blekinge Institute of Technology. Universidade de Bari, Itália, 2008.
- PETIT-BOIX A., et al. Integrated Structural Analysis and Life Cycle Assessment of Equivalent Trench-Pipe Systems for Sewerage. **Water Resources Management**, 2016.
- PETTICREW, M.; ROBERTS, H. Systematic reviews in the social sciences: A practical guide. **John Wiley & Sons**, 2008.
- PINTO, A. C; ANDRADE, J. B. **Fator de impacto das revistas científicas: qual significado desse parâmetro?** Instituto de Química - Universidade Federal do Rio de Janeiro. 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40421999000300026> Acesso em: 13 dezembro 2021.
- PIRATLA, K., et al. Estimation of CO 2 emissions from the life cycle of a potable water pipeline Project. 2012. **J. Manage. Eng.**, 28 (1), pp. 22-30., JMENEA 0742-597X 10.1061/(ASCE)ME.1943-

5479.0000069.

PIVA A. M.; WIEBECK H. **Reciclagem mecânica do PVC: uma oportunidade de negócio**. São Paulo: Instituto do PVC, 1999.

RODOLFO JUNIOR, A. et al. **Tecnologia do PVC**. Braskem, São Paulo. 2 ed. 2006.

SEEG. Sistema de Estimativa de Emissões e Remoções de Gases do Efeito Estufa. **Brasil**. Disponível em: [https://plataforma.seeg.eco.br/total\\_emission#](https://plataforma.seeg.eco.br/total_emission#). Acesso em: 15 jan. 2022.

TEE, K.F., et al. Reliability based life cycle cost optimization for underground pipeline networks. *Tunn. Undergr. **Space Technol***, 43, pp. 32-40. 2014.

VENKATESH, G et al. Combined MFA-LCA for analysis of wastewater pipeline networks. *J Ind Ecol*, 13 (4), pp. 532-550. 2009.

ZANGHELINI, G. M. et al. A bibliometric overview of Brazilian LCA research. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, v. 1997, 2016.



## 02. Resistência, desempenho, problema e recuperação estrutural



03.





# **Impacto social e econômico**



### 03. Impacto social e econômico



# ARQUITETURA ESCOLAR SENSÍVEL AO PROCESSAMENTO SENSORIAL DOS AUTISTAS: ESTUDO DO CONFORTO VISUAL POR MEIO DA APO DA E. M. LUIZA TERRA DE ANDRADE – RJ

*SCHOOL ARCHITECTURE SENSORY PROCESSING OF AUTISTS: STUDY OF  
VISUAL COMFORT THROUGH THE APO OF E. M. LUIZA TERRA DE ANDRADE  
– RJ*

Data de aceite: 02/09/2022 | Data de submissão: 26/08/2022

**SILVA, Juliana Christiny Mello da**, Arquiteta Urbanista - mestranda do PROARQ  
Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
(FAU), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil,  
E-mail: [juliana.mello@fau.ufrj.br](mailto:juliana.mello@fau.ufrj.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6467-255X>

**DI TRAPANO, Patrícia**, Doutora  
Professora da Escola de Belas Artes (EBA) e pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em  
Arquitetura (PROARQ), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), Universidade Federal do Rio  
de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil, E-mail: [patrizia@eba.ufrj.br](mailto:patrizia@eba.ufrj.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3269-7282>.

**SANTOS, Maria Julia de Oliveira**, Doutora  
Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ), Faculdade de Arquitetura  
e Urbanismo (FAU), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil,  
E-mail: [mariajuliasan@gmail.com](mailto:mariajuliasan@gmail.com).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6606-9738>.

**BRASIL, Paula de Castro**, Doutora  
Professora no departamento de engenharia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ)  
e Professora do curso de arquitetura e urbanismo do Centro Universitário La Salle do Rio de  
Janeiro (UNILASALLE-RJ), Rio de Janeiro, Brasil, E-mail: [paula.brasil@lasalle.org.br](mailto:paula.brasil@lasalle.org.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4486-6952>.

**ROLA, Sylvia Meimaridou**, Doutora  
Professora do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ), Faculdade de Arquitetura  
e Urbanismo (FAU), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), Rio de Janeiro, Brasil,  
E-mail: [sylviarola@fau.ufrj.br](mailto:sylviarola@fau.ufrj.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6321-8857>

## RESUMO:

Esta pesquisa analisa a E. M. Luiza Terra de Andrade, com o objetivo de verificar se esta unidade escolar possui estrutura física, com foco sobre o conforto visual, capaz de atender educandos com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA). Busca-se criar parâmetros de projeto para a construção de escolas sensíveis às características dos autistas, visto que os Transtornos de Discriminação Sensorial (TDS) destas pessoas interferem na maneira como elas extraem as informações visuais dos ambientes construídos. Pelo método correlacional examinaram-se as relações entre os TDS e os comportamentos dos autistas com os aspectos visuais dos ambientes. O método qualitativo permitiu a apropriação de informações sobre o neurodesenvolvimento e a psicologia ambiental. Por meio da pesquisa experiencial foi possível estruturar a avaliação pós-ocupação (APO) realizada. Assim, verificou-se que a Escola analisada, no que se refere aos aspectos de conforto visual, não atende as particularidades dos autistas, impactando o atendimento destes educandos.

## PALAVRAS-CHAVE:

Autismo; Avaliação pós-ocupação. Conforto ambiental. E. M. Luiza Terra de Andrade. Processamento sensorial.

## ABSTRACT:

*This research analyzes E. M. Luiza Terra de Andrade, with the objective of verifying if this school unit has a physical structure, focusing on visual comfort, capable of serving students with Autism Spectrum Disorder (ASD). The aim is to create design parameters for the construction of schools sensitive to the characteristics of autistic people, since the Sensory Discrimination Disorders (SDD) of these people interfere in the way they extract visual information from the built environments. Using the correlational method, the relationships between TDS and autistic behaviors with the visual aspects of environments were examined. The qualitative method allowed the appropriation of information on neurodevelopment and environmental psychology. Through the experiential research, it was possible to structure the post-occupancy evaluation (POA) carried out. Thus, it was found that the analyzed School, with regard to aspects of visual comfort, does not meet the particularities of autistic people, impacting the care of these students.*

**KEYWORDS:**

*Autism. Post-occupancy assessment. Environmental comfort. E.M. Luiza Terra de Andrade. Sensory processing.*

## 1 INTRODUÇÃO

Pesquisas realizadas no campo da psicologia ambiental descrevem que o ambiente físico é capaz de exercer uma série de influências sobre as pessoas, que são exteriorizadas por meio do comportamento, das emoções, das percepções e da avaliação que o indivíduo realiza acerca do espaço que o envolve. Estas avaliações são exteriorizadas a partir de ações que o próprio indivíduo realiza ou na maneira como ele se apropria do espaço, demonstrando a sua satisfação, familiaridade, repulsa ou isolamento e conforto em relação ao ambiente construído.

Destaca-se que o ambiente exerce influência direta sobre os indivíduos. As pessoas exercem suas influências sobre o meio e o meio exercer fortes influências sobre elas (KOWALTOWSKI; LABAKI; PINA, 2001).

A interação do usuário com a arquitetura configura-se a partir de fontes de estímulos. Existe a necessidade de humanizar o espaço interno e externo, atribuindo-lhes características dos usuários, adequando a proporção do edifício com a escala humana, permitindo a manipulação do mobiliário pelos usuários (KOWALTOWSKI, 1980).

O conjunto dos sentidos classificados como: visão, olfato, tato e audição permitem que as pessoas percebam o espaço físico existente ao seu redor. A partir do processo cognitivo, as informações colhidas durante a percepção são processadas e armazenadas. A memória recupera outras informações e influências anteriores como cultura e aspectos familiares, para que novas conexões sejam feitas. Neste momento, sensações como satisfação, conforto e aceitação são apropriadas pelo indivíduo (NOGUEIRA, 2007). Tais informações demonstram que as informações sensoriais, oriundas dos ambientes, impactam diretamente o conforto ambiental dos usuários.

Quando se trata de uma edificação de ensino, especializada no atendimento ao educando com Transtorno do Espectro do Autismo (TEA), verifica-se que a arquitetura escolar pode influenciar o comportamento deste grupo de usuários. Segundo Kanner (1943), o autismo é definido como uma alteração do desenvolvimento caracterizada pela: incapacidade de estabelecer relações com outras pessoas, atrasos e alterações na aquisição da linguagem, desejo obsessivo de imutabilidade no ambiente e tendência para atividades repetitivas.

Segundo HYMAN; LEVY e MYERS (2020) as crianças com transtorno do espectro do autismo (TEA) frequentemente demonstram processamento atípico das

informações sensoriais e déficits nas habilidades atencionais. Os autores destacam ainda, que a organização do ambiente físico, para crianças autistas, precisa evitar as frustrações, minimizar as distrações e a desregulação sensorial.

Verifica-se a importância desta análise a partir do aumento de diagnósticos de autismo realizados a cada ano no Brasil e no mundo. No Brasil foi realizado um estudo epidemiológico em São Paulo, por de Paula et al. (2011), que encontrou a frequência de 0,3% na população, ou seja, cerca de 600 mil brasileiros diagnosticados com TEA. Considerando essa estimativa devem existir cerca de 40 mil crianças e adolescentes com TEA no Estado analisado. Já segundo OPAS e OMS (2017), “estima-se que, em todo o mundo, uma em cada 160 crianças tem Transtorno do Espectro do Autismo”. No que se refere ao cenário nacional brasileiro, segundo Brasil (2019), por meio da Lei 13.861, de 2019, a partir de 2020 os censos demográficos, a serem realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), irão incluir informações específicas sobre as pessoas com autismo e irão calcular o número de autistas no Brasil.

O objetivo central deste estudo é verificar se a Escola Municipal Luiza Terra de Andrade está preparada para atender às necessidades visuais dos autistas. A seguinte análise é estruturada como uma pesquisa qualitativa, que busca verificar a qualidade dos ambientes educacionais e destacar como tais ambientes influenciam o comportamento de seus usuários. A seleção deste estudo de caso ocorreu pelo fato desta escola ser um exemplar de uma unidade de ensino regular brasileira. Destaca-se, a seguir, Leis que asseguram que as escolas regulares brasileiras devem receber e atender a educandos com autismo:

De acordo com Brasil (2012), a Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012, instaura a Política Nacional de Proteção dos Direitos das Pessoas com TEA, que assegura o acesso do autista a todas as políticas de inclusão do país, destacando-se, dentre elas, a educação. O Artigo Primeiro, no Parágrafo Segundo, descreve que: “A pessoa com transtorno do espectro autista é considerada pessoa com deficiência, para todos os efeitos legais”. O Artigo Terceiro, Inciso Quarto e Alínea a diz que: “São direitos da pessoa com transtorno do espectro autista”: O acesso à educação e ao ensino profissionalizante. O Artigo Sétimo: “O gestor escolar, ou autoridade competente, que recusar a matrícula de educandos com transtorno do espectro autista, ou qualquer outro tipo de deficiência, será punido com multa de 3 (três) a 20 (vinte) salários-mínimos” (BRASIL, 2012).

A Lei brasileira nº 13.146, de 6 de julho de 2015, trata da Inclusão da Pessoa com Deficiência e possui o objetivo de: “a assegurar e a promover, em condições de igualdade, o exercício dos direitos e das liberdades fundamentais por pessoa com deficiência, visando à sua inclusão social e cidadania” (BRASIL, 2015).

O Artigo 27: “A educação constitui direito da pessoa com deficiência, assegurado sistema educacional inclusivo em todos os níveis e aprendizado ao longo de toda a vida, de forma a alcançar o máximo desenvolvimento possível de seus talentos e habilidades físicas, sensoriais, intelectuais e sociais, segundo suas características, interesses e necessidades de aprendizagem”. Parágrafo único. É dever do Estado, da família, da comunidade escolar e da sociedade assegurar educação de qualidade à pessoa com deficiência, colocando-a a salvo de toda forma de violência, negligência e discriminação (BRASIL, 2015).

Já o Artigo 28: “Incumbe ao poder público assegurar, criar, desenvolver,

implementar, incentivar, acompanhar e avaliar”: Inciso primeiro: “sistema educacional inclusivo em todos os níveis e modalidades, bem como o aprendizado ao longo de toda a vida”; Inciso segundo: “aprimoramento dos sistemas educacionais, visando a garantir condições de acesso, permanência, participação e aprendizagem, por meio da oferta de serviços e de recursos de acessibilidade que eliminem as barreiras e promovam a inclusão plena”; Inciso terceiro: “projeto pedagógico que institucionalize o atendimento educacional especializado, assim como os demais serviços e adaptações razoáveis, para atender às características dos estudantes com deficiência e garantir o seu pleno acesso ao currículo em condições de igualdade, promovendo a conquista e o exercício de sua autonomia”; Inciso quinto: “adoção de medidas individualizadas e coletivas em ambientes que maximizem o desenvolvimento acadêmico e social dos estudantes com deficiência, favorecendo o acesso, a permanência, a participação e a aprendizagem em instituições de ensino”; Inciso décimo sexto: “acessibilidade para todos os estudantes, trabalhadores da educação e demais integrantes da comunidade escolar às edificações, aos ambientes e às atividades concernentes a todas as modalidades, etapas e níveis de ensino” (BRASIL, 2015).

Assim, para a realização desta investigação o método de análise empregado é caracterizado como uma análise correlacional e qualitativa. O método correlacional foi aplicado durante as análises, desenvolvidas a partir da revisão bibliográfica sistematizada e crítica, sobre os temas centrais onde foram relatadas as relações e as variáveis existentes entre o ambiente construído e os comportamentos do autista. A pesquisa também é qualitativa, pois busca analisar o impacto dos estímulos visuais do ambiente construído sobre o conforto ambiental dos educandos com TEA. Para tal foi empregada a teoria fundamentada, que trata da criação de teorias, que permitiu a apropriação de dados e conhecimentos oriundos de campos de conhecimentos que não pertencem ao domínio da arquitetura, como: o neurodesenvolvimento, a psicologia e o comportamento humano, para contextualizar e justificar as diretrizes propostas na arquitetura. Ainda no método qualitativo foi empregada a pesquisa experiencial que possibilitou, através de suas ferramentas, realizar um estudo de caso na Escola Municipal Luiza Terra de Andrade, para verificar se a estrutura física da escola mencionada é confortável e atende às necessidades, relacionadas ao conforto visual, dos educandos com TEA.

Nota-se que o projeto de arquitetura escolar, para autistas, precisa ter como base as particularidades de percepção sensorial deste público alvo. Deste modo, o presente trabalho busca compreender os impactos dos estímulos visuais sobre o conforto ambiental, o comportamento e desenvolvimento educacional das pessoas com TEA. A partir destas análises são demonstradas como o edifício escolar influencia o ensino aprendizagem do educando com autismo e são apontadas estratégias de projetos que possuem a finalidade de atender às necessidades dos autistas através de ambientes de estudo visualmente sensíveis e confortáveis.

A habilidade de interpretar as características temporais e espaciais dos diversos estímulos sensoriais é chamada discriminação (LANE et al., 2000). Os Transtornos de Discriminação Sensorial (TDS) são caracterizados pelos déficits existentes no momento de perceber e interpretar a qualidade de estímulos sendo eles de natureza visual, tátil, auditiva, vestibular, proprioceptiva, gustativa e/ou olfativa (CAMINHA, 2008; LAMBERTUCCI, 2013).

A dificuldade de articular naturalmente os fragmentos das informações para construir uma interpretação completa da informação absorvida é uma característica marcante do autismo decorrente da falha em modular a experiência sensorial (BOSA, 2001).

De forma geral, pesquisas apontam que entre 45 e 96% dos indivíduos diagnosticados com TEA apresentam características sensoriais atípicas (BEN-SASSON et al., 2009b; SCHAAF et al., 2014), evidenciando alterações em mais de uma modalidade sensorial (CAMINHA; LAMPREIA, 2012). Segundo os estudos de Harrison e Hare (2005), 70% a 80% das crianças autistas apresentam anormalidades sensoriais. Já Tomchek e Dunn (2007), encontraram uma prevalência de problemas sensoriais em 95% das crianças autistas avaliadas em suas análises. De acordo com Baker, Lane, Angley & Young (2007), os resultados de suas pesquisas apontam que 82% das crianças autistas, que participaram das análises, possuem algum grau de dificuldade de processamento sensorial e a maioria apresenta prejuízos em mais de uma área sensorial simultaneamente. Verificou-se ainda que, tais prejuízos no processamento sensorial possuem relação direta com os altos níveis de problemas comportamentais, emocionais e com os problemas nas habilidades de vida diária. Já segundo APA (2014), os autistas possuem hiper ou hiporreatividade a estímulos sensoriais, ou interesse incomum por aspectos sensoriais do ambiente.

Com a finalidade de analisar as questões particulares a visão, a seguir é possível observar diversos estudos que destacam as particularidades existentes na percepção dos estímulos visuais em pessoas com autismo. O estudo de Kientz e Dunn (1997), aponta que 40% ou mais dos autistas analisados: [1] Cobrem os olhos ou apresentam estrabismo sob luzes brilhantes; [2] Evitam contato visual; [3] Possuem dificuldade em montar quebra-cabeças (dificuldade de diferenciar coisas semelhantes); [4] Apresentam dificuldade em encontrar objetos em contextos concorrentes (ou seja, sapatos em uma sala bagunçada, brinquedo favorito na gaveta com outros objetos) [5] Possuem problemas para permanecer nas entrelinhas ao colorir ou ao escrever.

A discriminação visual interfere na capacidade de diferenciar coisas parecidas como as letras d, b, p e q (LANE et al., 2000; CAMINHA, 2008; MAGALHÃES, 2008). Já segundo APA (2014), o autista possui fascinação visual por luzes ou movimento.

Os autistas na maioria das vezes possuem menos capacidade de discriminação cromática. Tal característica é verificada independentemente se o mesmo tem ou não alguma hipersensibilidade. As cores corroboram para o equilíbrio emocional e podem estimular os sentimentos de desejo ou desgosto que influenciam no aprendizado. É perceptível a necessidade de utilização de tons mais claros, pastéis ao invés de se empregar padrões bicoloridos ou multicoloridos (PIETRA, 2018).

Os tons das cores exercem efeitos diferentes nas pessoas. Os especialistas se apropriam desta constatação para estimular as pessoas com TEA e trabalhar habilidades cognitivas e sociais. Contudo, algumas cores impactam negativamente os autistas por conta de sua sensibilidade visual. Assim, a hipersensibilidade e hipossensibilidade precisa ser verificada para evitar que os autistas fiquem sobrecarregados visualmente quando forem estimulados. O laranja e o amarelo são tons que despertam a sociabilidade dos autistas sendo indicados para estimular o bom humor. Já o azul é a cor propícia para influenciar a comunicação verbal e ideal para transmitir calma e equilíbrio. Destaca-se que é aconselhável evitar o

emprego de cores com tons escuros e fortes que tendem a interferir na aprendizagem. Tais cores podem deixar o autista confuso (NEUROSABER, 2021).

Desta forma, nota-se a importância de analisar as características visuais dos autistas e diante destas informações é preciso assegurar que as necessidades dos educandos com TEA sejam atendidas em todo o território nacional. A partir das leis mencionadas, anteriormente, verifica-se que os autistas possuem por Lei o direito de acesso à educação. O Estado deve garantir o atendimento educacional especializado às pessoas TEA, preferencialmente na rede regular de ensino. Contudo, nota-se que para que o autista seja atendido de forma adequada é necessário que o corpo docente esteja preparado para receber estes educandos. Torna-se crucial ainda, a adequação da estrutura física das escolas.

## 2 APO DA E. M. LUIZA TERRA DE ANDRADE: ANÁLISE SOBRE O CONFORTO VISUAL

Com a finalidade de analisar se a Escola Municipal Luiza Terra de Andrade (figura 1), no que se refere ao conforto visual, é adequada para o atendimento de crianças e adolescentes com TEA, foi realizada uma avaliação pós-ocupação (APO). Esta unidade educacional fica localizada no Estado do Rio de Janeiro, Região da Costa do Sol, na cidade de São Pedro da Aldeia, no Bairro Campo Redondo. A mantenedora é a Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia. Foi fundada no dia 16/10/1986 e registrada sobre o Decreto n.º 262 de 16/10/1986 da Prefeitura mencionada. A escola recebeu este nome em homenagem à senhora Luiza Terra de Andrade, que gentilmente doou o terreno para a construção do prédio educacional em decorrência da inexistência de uma unidade escolar no bairro citado (MOREIRA; AZEVEDO, 2012). Atualmente é a única escola do bairro que atende educandos do sexto ao nono ano do Ensino Fundamental e Educação de Jovens e Adultos (EJA), oriundos dos bairros: Campo Redondo, Colina e São João (ANDRADE, 2016).

Figura 1: Fachada principal da E. M. Luiza Terra de Andrade.



Fonte: SILVA e BRASIL, 2019.

A partir das informações apresentadas nota-se a importância da unidade escolar mencionada para o bairro do Campo Redondo. Assim, foi desenvolvido um estudo de caso para verificar a qualidade espacial da referida edificação de ensino, no que se refere aos aspectos visuais.

A avaliação pós-ocupação (APO) é um processo rigoroso e sistemático de análise de um edifício construído após um determinado período de sua ocupação. A APO possui como alvo os usuários da edificação e suas necessidades. A partir das análises realizadas é possível tanto compreender as decisões tomadas no decorrer da execução do projeto, quanto assimilar o desempenho atual do edifício, seus desdobramentos e consequências sobre os usuários. Este conhecimento forma uma base sólida para a concepção de futuros edifícios (PREISER, 1988). Com base no método experiencial a APO, da E. M. Luiza Terra de Andrade, utilizaram-se as seguintes ferramentas: 1- Walkthrough; 2- Poema dos Desejos e 3- Questionários.

Destaca-se que as ferramentas aplicadas durante a APO da E. M. Luiza Terra de Andrade foram realizadas com pessoas neurotípicas. No momento da pesquisa não foi identificado a existência de crianças autistas nesta unidade de ensino. Contudo, o objetivo é verificar se esta escola, no que se refere ao conforto visual, está preparada para atender as necessidades visuais dos educandos com TEA.

## 2.1. Walkthrough

A walkthrough é uma metodologia de análise que consiste em articular observações de técnicos com entrevistas dos usuários de determinado equipamento arquitetônico. A walkthrough avalia o desempenho do ambiente construído e identifica de maneira descritiva os aspectos negativos e positivos dos ambientes analisados. Para executar as análises pode-se utilizar técnicas de registro, como, por exemplo, plantas, check-lists, gravações de áudio e de vídeo, fotografias, desenhos, fichas, etc (RHEINGANTZ et al, 2009).

A análise walkthrough da E. M. Luiza Terra de Andrade foi realizada em todos os ambientes/cômodos existentes na unidade escolar e articulou os registros iconográficos com entrevistas informais com os usuários dos respectivos ambientes. Uma amostra dos resultados pode ser observada no quadro 1, que é uma ficha técnica da análise walkthrough realizada em uma das salas existentes na escola.

Quadro 1: Ficha de Registro da Análise walkthrough.

<b>Ambiente:</b> Sala de Aula 1	<b>Data:</b> 12/12/2018	<b>Ocupantes:</b> Crianças de 11- 12 anos
<b>Atividades:</b> Ambiente de ensino- aprendizagem	<b>Área Aproximada:</b> 30m <sup>2</sup>	<b>Pé Direito:</b> 2.60m
<p><b>Mobiliário:</b> O acabamento do material das mesas existentes na sala, por ser muito claro (quase branco) e não possuir acabamento opaco, proporciona a ocorrência de ofuscamento. A quantidade de mobiliário destinados aos docentes não atente à quantidade de educandos que utilizam o ambiente e o mobiliário existente encontra-se em péssimas condições de uso.</p>		
<p><b>Materiais:</b> Piso cerâmico branco, caracterizado pela existência de micro pontos da cor preta e acabamento brilhoso, gera a refletância da luz. Alvenaria, paredes e teto, possuem acabamento de pintura branca, que a princípio é benéfico para a distribuição uniforme de iluminância. As esquadrias, portas e janelas, encontram-se em mau estado ruim de conservação. As janelas não possuem vidro.</p>		
<p><b>Iluminação:</b> O ambiente recebe iluminação natural direta. Existe uma janela e uma porta direcionada para uma varanda, mas o dimensionamento da varanda não permite que estas esquadrias sejam protegidas da radiação direta dos raios solares, gerando o ofuscamento dos usuários. Já a janela lateral não possui proteção solar, a mesma é exposta à irradiação direta do sol. A irradiação direta do sol causa ofuscamento. Já no quadro branco a reflexão veladora prejudica a visibilidade dos textos e imagens durante o ensino-aprendizagem.</p>		



Figura 2: planta baixa, destaque sala 1. Fonte: SILVA e BRASIL, 2019.



Figura 3: Janela lateral, sem vidros e com iluminação direta. Fonte: SILVA e BRASIL, 2019.



Figura 4: Janela e porta que ficam direcionadas para a varanda localizada na fachada frontal da escola. Fonte: SILVA e BRASIL, 2019.



Figura 5: Revestimento do piso. Fonte: SILVA e BRASIL, 2019.



Figura 6: Reflexão veladora no quadro branco da sala. Fonte: SILVA e BRASIL, 2019.

Fonte: SILVA e BRASIL, 2019.

A sala de aula 1 possui características similares com as demais salas da escola. Assim, através da análise walkthrough ficam claras as inadequações do ambiente de ensino-aprendizagem, nas quais os aspectos de conforto visual colocam em risco o desenvolvimento acadêmico e a saúde dos estudantes e docentes.

## 2.2. Poema dos desejos

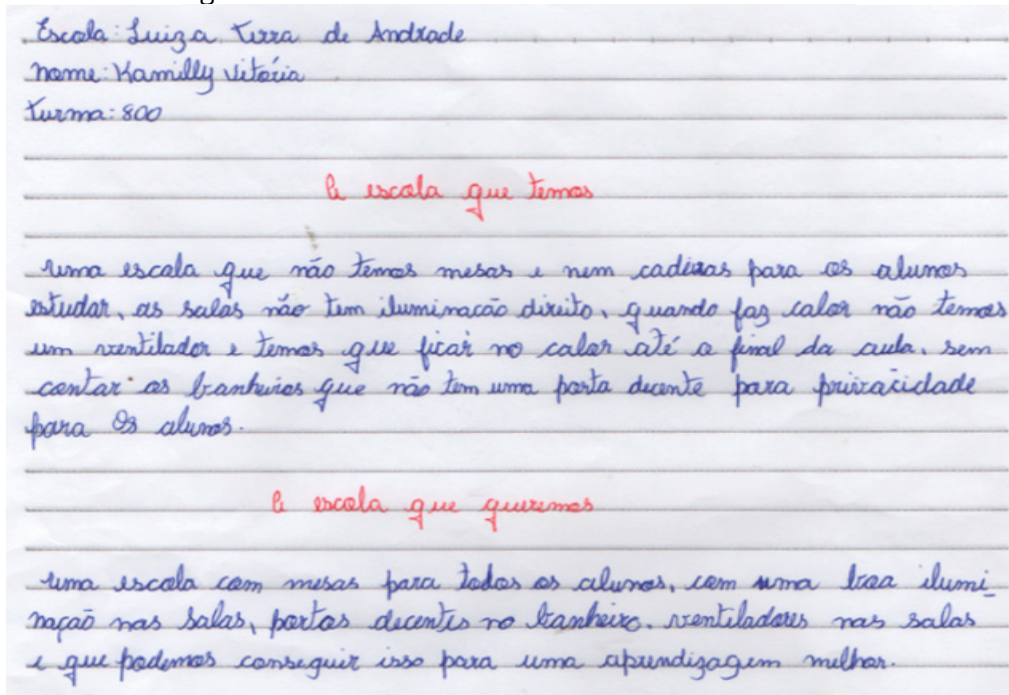
Wish Poems ou Poema dos Desejos é um método que encoraja os usuários a refletirem e descreverem o ambiente de seus sonhos através de um processo aberto, de livre expressão, que incentiva e se baseia na espontaneidade das respostas. Diferentemente dos poemas tradicionais que rimam, o poema dos desejos deve ser espontâneo e permitir a liberdade na expressão dos sentimentos traduzidos em palavras (SANOFF, 2001). É um instrumento de pesquisa utilizado para que os usuários de um determinado ambiente possam expressar através de sentenças escritas ou de desenhos suas necessidades e desejos em relação ao ambiente construído onde pratica atividades. Destaca-se ainda, que este método impulsiona a estruturação de projetos arquitetônicos participativos, pois reconhece os usuários e suas necessidades (RHEINGANTZ et al, 2009).

No Poema dos Desejos, da E. M. Luiza Terra de Andrade, os educandos escreveram um pequeno texto narrando os pontos positivos e negativos do edifício escolar apontando as suas necessidades, desejos e sonhos. A partir do recurso do desenho foi proposto que os educandos realizassem dois desenhos: o primeiro



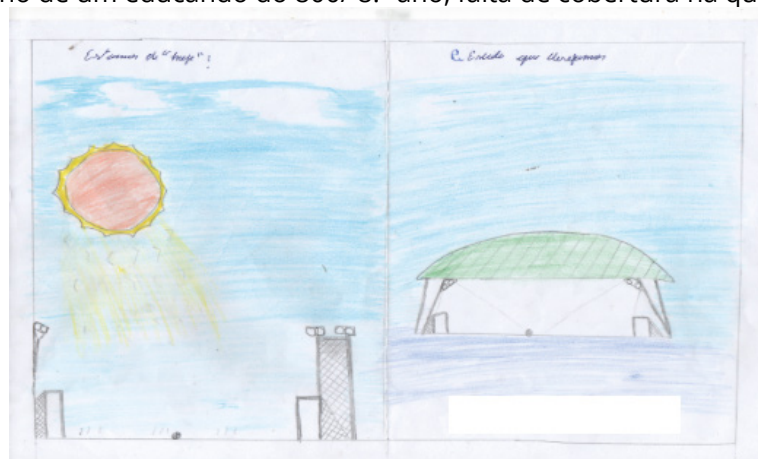
desenho é intitulado: “A escola de hoje” e o segundo é intitulado: “A escola que queremos”. A seguir é possível observar um exemplar de texto (figura 7) e um dos desenhos (figura 8) desenvolvidos por educandos da turma 800/ 8.º ano, que possuem em média 13-14 anos. Destaca-se que, os discentes que participaram não são autistas.

Figura 7: Poema de uma aluna da turma 800 / 8.º ano.



Fonte: SILVA e BRASIL, 2019.

Figura 8: Desenho de um educando do 800/ 8.º ano, falta de cobertura na quadra de esportes.



Fonte: Autoras.

A partir dos desenhos e poemas desenvolvidos ficam claros os anseios e necessidades dos educandos frente aos ambientes de ensino. Note-se que, os pedidos realizados fazem a referência a elementos básicos de uma escola. Isto exemplifica o sentimento e a percepção que estes usuários possuem da escola em que estudam.

### 2.3. Questionários

O questionário é uma ferramenta de pesquisa que contempla perguntas referentes

a uma determinada temática ou problema. Ele deve ser respondido pelo público alvo do estudo sem a presença do pesquisador e deve ser entregue pessoalmente ou enviado por correio, e-mail, ou ser realizado diretamente pela internet através de questionário online. É um instrumento frequentemente utilizado nas avaliações de desempenho, pois possibilita descobrir regularidades entre o grupo de usuários envolvido na pesquisa (RHEINGANTZ et al, 2009).

Durante a APO, da E. M. Luiza Terra de Andrade, foram aplicadas quatro categorias de questionários conforme os diferentes grupos de usuários existentes na unidade educacional. Um questionário foi direcionado aos discentes, um aos professores, um aos demais funcionários e outro aos responsáveis de cada educando. A seguir nota-se fragmentos transcritos, de cada categoria de questionário. Destaca-se nestes fragmentos as respostas dos participantes relacionados ao conforto visual.

Quadro 2: Fragmentos transcritos de cada categoria de questionário aplicado.

**Fragmento do questionário, exemplar respondido por uma aluna da turma 802 - (SILVA e BRASIL, 2019):**

Pergunta 13: Você tem alguma ideia para deixar a sala de aula mais legal e mais bonita?

**Resposta:** Refazer o piso e fechar as janelas.

Pergunta 14: Você tem alguma ideia para deixar a escola de aula mais legal e mais bonita?

**Resposta:** Reformar a escola toda.

**Fragmentos do questionário, exemplar respondido por uma professora - (SILVA e BRASIL, 2019):**

Pergunta 11: A Escola é adequada ao ensino aprendizagem? ( ) sim ( ) não, por quê?

**Resposta:** (x) não. Existem áreas com carência, o que dificulta o ensino e aprendizagem.

Pergunta 23: Você gosta das cores das paredes da Escola? ( ) sim ( ) não

**Resposta:** (x) não.

Pergunta 24: No processo de ensino aprendizagem a arquitetura da escola favorece e estimula o professor? ( ) sim ( ) não

**Resposta:** (x) não.

Pergunta 25: Qual a sua sugestão para melhorar a estética da escola?

**Resposta:** Derrubar e reconstruir.

Pergunta 48: O mobiliário disponível é adequado/ suficiente para atender aos educandos? ( ) sim ( ) não

**Resposta:** (x) não.

Pergunta 31: A luz do sol atrapalha as atividades na sala de aula? ( ) sim ( ) não

**Resposta:** (x) sim.

Pergunta 41: A Escola é adequada para atender crianças com necessidades especiais? ( ) sim ( ) não

**Resposta:** (x) não.

Pergunta 60: A luz do sol atrapalha as atividades nas áreas externas? ( ) sim ( ) não

**Resposta:** (x) sim.

Pergunta 57: No verão a sala de aula é? ( ) muito quente; ( ) quente; ( ) agradável; ( ) fria.

**Resposta:** (x) muito quente

**Fragmentos do questionário, exemplar respondido por uma servente - (SILVA e BRASIL, 2019):**

Pergunta 22: As áreas externas são bem iluminadas? ( ) sim ( ) não.

**Resposta:** (x) sim.

Pergunta 23: As áreas internas (sala de aula, etc.) são bem iluminadas (iluminação natural)? ( ) sim ( ) não

**Resposta:** (x) não.

Pergunta 24: A luz do sol atrapalha as atividades nas áreas comuns? ( ) sim ( ) não

**Resposta:** (x) sim.

Pergunta 34: A Escola é adequada para atender crianças com necessidades especiais? ( ) sim ( ) não.

**Resposta:** (x) não.

Pergunta 47: Qual a sua sugestão para melhorar o seu espaço de trabalho?

**Resposta:** Reformar e pintar com cores vivas.

**Fragmentos do questionário, exemplar respondido por uma servente - (SILVA e BRASIL, 2019).**

Pergunta 16: Quais os 3 principais problemas dos ambientes físicos da Escola?

**Resposta:** 1: Manutenção em sala de aula, ex: cadeiras muitas vezes faltam. 2: época de verão falta ventilador. 3: Ambiente sujo, com falta de pintura e janelas danificadas.

Fonte: Autoras.

A partir destes exemplares e todos os outros questionários respondidos verificou-se uma coesão nas respostas da maioria dos participantes, que apontaram as mesmas problemáticas em suas respostas. Destaca-se, o déficit no conforto visual, a falta de sinalização nos pisos, para deficientes visuais e marcadores com escrita em braile. Assim, verifica-se que em relação aos aspectos visuais a escola não é acessível a educandos com necessidades especiais.

### **3 RECOMENDAÇÕES PROJETUAIS PARA A E. M. LUIZA T. DE ANDRADE: A SETORIZAÇÃO SENSORIAL E O CONFORTO VISUAL DOS AUTISTAS, COM BASE NA APO DESENVOLVIDA**

Nota-se que a setorização funcional se resume a materialização do programa de necessidades estruturado a partir da organização de setores, como, por exemplo: setor pedagógico; setor de serviço e setor de secretaria/ direção. A setorização funcional já é bastante difundida no processo de projeto de edifícios escolares.

A setorização sensorial, instrumento em desenvolvimento na pesquisa de mestrado da autora principal deste estudo, consiste no projeto dos ambientes conforme a sua função sensorial e deve ser desenvolvido com base na setorização funcional. A partir do programa arquitetônico e da classificação dos setores é necessário identificar, dentro de cada setor, quais ambientes possuem a função de estimular os sentidos humanos e quais ambientes precisam ser mais neutros/ controlados, devido à atividade desenvolvida nos mesmos, para evitar a sobrecarga sensorial do autista.

Assim, destaca-se que a setorização sensorial, com foco no conforto visual, é organizada em: [1] Conforto Luminoso; [2] Psicologia das cores; [3] Controle de informações; [4] Biofilia e o conforto visual.

Diante das características visuais dos autistas, apontadas na revisão bibliográfica, e das informações sobre o conforto visual coletadas durante a APO realizada, a seguir serão apontadas como os déficits verificados na avaliação pós- ocupação que podem prejudicar o conforto visual dos autistas. A partir destas informações é possível verificar se os ambientes analisados são adequados para o atendimento de educandos autistas.

Segundo os resultados da APO, os ambientes da E. M. Luiza T. de Andrade não são humanizados, possuem déficits no conforto visual. A iluminação natural não é aproveitada de forma eficiente; A iluminação artificial gera desconforto aos usuários, o que aponta para uma imprecisão no dimensionamento do projeto luminotécnico, caracterizado pela distribuição de iluminância inadequada nos ambientes educacionais, ou a inexistência de um projeto luminotécnico. Tais informações demonstram que a estrutura física da escola não proporciona conforto visual adequado para o desenvolvimento das atividades acadêmicas cotidianas.

Para garantir o conforto visual dos autistas, nos ambientes educacionais, é

necessário pensar no projeto arquitetônico escolar a partir da setorização funcional e da setorização sensorial.

Em relação aos ambientes internos, com base na análise da sala 1 (Tabela 1), da APO apresentada, e nos TDS dos autistas, com foco na visão, verifica-se que a seguinte sala de aula, precisa seguir as categorias da setorização sensorial e as orientações projetuais a seguir:

**[1] Conforto Luminoso:** Verifica-se que, o ofuscamento, através da reflexão veladora, é prejudicial para os autistas, visto que estes educandos possuem dificuldade para diferenciar objetos e letras semelhantes e a incidência de luz sobre determinadas superfícies prejudica a visualização das imagens, objetos e quadros, pois apaga pedaços das imagens dificultando o reconhecimento das mesmas. Para evitar o ofuscamento é necessário dimensionar a distribuição de iluminância no ambiente de forma uniforme. Para o conforto visual é necessário alcançar o equilíbrio entre os níveis de contrastes e a utilização de mecanismos como cortinas ou brises para diminuir a radiação direta de luz sobre as superfícies de estudo como, por exemplo: sobre a parede onde fica o quadro branco. Os níveis de iluminância sobre os planos de estudos precisam ser controlados para garantir o conforto visual dos educandos com TEA durante o desenvolvimento das atividades escolares. É necessário utilizar materiais com acabamentos opacos, para os mobiliários das salas, para evitar a reflexão da luz. O dimensionamento e a conservação das esquadrias são importantes para o conforto visual nos ambientes internos, sendo importante inserir na arquitetura, em fachadas com predominância de incidência de luz solar nos horários mais quentes do dia, elementos arquitetônicos como brises e muxarabis que podem contribuir sendo um filtro para a luz solar. Em relação à refletância dos materiais, das superfícies utilizadas para a realização de tarefas visuais, é necessário não haja níveis diferentes de refletância. Os tetos devem possuir cores claras para refletir a luz nos planos horizontais de estudo, o piso deve possuir superfície opaca e com pouca refletância e as paredes precisam ter cores claras e o mesmo nível de refletância. As paredes próximas das janelas devem possuir alto nível de refletância para diminuir a possibilidade de contraste com as janelas que pode causar ofuscamento.

**[2] Psicologia das cores:** As cores inseridas na sala precisam ser suaves, com preferência para tons pastéis, com a finalidade de transmitir tranquilidade e segurança. É importante utilizar poucas cores para evitar o excesso de informações visuais. As cores também podem ser empregadas para sinalização e localização de ambientes, atribuindo a cada compartimento, de acordo com sua função sensorial, uma escala de cor.

**[3] Controle de informações:** A utilização de cortinas ou painéis de madeira, por exemplo, devem ser utilizados para guardar/esconder temporariamente e quando não estiverem sendo utilizados os cartazes informativos, que são amplamente utilizados pelas professoras para compartilharem informações, pois o excesso de informações nas paredes pode sobrecarregar os autistas. Com relação aos ambientes externos, seguindo o desenho apresentado do poema dos desejos, verifica-se que a cobertura para a quadra de esporte é indispensável tanto para os educandos neurotípicos (educandos que não são autistas) quanto para que os autistas que possuem maior sensibilidade a luz. A cobertura iria contribuir para realização das atividades propostas com conforto visual. No que se refere a outros

ambientes externos de estudo e recreação verifica-se a importância da próxima categoria da setorização sensorial: Biofilia e o conforto visual.

**[4] Biofilia e o conforto visual:** A vegetação, através das sombras produzidas por suas copas, pode ser utilizada como mecanismo de controle de incidência da luz direta, nos ambientes internos e externos, que pode causar ofuscamento. A partir do estudo da psicologia das cores e do emprego das inúmeras espécies de vegetação existentes e suas diversas colorações, pode-se estimular o sentido da visão dos autistas. O balanço das folhas quando são submetidas ao vento também pode ser aproveitado, isto porque os autistas possuem fascínio por movimentos. Desta forma, através da vegetação é possível criar ambientes de área de escape, um dos princípios descritos por Mostafa (2014). A área de escape com o emprego de vegetação pode, através dos movimentos das plantas ocasionados pelos ventos, proporcionar aos educandos com TEA ambientes de decompressão que podem minorar os efeitos de uma sobrecarga sensorial ou evitá-la. É importante inserir espécies de vegetação com ciclos perenes para as regiões com clima quente e elevadas temperaturas durante o dia e vegetação caducifólia para regiões que possuem invernos mais rigorosos, pois a queda das folhas permite maior incidência de luz nos ambientes internos e externos. A inserção de plantas com ciclo de floração diferenciado é interessante para que, por todo o ano, ao menos uma espécie esteja florida. Destaca-se ainda, que em determinados ambientes não é aconselhável a mistura de diversas cores de vegetação e sim o predomínio de uma cor, que deve ser selecionada conforme a função sensorial do ambiente. O excesso de estímulos visuais frente à sensibilidade do autista pode acarretar episódios de confusão e perda de foco.

#### 4 CONCLUSÃO

A partir das análises realizadas verifica-se que a arquitetura possui uma relação direta com os sentidos humanos e a percepção sensorial impacta o conforto ambiental dos usuários de determinados ambientes. É notável que pessoas com TEA reconhecem o ambiente de forma particular. Esta constatação ratifica que é preciso analisar como o conforto ambiental, com foco nos estímulos visuais, é interpretado pelos autistas através do processamento sensorial. A análise e execução de projetos escolares com base nas características sensoriais destes educandos possibilita a concepção de edifícios escolares sensíveis e mais adequados para o ensino e aprendizagem deste público alvo.

Destaca-se, a partir dos resultados dos dados coletados durante a realização da APO, que a Escola analisada possui uma série de déficits relacionados ao conforto visual e que tais problemáticas podem gerar prejuízos para os educandos com TEA. Diante deste cenário, no tópico 4, são apontadas recomendações projetuais que buscam torna os ambientes mais confortáveis, no que se fere aos aspectos visuais. Tais soluções buscam impactar positivamente os autistas, os educandos neurotípicos e todo corpo docente. Tais recomendações impactam positivamente ainda mais os educandos com TEA, visto que grande parte dos autistas possuem um grau maior de sensibilidade visual. Quando o autista é sobrecarregado de estímulos visuais podem ser gerados comportamentos estereotipados que prejudicam o seu bem-estar, o seu desenvolvimento pessoal e acadêmico.

Deste modo, verifica-se que a percepção dos sentidos e a intensidade dos estímulos se desdobram sobre as pessoas com TEA em comportamentos ora intensos,

exagerados, agressivos e impulsivos ou lentificados, passivos e apáticos. Tais evidências são de extrema importância para a concepção de projetos de arquitetura educacional, que possui o objetivo de atender as necessidades dos educandos com TEA, através da concepção de edificações de ensino confortáveis. Estas informações contribuem para o desenho de ambientes capazes de estimular adequadamente a visão dos autistas. Contudo, é preciso considerar como essencial, para a realização de projetos escolares, a setorização funcional e sensorial da unidade educacional, para evitar sobrecargas sensoriais sobre os autistas. Assim, é recomendável que as soluções projetuais apontadas, anteriormente, sejam empregadas na E. M. Luiza T. de Andrade e tais soluções podem, ainda, servir como base e ponto de partida para o projeto de outras escolas regulares brasileiras.

## REFERÊNCIAS

- ANDRADE, Escola Municipal Luiza Terra de. Projeto Político Pedagógico Integração e Socialização: Escola- Comunidade. Arquivo interno da Escola Municipal Luiza Terra de Andrade. São Pedro da Aldeia, RJ, 2016.
- APA: AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION. Manual diagnóstico e estatístico de transtornos mentais]: DSM-5. Tradução: Maria Inês Corrêa Nascimento ... et al.]; revisão técnica: Aristides Volpato Cordioli... [et al.]. - e. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- BAKER, Amy; LANE, Alison; ANGLE, Many e YOUNG, Robyn. The Relationship Between Sensory Processing Patterns and Behavioural Responsiveness in Autistic Disorder: A Pilot Study. *Journal of autism and developmental disorders*. 38. 867-75. (2007). DOI: 10.1007/s10803-007-0459-0.
- BEN-SASSON; Ayelet.; CARTER, Alice Sara.; BRIGGS-GOWAN, Margaret. Sensory over-responsivity in elementary school: prevalence and social-emotional correlates. *J Abnorm Child Psychol*, v.37, n.5, p.705-716, 2009a.
- BOSA, Cleonice Alves. As Relações entre Autismo, Comportamento Social e Função Executiva. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, Porto Alegre, v. 14, n. 2. P. 281-287, 2001.
- BRASIL. Lei nº 12.764, de 27 de dezembro de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção dos Direitos da Pessoa com Transtorno do Espectro Autista e altera o § 3º do art. 98 da Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12764.htm)> Acesso em: 04/03/2020.
- BRASIL. Lei nº 13.146, de 6 de julho de 2015. Institui a Lei Brasileira de Inclusão da Pessoa com Deficiência (Estatuto da pessoa com deficiência). Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2015/lei/l13146.htm) >. Acesso em: 07/03/2020.
- BRASIL. Lei nº 13.861, de 18 de julho de 2019. LEI Nº 13.861, DE 18 de julho de 2019. [S. l.], 18 jul. 2019. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2019/lei/l13861.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2019/lei/l13861.htm). Acesso em: 23 mar. 2021.
- CAMINHA, Roberta Costa. Autismo: um transtorno de natureza sensorial? 2008. 71 f. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ, 2008.
- CAMINHA, Roberta Costa.; LAMPREIA, Carolina. Findings on sensory deficits in autism: Implications for understanding the disorder. *Psychology & Neuroscience*, v.5, n. 2, p. 231-237, 2012.
- HARRISON, James e HARE, Dougal. (2005). Brief Report: Assessment of Sensory Abnormalities in People with Autistic Spectrum Disorders. *Journal of autism and developmental disorders*. 34. 727-30. DOI: 10.1007/s10803-004-5293-z.
- HYMAN, Susan L; LEVY Susan E; MYERS Scott M. Identification, Evaluation, and Management of Children With Autism Spectrum Disorder. AAP COUNCIL ON CHILDREN WITH DISABILITIES, SECTION ON DEVELOPMENTAL AND BEHAVIORAL PEDIATRICS. *Pediatrics*. 2020;145(1):e20193447. Disponível em: <https://pediatrics.aappublications.org/content/145/1/e20193447.full>. Acesso em: 29/06/2020.
- KANNER, Leo. Autistic disturbances of affective contact. *Nervous Child*, New York, 1943. Disponível em: <[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/)>

[ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1763720](#)>. Acesso em: 01/07/2020.

KIENTZ, M. A., & DUNN, W. (1997). A comparison of the performance of children with and without autism on the Sensory Profile. *The American journal of occupational therapy : official publication of the American Occupational Therapy Association*, 51(7), 530-537. <https://doi.org/10.5014/ajot.51.7.530>

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; LABAKI, Lucila C.; PINA, Silvia A. Mikami G. CONFORTO E AMBIENTE ESCOLAR. *Cadernos de Arquitetura*. Bauru, DAUP/FAAC/UNESP, n. 3 jul./dez. 2001. Docentes do Departamento de Arquitetura e Construção, Faculdade de Engenharia Civil, UNICAMP. Campinas, SP, 2001.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. *Humanization of architecture*. Tese de doutorado, University of California Berkeley, USA, 1980.

LAMBERTUCCI, M. *Terapia ocupacional nos transtornos do espectro autista de alto funcionamento*. In: CAMARGOS JÚNIOR, W. *Síndrome de Asperger e outros transtornos do espectro do autismo de alto funcionamento: da avaliação ao tratamento*. Belo Horizonte: Arte Sã, 2013, p. 329-348.

LANE, Shelly J.; MILLER, Lucy Jane.; HANFT, Barbara E. *Towards a consensus in terminology in sensory integration theory and practice: part 2: sensory integration: patterns of function and dysfunction*. *Sensory Integration Special Interest Section Quarterly*, v.23, n. 2, p.1-3, 2000.

MAGALHÃES, Livia de Castro. *Integração sensorial: uma abordagem específica da Terapia Ocupacional*. In: DRUMMOND, A. F.; REZENDE, M. B. *Intervenções da terapia ocupacional*. Belo Horizonte: UFMG, 2008. p. 44-69.

MOREIRA, Luiz Guilherme Scaldaferrri; AZEVEDO, Maria Catarina da Silva. *Atlas Escolar histórico e geográfico de São Pedro da Aldeia*. Prefeitura de São Pedro da Aldeia. Rio de Janeiro: Grafline, 2012.

MOSTAFA, Magda. *ARCHITECTURE FOR AUTISM: Autism ASPECTSS™ in School Design*. *International Journal of Architectural Research*. Vol. 8, 1, p. 143-158, 2014.

NEUROSABER. *Classificação de cores no Autismo*. Disponível em: <https://institutoneurosaber.com.br/classificacao-de-cores-no-autismo/#:~:text=%E2%80%93Laranja%20e%20amarelo%3A%20esses%20tons,las%20mais%20calmas%20e%20equilibradas>. Acesso em: 2021.

NOGUEIRA, Flavia Elaine Aliotti Rodrigues. *Avaliação das janelas em edifícios escolares considerados parâmetros de conforto luminoso: o caso de escolas da rede municipal de Campinas*. Campinas, SP: [s.n.], 2007.

OPAS - Organização Pan-Americana de Saúde e OMS - Organização Mundial de saúde. *Folha informativa - Transtorno do espectro autista*. 2017. Disponível em: <<https://www.paho.org/bra/index.php?Itemid=1098>>. Acesso em: 04/03/2020.

PAULA, C. S.; Ribeiro, S. H.; Fombonne, E.; & Mercadante M. T. *Brief report: prevalence of pervasive developmental disorder in Brazil: a pilot study*. *Journal of Autism and Developmental Disorders*, 41(12), p. 1738-1742, dez. 2011.

PIETRA, Renata Scarano. *A influência das cores e materiais para as crianças autistas, no âmbito escolar*. ISSN 2179-5568 – *Revista Especialize On-line IPOG - Goiânia - Ano 9, Edição nº 16 Vol. 01 Dezembro/2018*.

PREISER W.F.E.; RABINOWITZ H. Z.; WHITE E.T. *Post-occupancy evaluation*. New York: Van Nostrand Reinhold, 1988.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D.; QUEIROZ, M.. *Observando a Qualidade do Lugar: procedimentos para a avaliação pós-ocupação*. Rio de Janeiro: FAU-UFRJ (Coleção PROARQ), 2009. Disponível em: [www.fau.ufrj.br/prolugar](http://www.fau.ufrj.br/prolugar). Acesso em janeiro de 2021.

SCHAAF, Roseann C. et al.. *An intervention for sensory difficulties in children with autism: A randomized trial*. *J Autism Dev Disord*, v. 44, n. 7, p. 1493-1506, 2014.

SANOFF, H. *School Building Assessment Methods*. Washington, DC: National Clearinghouse for Educational Facilities, 2001. Disponível em: <http://www.ncef.org/pubs/sanoffassess.pdf>. Acesso em: 11.01.19.

SILVA, J.; BRASIL, P. *APO em edificação pública escolar: caso da E. M. Luiza T. de Andrade – RJ*. In: *SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO*, 6., 2019, Uberlândia. Anais... Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p. 998 -1013. DOI <https://doi.org/10.11606/issn2179-5568.v6n1p998-1013>



[org/10.14393/sbqp19092](https://doi.org/10.14393/sbqp19092).

TOMCHEK, Scott e DUNN, Winnie. (2007). Sensory Processing in Children With and Without Autism: A Comparative Study Using the Short Sensory Profile. *The American journal of occupational therapy* : official publication of the American Occupational Therapy Association. 61. 190-200. DOI: 10.5014/ajot.61.2.190.

### **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura (PROARQ) pela capacitação acadêmica. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), pelo auxílio financeiro por meio programa Bolsa nota 10 e ao grupo de pesquisa Energia, Espaço e Sociedade (EES).



## 03. Impacto social e econômico

# CARTILHA INFORMATIVA: GESTÃO DE RESÍDUOS PARA LABORATÓRIOS DE FABRICAÇÃO DIGITAL

FACT BOOKLET: WASTE MANAGEMENT FOR DIGITAL FABRICATION LABS

Data de aceite: 02/09/2022 | Data de submissão: 25/08/2022

**LEITE, Dominique Lewis**, designer  
 UFSC, Florianópolis, Brasil, E-mail: [lewisdomi@gmail.com](mailto:lewisdomi@gmail.com).  
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-9847-1198>.

**PAZMINO, Ana Veronica**, dra.  
 UFSC, Florianópolis, Brasil, E-mail: [anaverpw@gmail.com](mailto:anaverpw@gmail.com).  
 ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-7669-8650>.

## RESUMO:

A cultura maker, também conhecida como “faça você mesmo”, surgiu na década de 70, porém na última década com o surgimento de novas tecnologias, espaços de fabricação digital tem aumentado de forma crescente. A ideia de FabLab, laboratórios de fabricação digital, tornam tangível um projeto, uma ideia, este movimento que já está ocorrendo em muitos países e permite que muitas pessoas possam criar, compartilhar, e passem a ser protagonistas de um processo de manufatura em pequena escala. Os FabLabs como espaços de projeto e materialização geram muitos resíduos devido aos processos de fabricação e dos diversos materiais envolvidos na construção de modelos, protótipos e produtos, e sua geração e descarte de resíduos. O presente artigo mostra uma pesquisa documental da problemática do resíduo, o estudo de caso no levantamento de resíduos de um FabLab e como resultado, propõe uma cartilha com algumas medidas para minimizar o impacto ambiental e a geração de resíduos.

## PALAVRAS-CHAVE:

Design. FabLab. Resíduos. Cartilha.

## ABSTRACT:

*The maker culture, also known as “do it yourself”, emerged in the 70s, but in the last decade with the emergence of new technologies, digital fabrication spaces have increased increasingly. The idea of FabLab, digital fabrication laboratories, makes tangible a project, an idea, this movement that is already taking place in many countries and allows many people to create, share, and become protagonists of a small-scale manufacturing process FabLabs as design and materialization spaces generate a lot of waste due to the manufacturing processes and the various materials involved in the construction of models, prototypes and products, and their generation and disposal of waste. This article shows a documentary research on the problem of garbage, the case study in the survey of waste from a FabLab and as a result proposes a booklet with some measures to minimize the environmental impact and the generation of waste.*

## KEYWORDS:

Design. FabLab. Waste. Booklet.

## 1 INTRODUÇÃO

O movimento, “faça você mesmo” em espaços compartilhados, envolve que pessoas possam participar de todo processo do projeto, desde o surgimento da ideia até a prototipagem por meio de ferramentas e tecnologias de fabricação digital. A materialização de produtos ou objetos podem ser feitos para diversas áreas de estudo, diversos profissionais, acadêmicos, permitindo testar, construir e projetar diversas possibilidades, de transformar a ideia em forma real, física. Este fato tornou-se essencial no campo do design como forma de estudo, pesquisas, testes, melhorias, porém cria uma série de resíduos.

O design desde o início da profissão teve a construção de modelos, mockups, como meio de teste para validar ideias, testar com os usuários e apresentar modelos aos clientes. A construção de modelos envolve o uso de materiais diversos dependendo da complexidade do nível de acabamento exigido.

O escopo deste artigo trata de um estudo de caso dos resíduos gerados em um FabLab acadêmico o Laboratório Pronto 3D da UFSC. Para uma análise mais aprofundada foram realizadas pesquisas, observações e pesquisas por meio de questionários. Já que foi necessário entender sobre cada resíduo gerado, sobre a dinâmica das atividades, entender o sistema de coleta seletiva da universidade e da cidade.

Este artigo mostra o resultado de um PCC (Projeto de conclusão) no curso de design. Visando mostrar a necessidade de urgência do tema de FabLabs e a geração de resíduos, despertar a sensibilização e consciência de cada pessoa, para separar adequadamente os resíduos, sensibilizar e informar a importância que cada usuário do laboratório, afinal o acúmulo de resíduos tem se tornado uma das maiores problemáticas ambientais.

O problema da pesquisa foi: Como o design pode auxiliar na informação para reduzir e descartar de forma adequada resíduos de um FabLab? Os objetivos foram: Identificar os resíduos e forma do descarte de um FabLab; Mostrar a necessidade de ações sobre o tema de resíduos; informar aos usuários diretos e indiretos do Pronto 3D sobre o descarte e a sustentabilidade; sensibilizar sobre a importância da ação de cada usuário do FabLab para repensar a construção de objetos.

## 2 RESÍDUOS E AS CONSEQUÊNCIAS DA DESTINAÇÃO INCORRETA

Por bilhões de anos o balanço ecológico do planeta esteve protegido. Com o surgimento do homem, o processo degradativo do meio ambiente tem sido proporcional à sua evolução. A sociedade ainda não absorveu a importância do meio ambiente para sua sobrevivência.

Segundo Wackernagel e Galli, 2009 globalmente, o uso humano dos recursos naturais é feito de maneira 31% mais rápida do que a velocidade com que a natureza consegue se regenerar. Os resultados dessa dívida ecológica podem ser menos óbvios do que os resultados da bolha financeira que provocou uma crise econômica mundial, mas não são menos sombrios: as mudanças climáticas, os mares rios e lagos, o esgotamento do solo, a poluição atmosférica, o declínio da biodiversidade e a escassez de água e alimentos são todos sintomas da crescente pressão da humanidade sobre os recursos naturais.

O ambiente natural está sofrendo uma exploração excessiva que ameaça de fato

e que já se percebe em seus sistemas de sustentação (exaustão de recursos naturais renováveis e não renováveis, desfiguração do solo, perda de florestas, poluição da água e do ar, perda de biodiversidade, mudanças climáticas, etc. Por outro lado, o resultado dessa exploração excessiva não é repartido equitativamente e apenas uma minoria da população se beneficia desta riqueza.

Uma única pilha pode contaminar uma grande área de solo, lençol freático e prejudicar os animais. Uma tinta de um panfleto que não vai para a reciclagem pode conter chumbo na composição, o que, junto com outros materiais, ajuda a gerar um tipo de chorume tóxico que também contamina o meio ambiente. Por meio da cadeia alimentar, esses metais pesados, podem e são ingeridos pelos seres humanos.

O aterro sanitário é uma desculpa que temos para não fazer a coisa certa, fora que existem muitas pessoas que dependem desse tipo de coisa para ter uma renda, pessoas expostas às piores condições. Já que em média, apenas 16% dos resíduos produzidos são rejeitos e deveriam ter esse destino, cerca de 52% são orgânicos, que podem ser utilizados para compostagem e produção de húmus, e 32% recicláveis. (COMCAP, 2018)

A falta de conscientização para a separação dos resíduos sólidos contribui para que o espaço no aterro sanitário de Biguaçu SC, para onde vai o lixo dos 22 municípios da Grande Florianópolis, se esgote em menos tempo. A estimativa da Comcap é que isso aconteça em sete anos. A companhia estima que somente em Florianópolis, cerca de 500 toneladas do material sejam descartadas por mês, mas apenas 200 são enviadas para a coleta seletiva. Ou seja, as 300 toneladas restantes acabam no aterro sanitário de Biguaçu. Em um ano, somente a separação adequada no material na Capital garantiria redução de 3,6 mil toneladas de resíduos no lixão.

### 3 FABLABS E LABORATORIOS DE FABRICAÇÃO DIGITAL

A ideia de FabLab, laboratórios de fabricação digital, visam tornar tangível um projeto, uma ideia, este movimento que já está ocorrendo em muitos países e permite que muitas pessoas possam criar, compartilhar e passem a ser protagonistas do processo. Neil Gershenfeld é um professor que ajudou a criar o primeiro FabLab, uma sala com muitas ferramentas de fabricação guiadas por um computador, permitindo que pessoas comuns possam criar objetos com precisão, fabricar produtos de que precisam e o mercado não oferece. Desde o seu surgimento era um dos intuitos dele.

Tem como missão e objetivo poder abrir para o mundo um conhecimento sem receios, livre, compartilhado, que todos possam ter acesso a criação, as ferramentas, ao auxílio, a compreensão dos processos de produção, um ambiente colaborativo e inovador. É tomar o poder na mão e o “faça você mesmo”, ter coragem, iniciativa para projetar, criar e inovar permitindo o acesso de qualquer público de qualquer idade. Em 2016 a rede FabLab anunciou que se expandiu tanto ao longo de uma década, tendo 1.000 FabLabs em mais de 97 países. Sendo que o primeiro FabLab foi inaugurado em 2001 no FabLab Connect mostrando o futuro da manufatura. Pelo site <https://www.fablabs.io/labs> o Brasil atualmente tem 111 laboratórios FabLabs.

Cada FabLab possui um foco diferente. Existem aqueles com um olhar mais voltado

para a solução de problemas básicos locais, trabalhando em projetos conjuntos com governos e universidades, enquanto outros têm um viés mais prático, provendo acesso livre às máquinas e equipamentos, para que cada indivíduo desenvolva seu próprio projeto pessoal. Os laboratórios são certificados pelo MIT e preparados para oferecer apoio operacional, educativo, técnico e aprendendo com a prática para além do que está disponível num laboratório, disponíveis como um recurso da comunidade, oferecendo acesso para indivíduos, bem como agendamento de grupos de qualquer faixa etária. Os FabLabs dispõem de um conjunto de equipamentos (como uma impressora 3D, uma fresadora CNC, máquina de corte a laser, computadores, ferramentas e outros em evolução e com capacidade para fazer quase qualquer coisa, permitindo que ideias e projetos sejam produzidos e compartilhados na rede. (PUPO, 2017). A figura 1 mostra a estrutura de um FabLab.

Figura 1: Estrutura de um FabLab.



Fonte: Adaptado de (NEVES, 2013)

Esses lugares, maker spaces, laboratórios de fabricação digital, seja acadêmico ou como negócio possuem características, como transformar as ideias, os projetos em forma. Fazendo com que pessoas compreendam o processo de produção. É praticar a teoria, metodologias e ferramentas aprendidas em sala de aula. Permite a troca e conhecimento multidisciplinar. Existem FabLabs como modelo de negócio e acadêmico, porém todos eles possuem características e maquinários semelhantes e iguais. É importante para diversas áreas, promove eventos, workshops, locação de máquinas, apoio a negócios locais.

Os FabLabs como espaços de projeto e materialização geram muitos resíduos, devido descarte de resíduos dos processos de fabricação e dos diversos materiais envolvidos na construção de modelos, protótipos e produtos. Com o surgimento de novas tecnologias espaços de fabricação digital tem aumentado de forma crescente. Com o grande crescimento desses laboratórios de fabricação digital torna-se inadiável a discussão e preocupação a respeito dos resíduos gerados por esses lugares.

### 3.1. FabLab Pronto 3D e seus resíduos

A Rede PRONTO 3D – Laboratórios de Prototipagem e Novas Tecnologias, foi criada em 2013, com o objetivo de atender cursos do meio acadêmico, nas áreas de ensino, pesquisa e extensão, e sociedade em geral. Suas atividades abrangem áreas que envolvem a criação, desenvolvimento e produção de produtos, protótipos, maquetes, utilizando tecnologias, ferramentas, métodos, auxílio nas diferentes etapas do processo, transformando ideias em projeto real, físico.

A missão da Rede PRONTO3D inclui 5 pontos fundamentais, a saber: 1) oferecer aos pesquisadores infraestrutura apropriada, 2) capacitar uma equipe de facilitadores para a disseminação da tecnologia aplicada, 3) oferecer incentivos em forma de bolsas e estágios, 4) executar trabalho efetivamente eficiente e 5) proporcionar um trabalho colaborativo entre toda a rede. Visando alcançar a plenitude nas atividades às quais a rede se propõe, os laboratórios da Rede PRONTO3D são espaços munidos de características como a eficiência, a versatilidade, a colaboração, a criatividade e o lúdico, que formam seu DNA. (PUPO, 2017)

De acordo com (PUPO e FERNANDES, 2017), no Artigo Maker Spaces e seus resíduos: uma preocupação para o futuro, apresentam a dificuldade de se criar uma gestão interna para a rede de FabLabs que se dá pela submissão destes às políticas do país onde estão instalados. Além disso, dos 11 laboratórios, apenas 1 possui uma gestão de resíduos, o que se notou no laboratório Pronto 3D, a falta de ações para separar, comprar e destinar de forma correta os resíduos. Além disso, outro fator que dificulta essa ação é a dependência constante da conscientização e das atitudes de cada indivíduo que frequenta e/ou trabalha nestes laboratórios. Além de inviabilizar a reciclagem devido a um descarte incorreto, pois separar e conduzir o material para um processo de reciclagem em lugar de ir para um aterro sanitário, lixão, que impacta de forma negativa o meio ambiente.

Tanto os dados obtidos através da pesquisa realizada com 11 laboratórios do Brasil quanto a pesquisa e observações realizadas dentro do próprio laboratório PRONTO 3D, mostram a necessidade e urgência em uma gestão de resíduos no local. Nota-se a falta de aplicação e cumprimento da lei nº 12.305/10 que institui a política nacional de Resíduos Sólidos.

O meio ambiente vem sofrendo muitas alterações com as ações tomadas pelo ser humano, o que acaba refletindo em nós mesmos. Preservar o meio ambiente é essencial para toda a humanidade, afinal é nele que estão os recursos naturais necessários para a sua sobrevivência. Sem esses recursos, as formas de vida do planeta poderão acabar.

Nesse contexto, há uma preocupação a respeito dos resíduos, em formar uma consciência e regras para o descarte adequado de resíduos se tornou algo imprescindível à gestão destes laboratórios, em melhorar o gerenciamento dos seus resíduos, o laboratório Pronto 3D ainda não possui, portanto necessita da criação de uma gestão, gerenciamento de resíduos. Esse projeto visa instrumentalizar as equipes e laboratórios responsáveis pela fabricação digital com subsídios teóricos e metodológicos que contribuam para a implantação de programas de minimização de geração de resíduos, ações e a destinação responsável de resíduos do laboratório PRONTO 3D.

Para um melhor entendimento do percurso do material utilizado no laboratório,

os processos de transformação e a destinação final, de descarte. A primeira etapa foi realizar um levantamento das lixeiras do local, os resíduos que eram descartados e utilizados no laboratório, materiais que têm no local, e o destino mais adequado para esse material. Segundo Pupo e Fernandez (2018) o Laboratório tem as seguintes tecnologias: Impressora 3D, máquina de corte laser; CNC, Vacuum Forming. Na máquina de corte laser são utilizados papel, papelão, acrílico, pvc, mdf e tecido e os materiais utilizados na impressora 3D, pla, abs, cera e resina.

Cabe salientar que todos estes materiais são recicláveis, porém, para McDonough e Braungart (2010) um material pelo simples fato de ser reciclável, não se converte automaticamente em positivo para o meio ambiente, especialmente se não foi projetado especificamente para ser reciclado. Adotar cegamente aproximações ecológicas superficiais sem entender plenamente suas consequências pode não ser melhor – e pode inclusive ser pior – que não fazer nada.

Por exemplo para o PVC, teríamos que calcular o petróleo extraído e processado, o cloro acrescentado para a produção do polivinil clorado – rico em carcinógenos.

Por outro lado, a ideia de sustentabilidade não se limita aos materiais, pelo contrário, começa com eles. O material reciclado exige uma tarefa de recuperação e outra de transformação que implica em consumo de energia e geração de resíduos. Apenas o “reciclado” da biosfera pode devolver o material consumido a seu estado inicial de recurso natural. A figura 2 mostra o destino dos resíduos do laboratório.

Figura 2: Destino dos resíduos do Lab Pronto3D.



Fonte: Leite (2021)

A figura 2 mostra que não existe separação dos resíduos e todos são misturados e encaminhados para a coleta que leva ao aterro sanitário no continente.

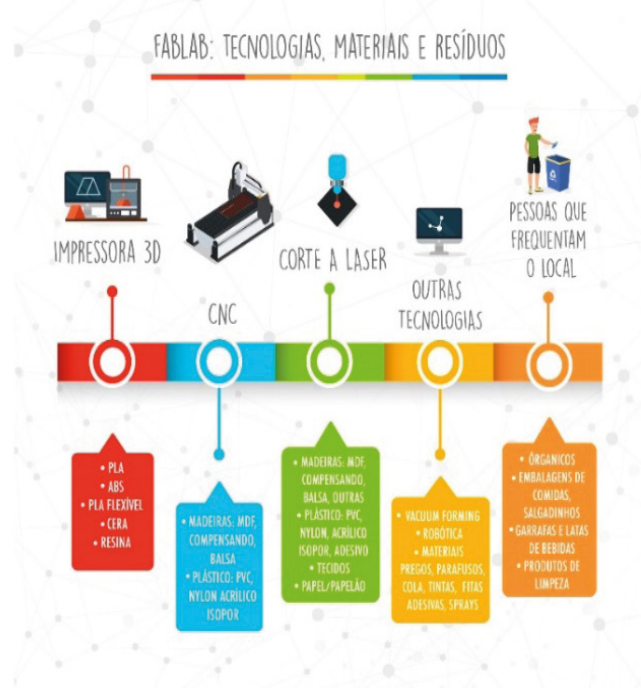
A figura 3 mostra os materiais que são descartados em relação aos equipamentos do FabLab. Permite perceber todos os resíduos que são descartados nos locais, para assim poder entender como se descarta, quais podem “reciclar” enquanto não se tem materiais naturais, quais não podem ser reciclados, e saber como e onde destinar, reduzir os resíduos, evitar os desperdícios de tantos materiais, de forma a entender as compatibilidades de materiais uns com os outros, saber a



resistência de cada material, etc.

É importante sempre ressaltar e informar os motivos de ser tão importante separar e destinar os resíduos. Assim como para diversas outras coisas, instituições, existem regras e leis a serem cumpridas, para evitar esse tipo de coisa, como ocorre no local e na grande maioria dos lugares, seja a própria casa, o local de trabalho, de estudo. Sem essas regras, e essas leis a serem seguidas, cumpridas e respeitadas seria muito complexo organizar o todo.

Figura 3: Descartes no laboratório Pronto3D.



Fonte: Leite (2021)

Além de todo o resíduo gerado pelos projetos de alunos de cursos de design, design de produto, arquitetura, engenharias e da comunidade, tem também os resíduos orgânicos e outros que as pessoas que frequentam o laboratório levam, seja professores, alunos, entre outros que trabalham ou visitam o local, deixam e descartam, como embalagens de alimentos, restos de alimentos, latas de refrigerantes, etc.

Todos os resíduos são colocados em lixeiras sem nenhuma separação, são todos misturados e descartados junto com o resíduo normal da Universidade que tem destino o aterro (informações retiradas de pesquisas e entrevistas com a gestão de resíduos, profissionais da limpeza e Comcap).

Cabe mencionar que o Decreto Federal Nº 5940/2006 ([http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2006/decreto/d5940.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2006/decreto/d5940.htm)) determina a “separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e a sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis”.

A Gestão de resíduos da UFSC está trabalhando na organização do descarte e na criação de coletores/lixeiros para todo o campus. Porém, até o momento não existe uma separação de resíduos no campus.

Cabe mencionar que a cidade de Florianópolis possui a coleta seletiva desde 1994,

e evolui devagar desde então, a cidade gasta mais de R\$ 2 milhões/ano (COMCAP, 2017) com coleta e destino final dos resíduos dispostos de forma indevida, e ao custo de R\$ 156,81 para transportar e aterrar cada tonelada desse resíduo, se o usuário do sistema de coleta adotasse as práticas de separar e reciclar apenas o lixo orgânico a economia para o município poderia ser de até R\$ 11 milhões ao ano, sem contar com ganhos ambientais e sociais. Em 2017, na UFSC, segundo o relatório de gestão de resíduos de 2018, 28,50% dos resíduos é composto por rejeito, 41,72% de recicláveis e 28,45% de orgânicos. Este material não é separado e vai ao aterro que fica localizado no continente.

Para entender o comportamento dos usuários do laboratório foi feita uma pesquisa por meio de questionário online com alunos, bolsistas, professores, pessoas que frequentam o laboratório e público no geral, obtendo 120 respostas, foi sintetizado em infográficos e na Figura 4 é apresentado um infográfico com base na pesquisa.

Figura: 4 Infográfico sobre responsabilidade coletiva.



Fonte: Leite (2021)

Além das informações apresentadas no infográfico cabe ressaltar outros questionamentos e respostas obtidas através de conversas informais do dia-a-dia, e observações de ações do coletivo.

O público possui um bom entendimento a respeito do tema, apesar de apresentar diversas dúvidas quanto a coleta seletiva, em como realizar a separação dos materiais e onde descartar. Além do tempo que é um dos maiores “problemas”, pois demanda certo tempo para a limpeza adequada de cada material, da separação principalmente de embalagens e produtos que possuem mais de 2 tipos de materiais juntos, da questão da zona de conforto, pois é mais fácil descartar do que todas as etapas para destinar à coleta seletiva, notou-se também, a atuação do estado, por meio, da prefeitura, da infraestrutura da cidade, o quanto influência

na decisão e nas ações do coletivo também. Apesar de ser uma questão cultural muito forte, se o estado investisse em ações em medidas, em infraestrutura adequada e numa educação em todas as faixas etárias, para um consumo reduzido, separação dos materiais e um descarte adequado para que os resíduos tenham o melhor destino.

Relacionado as cartilhas e informações sobre o tema, nesse questionário mais geral e aberto, nota-se que as pessoas não procuram muito a respeito do tema, também para o desenvolvimento de um material que informasse sobre os resíduos, foram realizadas pesquisas de materiais gráficos como cartilhas, guias com temas similares a sua análise é mostrada no item a seguir. O público de 20 a 25 que são os alunos, no geral procuram e preferem ler materiais mais diretos e dinâmicos, com mais imagens, com mais ícones que complementem as informações e inclusive sirvam de guia para a informação, o que otimiza também o tempo.

#### 4 DESENVOLVIMENTO DA CARTILHA

Com toda a pesquisa realizada no laboratório, o intuito então foi desenvolver uma cartilha disponível e acessível a todos, contendo informações a respeito do meio ambiente, dos materiais (principalmente voltado para FabLabs, mas que abrange outros resíduos sólidos), informações sobre o impacto que causamos, ações para reduzir esses impactos, os benefícios da coleta seletiva, reciclagem e ações do dia-a-dia de cada pessoa e do coletivo, financeiramente, ambientalmente e socialmente. É muito importante implementar ações, atitudes sustentáveis dentro dos laboratórios e de sua própria residência, organizando resíduos em suas respectivas lixeiras para destinar a coleta seletiva e associações em parceria com a gestão de resíduos e alguns projetos sociais.

Para o projeto gráfico da cartilha foi realizada uma pesquisa e análise em três cartilhas (Ministério do meio ambiente, Sebrae e Eurociclo) em que foram analisados: instituição, grid, número de páginas, dimensão da página, paleta de cores e imagens. Cabe mencionar que não foi encontrado material com esse tema de laboratórios ou FabLabs. O quadro 1 mostra a síntese da análise das cartilhas.

Quadro 1: análise de cartilhas

Instituição	Ministério do Meio Ambiente	Sebrae	Eureciclo
Número de páginas	82	48	
Diagrama e grid	Duas colunas	Uma e duas colunas	Uma e duas colunas
Tamanho	Formato A4	Formato A4	Formato post instagram
Mídia	Digital	Digital	Digital/ Instagram
Tipografia	Sem serifa	Sem serifa	Sem serifa
Paleta de cores	Azul e verde com alguns detalhes em laranja claro	Cinza e azul predominante com varios detalhes em cores diversas	Tons de verde predominante
Imagens	Poucas imagens	Nenhuma imagem	Layout organizado, diversas imagens

Fonte: Leite (2021)

Além das pesquisas nos materiais citados foi percebido que as redes sociais, principalmente o Instagram é um meio de divulgação que pode ser utilizado para divulgar a cartilha e colocar post com várias informações.

Foram definidos os requisitos de projeto em que foi decidido o tamanho A5 (embora o material analisado seja de tamanho A4 considerou-se um tamanho menor para aproveitamento do papel), papel reciclado caso seja impresso, fonte ecofont. O quadro 2 mostra os requisitos de projeto

Quadro 2: Requisitos de projeto

Requisitos	Objetivo	Classificação
Formato de papel	Aproveitamento de papel.	Obrigatório
Paleta tipografica	Ecofontes, fontes sem bold.	Obrigatório
Estilo de diagramação	Diagramação minimalista com elementos fortes que a torne intuitiva e interessante para o leitor.	Obrigatório
Paleta de cores	Verde, azul, cores que remetem ao meio ambiente	Obrigatório
Mídia	Digital	Desejável
Divulgar a forma de descarte adequado	Cartilha de 16 a 26 páginas	Desejável
Tipo de papel	Reciclado	Desejável

Fonte: Leite (2021)

Para definição do conceito, algumas palavras chaves foram definidas, como: **conexão** e a **união entre pessoas**, sendo algo essencial e de uma mudança coletiva muito relevante, compartilhamento de conhecimentos de ideias de atitudes voltadas para o bem, **sustentabilidade e meio ambiente**, que todas as informações possam ser o mais acessível e dinâmica possível, para alcançar a todos, além de **informar** a todos com dados relevantes.

Foram procuradas referencias para auxiliar o processo criativo tanto de diagramação como dos elementos gráficos. Também nesta fase do projeto foram organizados os textos para serem colocados na cartilha. A figura 5 mostra um painel de referências.

Figura: 5 Painel de referências



Fonte: Leite (2021)

Como os textos não deviam ser longos, para este projeto foi escolhida uma tipografia sem serifa Love Monster Sketched por ser dinâmica e legível, também para evitar que a fonte brigue com os ícones, elementos gráficos e a tipografia display. Foi usado apenas uma família tipográfica para o texto, uma tipografia que não passe um tom sério demais, mesmo que as informações sejam de muita importância, mas para passar de forma mais tranquila as informações. Não foram utilizadas fontes bold ou semibold, pela quantidade de tinta para impressão, caso seja impresso por alguma pessoa.

As imagens da figura 6 mostram a capa com o nome que foi escolhido pela importância de ressaltar o tema, e as palavras das Rs que tem relação com o que será tratado na cartilha e o sumário. E as imagens da Figura 7 mostram o conteúdo das páginas 4 e 5 da cartilha.

Figura 6: Capa da cartilha e sumário



Fonte: Leite (2021)

Figura 7: Páginas 4 e 5 Impactos ambientais e Fablab e resíduos



Fonte: Leite (2021)

A cartilha começa introduzindo ao público-leitor do que será tratado ao longo das páginas. Na sessão do meio ambiente e resíduos são discutidos: os impactos ambientais, descrição do FabLab e os resíduos, além de, tópicos sobre a legislação de resíduos sólidos.

Na sessão de Sustentabilidade são abordados: Desenvolvimento sustentável e aspectos relacionados para alcançar um equilíbrio social, econômico e ambiental.

Na sessão de Importância das R's, são abordados temas como: Reduzir: o que pode ser feito no projeto de design para evitar resíduos. Em reutilizar: o que pode ser feito para separar dar um novo uso a materiais ou partes de um outro produto e em reciclar o que pode e o que não pode ser reciclado e deve ser descartado como rejeito. Além, de incentivar evitar o descarte como rejeito.

Na sessão de Práticas Sustentáveis, são abordadas: Dicas para cuidar do meio ambiente e explicação de temas como a reciclagem, coleta seletiva etc. E por fim tem um pequeno dicionário, onde são apresentados símbolos relacionados a materiais utilizados em produtos que devem ser identificados para um descarte adequado e os dados técnicos, como créditos e referências.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A desmaterialização veio com o progresso tecnológico, plástico, metal e papel que têm sido substituídos por produtos tecnológicos. Pelo contrário, laboratórios de fabricação digital são ambientes em que são materializados produtos em diversos materiais em poucas unidades, ou em ambientes acadêmicos servem para materializar modelos, objetos relacionados a atividades de projeto de cursos de design, arquitetura, entre outros. Pelo visto no artigo, os laboratórios de fabricação digital ou FabLabs tem aumentado ao longo da última década em que o conceito de “faça você mesmo” vem produzindo uma série de produtos para testes ou como produto final. No caso de modelos ou protótipos estes muitas vezes servem apenas uma vez e logo são descartados. Em cursos de design e arquitetura podem ser vistos lugares com maquetes abandonadas e produtos descartados. A facilidade na confecção também cria uma sensação de que qualquer ideia pode ser materializada. As impressoras 3D estão sendo usadas não apenas em FabLabs mas em todos tipo de ambiente para imprimir qualquer objeto. A qualidade do acabamento ainda é de baixa qualidade, e mesmo assim. Se imprime e se descarta com a mesma facilidade. Devido a estes problemas, é necessária uma gestão de resíduos, um setor específico, uma pessoa responsável por essas atividades dentro do local, pois é algo que precisa de acompanhamento constante, necessita de regras, implementação de diretrizes de redução de resíduos e trabalhar em parceria com a gestão de resíduos da cidade.

No início da pesquisa o FabLab Pronto 3D descartava de maneira incorreta os seus resíduos. E ainda o faz. Às vezes é levado ao ECOPONTO da Comcap, porém a viabilidade tanto de transporte quanto financeira é baixa e difícil.

Tanto os dados obtidos por meio da pesquisa realizada com 11 laboratórios do Brasil quanto a pesquisa e observações realizadas dentro do próprio laboratório Pronto 3D, mostram a necessidade e urgência em uma gestão de resíduos no local. Nota-se a falta de aplicação e cumprimento da lei nº 12.305/10 que institui a política nacional de Resíduos Sólidos.

Todo tipo de resíduo existe por conta da cultura de consumo em que cada pessoa, por conta das necessidades e desejos, que após utilizar, o descarta e não se preocupa com esse resíduo, mas é um dever e responsabilidade de todos repensar e se responsabilizar.

O designer precisa pensar no que está provocando ao meio ambiente, não apenas nos produtos que projeta, mas durante o projeto em que durante a prototipação não procura o reuso de um produto e pela facilidade da tecnologia atual prefere modelar e imprimir, sem considerar horas de consumo de energia e uso de material “reciclável”. Deve-se lembrar que muitos materiais usados nos laboratórios são recicláveis, mas para que isso aconteça devem ser separados e encaminhados de forma correta.

Há necessidade de uma mudança de atitude dos designers e dos laboratórios

de fabricação digital. No caso dos designers, mais informação para evitar fazer modelos com combinação de diversos materiais, reutilizar produtos para confeccionar modelos e nos laboratórios evitar materiais tóxicos como mdf e materiais não naturais como pvc e pla. Isso exige uma quebra de paradigma para produzir materiais dentro do conceito do berço ao berço e não do berço ao túmulo. E nos laboratórios criar um ambiente de consciência ambiental para repensar os projetos, revisar os projetos em relação aos erros e não esperar que a materialização mostre os erros que já podiam ter sido percebidos em fases iniciais. A materialização é importante no projeto, mas, não pode ser uma justificativa para materializar qualquer objeto e de forma inconsequente.

A cartilha foi desenvolvida durante a pandemia do Covid 19 as pesquisas com o público foram feitas de forma remota. Foi importante que antes da pandemia foram feitos os levantamentos dos resíduos no laboratório mostrando a necessidade de um material para informar os usuários desde espaço. Esperasse que a cartilha ajude a perceber o problema do descarte de resíduos do laboratório, que mais ações sejam realizadas para reduzir os resíduos gerados pelo laboratório e que sejam reproduzidas as ações em outros FabLabs já que os laboratórios têm uma rede de contatos com laboratórios do mundo todo pelas redes sociais.

Finalmente, é necessário que nos laboratórios haja uma postura de evitar materializar objetos desnecessários e que nos FabLabs acadêmicos os alunos sejam incentivados a evitar erros nas fases abstratas antes de materializar e tornar os resultados em resíduos por estarem com problemas que poderiam ter sido resolvidos com um pouco mais de atenção.

### REFERÊNCIAS

AUTARQUIA DE MELHORAMENTOS DA CAPITAL COMCAP. O que fazer com resíduos. Relatórios. Legislação Disponível em <http://www.pmf.sc.gov.br/entidades/comcap/index.php>

BRASIL. LEI Nº 12.305/10, DE 02 DE AGOSTO DE 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, Brasília, DF, ago 2010. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>

GESTÃO E GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS SÓLIDOS UFSC. Destinação dada aos resíduos gerados na UFSC. Coleta solidária. Informações. Relatórios. Disponível em: <http://gestaoderesiduos.ufsc.br/>

GALIZIA, José. Custos econômicos da poluição e degradação ambiental no Brasil, 2016. Disponível em: <https://jornal.usp.br/artigos/custos-economicos-da-poluicao-e-degradacao-ambiental-no-brasil/>

LEITE, Dominique Lewis. **CARTILHA QUE AUXILIE, INFORME E CONTRIBUA PARA A GESTÃO DE RESÍDUOS DE UM FABLAB**. 2021. 106 f. PCC (Graduação) - Curso de Design, Design e Expressão Gráfica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2021.

LEONARD, Annie. **A história das coisas**: Da natureza ao lixo, o que acontece com tudo que consumimos. São Paulo: Zahar, 2011.

MCDONOUGH, William. BRAUNGART, Michael. **Cradle to cradle**: remaking the way we make things. New York: North Point Press, 2010.

MANZINI, Ezio; VEZZOLI, Carlo. **O Desenvolvimento de Produtos Sustentáveis**: Os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2002.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resíduos Sólidos**. 2016, 2017. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 19 mar. 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE A GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS - SINIR**. 2010. Disponível em: <<http://sinir.gov.br/web/guest/tipos-de-residuos>>. Acesso em: 26 mar. 2019.



PUPPO, Regiane Trevisan; CONSTANTINO, Charles. Maker Spaces e seus resíduos: uma preocupação para o futuro. In: ENSUS ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO, 6., 2018, Florianópolis. **Anais Ensus 2018**. Florianópolis: Ufsc, 2018. v. 4, p. 537-548. Disponível em: [https://drive.google.com/file/d/1h\\_joqT0eYaLVFwvEBTs6RmUeTjx3y1iu/view](https://drive.google.com/file/d/1h_joqT0eYaLVFwvEBTs6RmUeTjx3y1iu/view). Acesso em: 10 dez. 2019.

PINTO, Sofia; AZEVEDO, Ingrid; TEIXEIRA, Clarissa; BRASIL, Gabriel, HAMAD Aldrwin. **O movimento maker com foco nos fablabs brasileiros**, 2018. Disponível em: <http://via.ufsc.br/wp-content/uploads/2018/01/110-434-1-PB.pdf>

VAN HOLM, E. **What are Makerspaces, Hackerspaces, and Fab Labs?** SSRN Electronic Journal, Abingdon, p. 2-27, 2015. Disponível em: <https://goo.gl/ZdWgTP> Acesso em: 18 de março de 2019.

WACKERNAGEL, Mathis; GALLI, Alessandro. **Recursos de um planeta finito**. 2009. Disponível em: [http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=1026:catid=28&Itemid=23](http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1026:catid=28&Itemid=23). Acesso em: 10 abr. 2019.



### 03. Impacto social e econômico

# ESPAÇO MAKER: DESIGN E EDUCAÇÃO PARA A SUSTENTABILIDADE EM ESCOLAS PÚBLICAS

ESPAÇO MAKER: DESIGN AND EDUCATION FOR SUSTAINABILITY IN PUBLIC SCHOOLS

Data de aceite: 02/09/2022 | Data de submissão: 26/08/2022

**EVERLING, Marli T.**, Doutora em Design e Sociedade  
Univille, Joinville, Brasil, E-mail: [marli.everling@gmail.com](mailto:marli.everling@gmail.com).  
ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1310-9502>.

**SELLIN, Noeli**, Doutora em Engenharia Química  
Univille, Joinville, Brasil, E-mail: [noeli.sellin@univille.br](mailto:noeli.sellin@univille.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5613-6247>.

**SILVA, Danilo C.**, Doutor em Design  
Univille, Joinville, Brasil, E-mail: [danilo.correa@univille.br](mailto:danilo.correa@univille.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9404-0617>.

**SACHELLI, Carlos M.**, Doutor em Engenharia Mecânica  
UFSC, Joinville, Brasil, E-mail: [carlos.sacchelli@ufsc.br](mailto:carlos.sacchelli@ufsc.br).

**BOETTCHER, Marcelo**, Graduando em engenharia Mecânica  
Univille, Joinville, Brasil, E-mail: [marceloleonardo@univille.br](mailto:marceloleonardo@univille.br).

## RESUMO:

O artigo relata o desenvolvimento de um laboratório móvel designado "Espaço Maker", onde estudantes poderão criar e fabricar artefatos a partir de resíduos plásticos previamente coletados e processados por eles. A atividade contou com a participação do 9º ano da Escola Padre Valente Simioni. O procedimento metodológico utilizado foi o Design for Change e os resultados e a descrição da estruturação do laboratório móvel incluem a experiência realizada na escola.

## PALAVRAS-CHAVE:

Espaço Maker. Educação para Sustentabilidade. Design.

## ABSTRACT:

The article reports the development of a mobile workshop, "Espaço Maker", so that students can. Valente The activity had the participation of the ninth year of the Pe. Simioni. The methodological procedure used is Design for Change and the results describe the structuring of the mobile laboratory and include the experience carried out at the school.

## KEYWORDS:

Espaço Maker. Education for Sustainability. Design.

## 1 INTRODUÇÃO

O artigo é o quarto de uma coletânea de reflexões e registros do projeto “Espaço Maker de Educação para o Desenvolvimento Sustentável com Base no Design for Change”. A pesquisa financiada pelo edital universal da Fapescc iniciou em 2021 e finaliza em 2023. O projeto visa fomentar a consciência ecológica sobre a origem, processamento, consumo e descarte de materiais poliméricos nas escolas municipais de ensino fundamental e médio de Joinville/SC. A estratégia é o desenvolvimento de uma oficina móvel, caracterizada como um espaço “maker”, no qual os estudantes poderão criar e fabricar artefatos a partir de resíduos plásticos previamente coletados e processados por eles. O relato visa apresentar e discutir as atividades conduzidas na escola municipal Pe. Valente Simioni, onde o projeto iniciou. A ênfase nos resíduos poliméricos é justificada por serem amplamente consumidos e descartados de forma inadequada. O conhecimento das características dos materiais poliméricos, a compreensão de sua origem, processamento e utilização em diversos produtos, bem como dos processos de uso, descarte, reciclagem e reúso, possibilita afrontar problemas que afligem a sociedade contemporânea relacionados à poluição ambiental, esgotamento de recursos naturais, dentre outros.

A estrutura do artigo abrange: contextualização, procedimentos metodológicos e, a partir daí, seguem títulos derivados das etapas do processo “Design for Change” que orienta a investigação; o último tópico agrupa a discussão dos resultados e considerações finais.

## 2 CONTEXTUALIZAÇÃO

A dissociação entre matéria-prima e meio ambiente é agravada com o desenvolvimento da sociedade de consumo e coloca em risco a vida pelo esgotamento dos recursos naturais, e traz questões éticas que abrigam a responsabilidade social quanto a sua sustentabilidade. Repensar o consumo e perceber a necessidade da mudança é um dos maiores desafios da sociedade contemporânea e a comunidade acadêmica tem um importante papel a desempenhar, pois cabe à educação construir e oferecer as bases para o despertar da consciência. Para mudar uma postura construída culturalmente ao longo de gerações, faz-se necessário o estímulo e orientação aos mais jovens que estão iniciando a construção do entendimento de valores culturais.

O projeto “Espaço Maker de Educação para o Desenvolvimento Sustentável com Base no Design for Change” tem como objetivo investigar e desenvolver novos processos relacionados à cultura maker para difundir conceitos e a prática da sustentabilidade entre os estudantes de escolas de ensino fundamental e médio, vinculadas à Secretaria Municipal de Educação de Joinville. O planejamento iniciou em 2021, porém, devido à pandemia decorrente da COVID-19, as atividades presenciais junto às escolas começaram no primeiro semestre de 2022 com os encontros e oficinas com ênfase nas etapas “sentir”, “imaginar”, “fazer” e “compartilhar” do processo educacional “Design for Change” (DESIGN FOR CHANGE, 2022).

A ênfase no design possibilita trazer para o processo educacional a articulação entre a sustentabilidade e o projeto, sobretudo pelas atividades práticas para o entendimento do ciclo de vida dos polímeros, material escolhido para trabalhar com os alunos. A partir da perspectiva projetual, a proposta possibilita aos estudantes

ter um entendimento das diversas etapas do processo de uma economia circular, passando pela obtenção, processamento na indústria, uso, descarte e reutilização, assim como das atividades profissionais envolvidas, como o design, a engenharia química, mecânica, ambiental e sanitária etc., possibilitando prospectar encaminhamento profissional.

Optou-se por situar esta iniciativa no ensino fundamental porque a consciência ecológica e a educação para a sustentabilidade requerem processos de capacitação e sensibilização, o que torna a perspectiva “maker” adequada para o público jovem por estar fundamentado na experiência. Essa questão é ainda mais relevante diante dos desafios planetários hoje impostos e relacionados à sustentabilidade, especialmente em termos de espoliamento da natureza para obtenção de recursos, assim como produção, consumo e descarte de produtos. Comportamentos, valores, crenças e artefatos estão entrelaçados e enraizados, assim como refletem, questões culturais. Posturas e atitudes construídas e herdadas culturalmente precisam ser consideradas foco de processos educacionais e de orientação para que jovens, cuja construção mental de mundo ainda é flexível, elaborem comportamentos e valores culturais adequados para os desafios do século XXI, especialmente no que se refere à sustentabilidade e à preservação de condições de vida na Terra.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Dentre as possíveis estratégias, elegeu-se a educação para o desenvolvimento sustentável. Com este fim, foi definida a utilização da metodologia Design for Change proposta pela designer e educadora indiana Kiran Sethi, visando simplificar abordagens como o design thinking e o design centrado no humano no processo educacional para a compreensão por leigos. Em termos educacionais, o Design for Change é caracterizado como uma metodologia ativa que situa o estudante no centro do processo, em uma atitude de autonomia e protagonismo, objetivando preparar cidadãos atuantes, tão necessários para os desafios do século XXI. Também é uma abordagem próxima dos quatro pilares educacionais propostos pela Unesco: “aprender a conhecer”, “aprender a viver juntos”, “aprender a fazer” e “aprender a ser” (DESIGN FOR CHANGE, 2022; WERTHEIN; CUNHA, 2000).

A pesquisa está orientada para os estudantes do ensino fundamental e médio, visando a capacitação de futuros cidadãos para atuar com discernimento em relação aos impactos ambientais, utilizando a criatividade e conhecimentos associados à inovação social, resíduos poliméricos, sustentabilidade e Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS, bem como para os estudantes do ensino superior (Cursos de Design e Engenharias) da Universidade da Região de Joinville - UNIVILLE e da Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC (Campus Joinville) respectivamente.

Ao longo de 2021, foram realizados encontros para o planejamento e a execução das atividades. Seguindo as etapas metodológicas, as atividades foram estruturadas da seguinte maneira: (1) Etapa “Sentir” composta de: Referencial teórico sobre temas pertinentes, levantamento de informações sobre a coleta seletiva e destinação dos resíduos poliméricos no município de Joinville/SC, visita a cooperativa de separação e reciclagem de resíduos, diagnóstico com ênfase na educação para a sustentabilidade junto a Escola Pe. Valente Simioni; (2) Etapa “Imaginar” composta de: oficina de planejamento realizada junto aos professores da Escola

Pe.ValenteSimioni e oficinas de assessoria em atividades pedagógicas; (3) Etapa “Fazer” implementação das atividades planejadas e estruturação de um laboratório móvel (Espaço Maker) composto pelos equipamentos triturador, injetora, extrusora e prensa termoformadora para reciclagem de resíduos poliméricos; (4) “Compartilhar”: oficina de apresentação dos resultados.

### **3.1. Etapa SENTIR: Compreendendo o Contexto**

#### **3.1.1. Referencial Teórico: Educação Maker, Sustentabilidade e Design for Change**

Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) integram a Agenda 2030, proposta em 2015 na Assembleia Geral da ONU, onde os Estados-membros e a sociedade civil negociaram contribuições acerca do planejamento para os próximos 15 anos. A agenda apresenta o compromisso para ações que visem o desenvolvimento sustentável, a garantia de crescimento econômico sustentável e inclusivo, a inclusão social, a preservação e manutenção do patrimônio cultural e a proteção ambiental de forma colaborativa e em pares (ONU, 2022). As atividades deste projeto, voltadas à educação para o desenvolvimento sustentável, procuram contribuir, principalmente, com o alcance de algumas metas dos ODS, tais como: ODS 4 - Metas 4.4 e 4.7 (em virtude da conexão com o compromisso de educar jovens e adultos, com qualidade, competência técnica e profissional para emprego, trabalho e empreendedorismo, bem como habilidades necessárias para o desenvolvimento sustentável); ODS 11 - Meta 11.6 ( pelo compromisso com a redução do impacto ambiental negativo das cidades incluindo resíduos); ODS 12 - Metas 12.4 e 12.5 (pelo uso eficiente dos recursos naturais, intenção de assegurar o manejo ambientalmente saudável de resíduos ao longo de todo ciclo de vida e a redução da geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso); e ODS 14 - Metas 14.1 e 14.2 (pela meta de prevenir e reduzir a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres) (ONU, 2022).

Algumas questões também estão presentes na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que apresenta as competências gerais da educação básica, especialmente por meio dos itens 7 (argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta) e 10 (agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões com base em princípios éticos, democráticos, inclusivos, sustentáveis e solidários) (BRASIL, 2018, p. 9).

A proposta está alinhada com autores do design que discutem a profissão a partir de uma perspectiva social e ambiental como Papanek (1971, 1995), Braungart e McDonough (2002), Manzini (2014) e Fry (2012, 2020); também reverbera princípios de ativismo presentes no Desis Network e em movimentos como Design for Change, Fridays for future e a greve pelo clima, reveladores quanto ao que o público jovem tem a dizer e a contribuir com os desafios relacionados à crise ecológica e humanitária que estamos vivendo. Destaca-se que não seria necessário atravessar fronteiras cronológicas nem geográficas para compreender que o tema é relevante para um país em que questões sócio-ambientais estão entre os grandes desafios, como é possível observar acompanhando argumentações que

se estendem de Chico Mendes à Ailton Krenak (2020). Nesse sentido, a educação exerce um papel crítico, sobretudo na capacidade de avaliar e resolver problemas relacionados ao desenvolvimento sustentável. Isso se dá pela disseminação da consciência, valores, atitudes, habilidades e comportamentos para o desenvolvimento sustentável, com uma participação social relevante (ROORDA; VAN SON, 2016).

### 3.1.2. Levantamento de Dados: Gestão de Resíduos Sólidos em Joinville

A gestão dos resíduos sólidos (comuns, recicláveis, hospitalares, especiais) é realizada pela empresa Ambiental Limpeza Urbana e Saneamento Ltda. Atuante no setor de limpeza urbana desde 1999 e no setor de saneamento desde 2003, oferece serviços como a coleta de resíduos, serviços gerais de limpeza, implantação e operação de aterros sanitários, operação e manutenção do sistema de abastecimento de água e de esgotamento sanitário (AMBIENTAL, 2022). Os serviços de coleta da Ambiental são realizados periodicamente, de acordo com as demandas estabelecidas pela prefeitura do município.

Os resíduos da coleta seletiva (resíduos recicláveis: papel, vidros, metais, plásticos), foco deste estudo, são coletados por veículos adaptados e identificados e então são encaminhados para associações e cooperativas de reciclagem cadastradas e credenciadas pela Secretaria de Infraestrutura Urbana - SEINFRA, ligada à prefeitura do município.

A coleta dos resíduos recicláveis é realizada em setores predeterminados, de acordo com a quantidade de resíduo gerado e a necessidade de recolhimento de cada região onde a empresa atua (AMBIENTAL, 2022). De acordo com a empresa, no mês de janeiro/2022, foram coletadas em média 542,52 toneladas de resíduos sólidos da coleta seletiva no município. Oficialmente somente a Ambiental é credenciada para efetuar a coleta de resíduos recicláveis em Joinville. Porém, existem coletores clandestinos na cidade que também realizam a coleta. São 6 cooperativas credenciadas para receber os resíduos da coleta seletiva em Joinville: Assecrejo, Galpão Aventureiro, Galpão Cubatão, Galpão Da Paz, Galpão Santa Bárbara e Recicla. Todos os dias as cooperativas recebem duas cargas de resíduos recicláveis, uma do período da manhã e outra do período da tarde.

No caso dos resíduos da coleta seletiva (recicláveis), a empresa Ambiental é responsável somente pelos serviços de coleta e entrega dos mesmos nas cooperativas, as quais promovem a separação, classificação, quantificação, enfardamento e venda para as empresas recicladoras.

### 3.1.3. Levantamento de Dados: Cooperativa de Reciclagem de Resíduos

Conforme descrito anteriormente, Joinville conta com seis cooperativas de catadores e recicladores de resíduos sólidos cadastradas na prefeitura do município. Para o diagnóstico, dentre as cooperativas, foi selecionada uma que apresenta melhor infraestrutura e recebe maior quantidade de resíduos, localizada na região norte de Joinville. A visita ocorreu em fevereiro de 2022 e contou com a participação de quatro professores das universidades envolvidas no projeto e um bolsista de iniciação científica. O objetivo foi acompanhar e perceber processos relacionados à coleta e separação de resíduos, especialmente dos poliméricos. A visita abrangeu dinâmicas a ela relacionadas, desde a recepção de resíduos até os

vários projetos associados, desafios e problemas mais frequentes. Em seguida foi iniciada a visita aos diferentes espaços como bazar, área administrativa, área de recepção e esteira de separação dos resíduos, área de pesagem e prensagem e acondicionamento dos fardos (resíduos prensados), espaço de convivência e jardim frontal. Na sequência estão elencados os espaços apresentados e as percepções que possuem maior conexão com os objetivos do projeto.

Quadro 1: Percepções

<b>Percepções derivadas da visita</b>
<p>Bazar: consiste em uma loja que vende produtos doados ou selecionados dentre os resíduos, os quais são comercializados, gerando faturamento de aproximadamente R\$5.000,00 por mês. Dentre os produtos estavam utensílios domésticos (ferro, panelas, liquidificador, cafeteira), calçados, vestuário, manequim, artesanato.</p>
<p>Recepção e Esteira de separação: funciona em uma área aberta coberta ao lado da estrutura principal com aproximadamente 6 metros. Da perspectiva frontal o processo parece mais leve e organizado; entretanto, no final da esteira observa-se a gravidade de problemas especialmente relacionados às condições sanitárias, considerando que muitos resíduos estão sujos (por restos de alimentos e outros produtos) incluindo resíduos orgânicos (ou animais mortos) que dificultam o trabalho, causam odor desagradável e geram risco. Foi relatada a presença de agulhas de seringas descartáveis, vidro e durante a pandemia, máscaras. Também foi relatada a preocupação nos meses iniciais da pandemia em virtude destes resíduos e do tempo de permanência do vírus em metais, plásticos, papéis, vidros, etc.</p>
<p>Espaço de Pesagem, Prensagem e Acondicionamento de Fardos: a cooperativa possui uma balança para quantificação dos resíduos e duas prensas para transformar os resíduos em fardos. O acondicionamento dos fardos não ocorre em um único espaço e utiliza as áreas livres. Na parte da frente estavam acondicionados papelões; na parte interna, plásticos; e nos fundos vidros e outros materiais. Há alguns equipamentos e máquinas que auxiliam no levantamento e deslocamento de fardos. Determinados tipos de resíduos (tais como, recipientes de desodorantes tipo spray, cadernos, livros, recipientes de alumínio, fios elétricos) não são prensados. Eles são acondicionados em Big Bags, Containers e recipientes plásticos. O enfardamento é realizado, principalmente, nos resíduos de plásticos (embalagens, garrafas, etc.), embalagens de papel e papelão e embalagens do tipo tetra-pack (como caixas de leite, sucos), visando redução de volume desses materiais.</p>
<p>Espaço de convivência: contém mesa e uma copa organizada a partir de materiais doados. Percebeu-se a organização e a limpeza do espaço. Neste espaço foi relatada a importância que projetos tem para o crescimento da cooperativa, a importância de ampliar a tonelagem para que os resultados dos projetos sejam significativos, o modo como é dividida a renda gerada e a preocupação com o modo como os resíduos chegam (contaminados por restos de comida) e a falta da consciência da população em geral em relação à educação ambiental. Também percebeu-se como afeta a falta de percepção quanto ao cuidado na entrega do resíduo.</p>
<p>Jardim frontal: o canteiro da avenida é cuidado pela cooperativa aos finais de semana e mutirões. A prefeitura estimulou a adoção do canteiro, mas não contribuiu nem com uma plaquinha para evidenciar que o mesmo foi adotado pela Assecrejo. Existe vontade para esta identificação, o que não ocorreu por causa do custo.</p>

Fonte: Cavalcanti et al (2022)

A cooperativa recebe os resíduos da coleta seletiva da empresa Ambiental e resíduos que são entregues por outras empresas e voluntariamente pela população. Os resíduos são separados, classificados, pesados, enfardados e/ou armazenados em recipientes específicos. Foi levantado que os resíduos de papel são os recebidos em maior quantidade pela cooperativa e os resíduos poliméricos, foco deste estudo, apresentam o segundo maior percentual, de 22,8% de plásticos em geral



(polietilenos de alta e baixa densidade - PEAD e PEBD, polipropileno - PP, polietileno tereftalato - PET, policloreto de vinila - PVC, poliestireno - PS, entre outros) e 1,5% de Poliestireno Expandido - EPS (conhecido como “Isopor”).

Os resíduos classificados são vendidos para empresas recicladoras de Joinville e outras cidades da região. Do total de resíduos recebidos na cooperativa, em torno de 25 a 30% são classificados como “rejeitos”, compostos por restos de comida, papel higiênico, absorventes higiênicos, animais mortos, etc, que não deveriam estar nos resíduos reciclados da coleta seletiva. Destes rejeitos, 3 a 5% são materiais como plástico laminado (mistura de diferentes materiais) e acrílico (polimetacrilato de metila) que não são comercializados, devido à baixa procura pelas empresas recicladoras. Esses materiais são coletados pela empresa Ambiental e encaminhados para aterro controlado.

A visita à cooperativa possibilitou compreender oportunidades de integração entre as atividades conduzidas na escola, bem como a importância de se conhecer as etapas de destinação final dos resíduos para a percepção e o plano do consciente considerando impactos sociais, ambientais e, especialmente, a necessidade que os associados da cooperativa sentem em relação a mudanças de comportamento de consumo e, sobretudo, ao modo como produtos, embalagens e resíduos são descartados; muitas vezes esta ação, além de ser excessiva, desconsidera que os resíduos para serem reciclados e reutilizados passam por processos executados por pessoas. Reduzir a abstração e considerar a dignidade e o respeito a essas pessoas é uma das questões que merecem ser trabalhadas, assim como a educação para lidar com a separação de resíduos. De acordo com os associados da cooperativa, essa é uma ação que, idealmente, deveria ser considerada pela empresa que faz a coleta, que deveria ter em vista a adequação dos resíduos para reciclagem e reaproveitamento, bem como seu destino final. Tangencia-se, aqui, à dimensão pública do problema já que a coleta é serviço contratado pelo setor público. Além disso, observou-se que resíduos separados podem ser entregues na cooperativa facilitando o processo de separação; outra questão apontada como relevante pelos associados é o caráter de associativismo que os distingue dos catadores. Estas questões devem ser consideradas e incorporadas no planejamento das disciplinas. A visita à cooperativa evidenciou, ainda, a importância de levar os estudantes para conhecer o processo in loco e de se incorporar informações neste sentido ao conteúdo audiovisual a ser produzido.

#### 3.1.4. Levantamento junto a Escola Padre Valente Simioni

A visita ocorreu em setembro de 2021 e contou com a participação de três professores do projeto. A Escola está localizada na região norte de Joinville/SC, apresenta uma boa estrutura e durante a reunião com a diretoria para a apresentação da proposta, foi disponibilizado um espaço destinado às atividades do projeto, o qual abrigará os equipamentos e onde serão desenvolvidas as oficinas. A escola é engajada em diversos projetos e participa ativamente de concursos, campeonatos de educação, etc. Durante a visita foram identificadas algumas iniciativas relacionadas à sustentabilidade como a horta, sistema para captação de água da chuva e painéis com os ODS, além do Laboratório de Robótica que utiliza materiais de reuso para criação de diversos objetos. A Figura 1 apresenta algumas imagens da escola demonstrando algumas das ações citadas.

Figura 1: Imagens da escola - Sistema de captação de água da chuva, árvores frutíferas e horta



Fonte: Elaborado pelos autores

Para a estruturação das oficinas e definição dos conteúdos, foi realizada uma atividade de escuta com professores da disciplina de Ciências, escolhidos pelo tipo de conteúdo que lecionam e pelo alinhamento da disciplina com o projeto do Espaço Maker. As informações mais significativas foram: (i) o engajamento dos estudantes ocorre mais intensamente por meio de experiências; (ii) as maiores dificuldades para realização de atividades referem-se ao acondicionamento de materiais; (iii) com a mudança do currículo, o tema sustentabilidade não é mais tratado explicitamente nas disciplinas de ciências, mas é considerado oportunamente durante a abordagem de temas como mudanças climáticas, aquecimento global, saneamento básico; (iv) não são realizadas, sistematicamente, atividades relacionadas aos ODS; (v) há espaço disponível, mas não equipamentos adequadas para atividades similares às que se propõem por meio do projeto; (vi) temas relacionados à geração, coleta, reciclagem e destinação final dos resíduos sólidos são tratados por meio da teoria, conversas e vídeos; (vii) uma campanha para arrecadação de tampas plásticas é realizada na escola com a finalidade de converter para ajudar os animais.

A partir do levantamento realizado na escola prospectou-se iniciar a capacitação dos professores pela metodologia do Design for Change e utilização dos equipamentos do Espaço Maker. Foi definido juntamente com a diretoria da escola que as atividades seriam desenvolvidas com os estudantes do 9º ano, pois apresentam mais maturidade para o manuseio dos equipamentos e atividades de projeto de produtos a partir do reciclo dos materiais poliméricos coletados na campanha que a escola já vem realizando.

#### 4 ETAPA IMAGINAR: PLANEJAMENTO JUNTO A ESCOLA PE. VALENTE SIMIONI

##### 4.1. Oficina de Planejamento junto aos Professores

A oficina participativa para articulação de todas as atividades incluindo professores e equipe ocorreu em maio de 2022. Na ocasião foi apresentada a estrutura com base no DFC criada para condução do projeto “Espaço Maker” (Quadro 01).

Quadro 01: Estrutura do DfC - 'Espaço Maker'

Sentir	Imaginar	Fazer	Compartilhar
<ul style="list-style-type: none"> <li>*visitas</li> <li>*diagnóstico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*oficina Design for Change para desenhar o processo com os professores</li> <li>*oficina de suporte para a classificação de resíduos</li> <li>*peça de teatro para sensibilizar estudantes da importância de reduzir e reaproveitar resíduos</li> <li>*Oficina de criatividade e de desenvolvimento de produto.</li> <li>*Análise e seleção da alternativa de acordo com critérios relevantes para o projeto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Experimentos para classificação de resíduos poliméricos.</li> <li>*Preparação do laboratório móvel.</li> <li>*Testes de prototipagem</li> <li>*Oficina de produção na escola.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>*Divulgação das ações na escola e comunidade acadêmica.</li> </ul>

Fonte: Dos autores (2022)

Destacou-se que a etapa “Sentir” já havia sido realizada e consistiu em todo processo de escuta que contribuiu para compreender as necessidades dos professores, o grau de conhecimento sobre os assuntos trazidos pelo projeto “Espaço Maker” e oportunidades para integrar as atividades nas suas disciplinas, etc.

#### 4.2. Oficinas e Atividades Pedagógicas de Suporte

As atividades de planejamento e oficinas de suporte estão relacionadas à fase “Imaginar”. Dentre estas atividades foi incluída uma peça de teatro concebida, roteirizada, produzida e cenografada pelos estudantes do 9º ano sob a supervisão da professora de Artes; a peça intitulada “A missão de Alice: meio ambiente, amor, respeito e tolerância” (Figura 2) foi apresentada em dois turnos para todos os estudantes e impulsionou o processo de recolhimento e separação de polímeros.

Figura 2: Imagens da apresentação da peça de teatro



Fonte: Dos autores (2022)

Esta atividade contou com o suporte de material didático sobre metodologias

de identificação de polímeros para capacitação de professores. O professor de Ciências da escola apresentou o conteúdo didático sobre os diferentes tipos de materiais poliméricos, estrutura química, suas aplicações, problemática sobre destinação inadequada e impactos ambientais.

Como parte da etapa “Imaginar” foram efetuados experimentos em laboratório químico utilizando técnicas de identificação escolhidas para serem aplicadas na oficina com os estudantes. A primeira atividade foi voltada à identificação dos materiais poliméricos coletados a partir do código da reciclagem presente em cada material (Figura 3A), sendo então separados por tipo de resina polimérica. A segunda atividade foi de identificação a partir dos testes de densidade e combustão dos materiais, foram escolhidos alguns resíduos e efetuados os experimentos demonstrativos executados pelos bolsistas da universidade com apoio do professor da escola (Figura 3B).

Figura 3A: Oficina de identificação dos resíduos poliméricos a partir do código de reciclagem



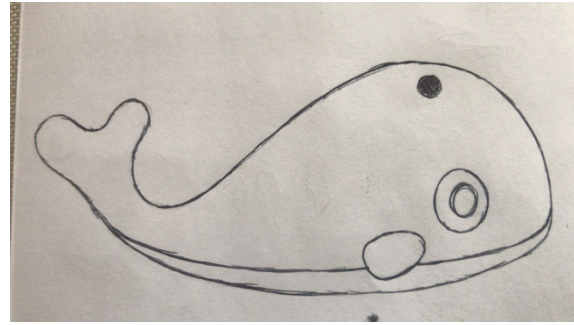
3B: Oficinas de identificação dos resíduos poliméricos por densidade e combustão



Fonte: Dos autores (2022)

Ainda nesta etapa, em agosto de 2022 foi conduzida uma oficina de criatividade com os estudantes da escola para criar pequenos artefatos a partir do resíduo coletado e passíveis de produção em processos de moldagem de polímeros no laboratório móvel. Foram apresentados os conceitos de fabricação da “ideia” até o projeto, uso e descarte, bem como processos de reciclagem do polímero coletado e selecionado por eles. A atividade criativa desafiou os estudantes a desenhar um artefato que pudesse ser viabilizado a partir dos equipamentos do laboratório móvel. De posse dos vários desenhos selecionados foi realizada a discussão de viabilidade levando em conta critérios como tema, factibilidade, entre outros. A alternativa que melhor atendeu os critérios foi a baleia conforme figura 4.

Figura 4: Oficina de criatividade

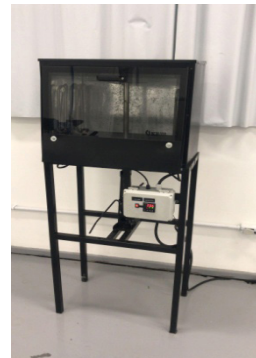
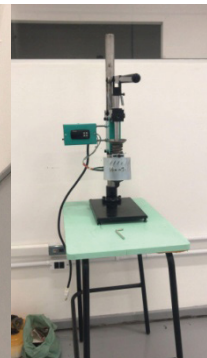
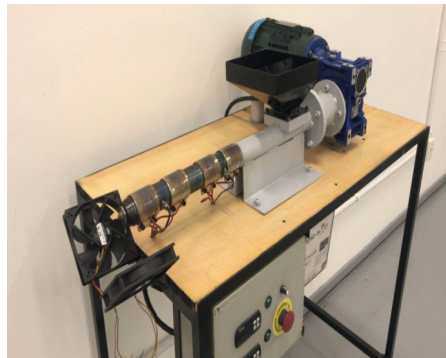


Fonte: Dos autores (2022)

### 5 ETAPA FAZER: LABORATÓRIO MÓVEL - ESPAÇO MAKER

Para a estruturação do laboratório, inicialmente foi realizada a capacitação dos bolsistas da universidade e do professor da escola para operar os equipamentos. Paralelamente, na Univille, ocorreu a montagem dos equipamentos (injetora, extrusora e forno compressor) e a trituração dos resíduos coletados pelos estudantes, que foram utilizados para os testes dos processos de fabricação para viabilizar a experiência do laboratório móvel na escola.

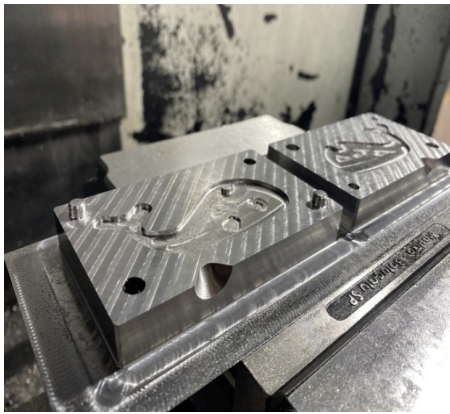
Figura 4: Resíduos poliméricos triturados e equipamentos montados



Fonte: Dos autores (2022)

O desenho da baleia, derivado da oficina de criatividade e escolhido para o desenvolvimento do produto, foi modelado em CAD, posteriormente impresso em 3D para percepção do artefato. Em seguida foram feitos dois moldes, um usinado em aço e outro em silicone (Figura 5A e 5B).

Figura 5A: Molde de aço e teste da baleia injetada  
 Figura 5B: Molde de silicone e teste da baleia injetada



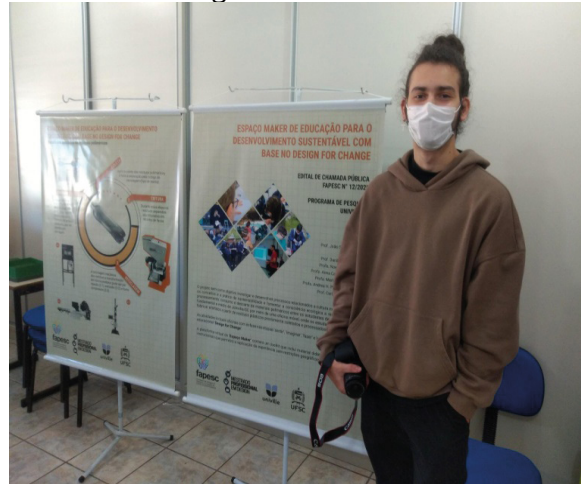
Fonte: Dos autores (2022)

A medida que o laboratório móvel assumia forma, foram realizados vários testes com estes moldes até alcançar a qualidade desejada para levar os equipamentos à Escola para montagem do “Espaço Maker” e realizar as oficinas de produção dos artefatos, planejadas para setembro de 2022.

### 6 COMPARTILHAR: EXPERIÊNCIA NA ESCOLA

Com os equipamentos preparados, o laboratório móvel foi transportado para a Escola e no dia 19 de setembro foi realizada a primeira atividade de experimentação/demonstração. Para isso, foram preparadas três ilhas de demonstração em um espaço disponibilizado e dois banners que apresentavam o projeto ‘Espaço Maker’ e o processo de reciclagem (Figura 6).

Figura 6: Banners



Fonte: Dos autores (2022)

As turmas do 9º ano foram divididas em equipes de 10 para participar da experiência. A demonstração iniciou apresentando o processo de termoformagem (Figura 7). Neste processo, os grãos de polímeros são depositados em um molde macho-fêmea que, uma vez aquecidos e prensados, absorvem a forma do molde. Este processo é utilizado na indústria automotiva, de eletrodomésticos, embalagens, etc.

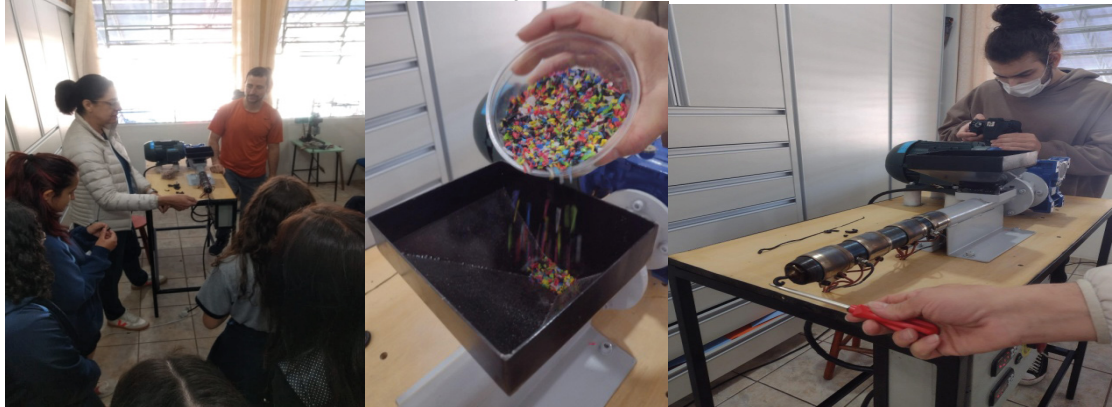
Figura 7: Demonstração do processo de termoformagem



Fonte: Dos autores (2022)

Na sequência foi demonstrado o processo de extrusão (Figura 8). Neste processo, o polímero é depositado em um funil, aquecido e pressionado por um tubo cuja forma na sua extremidade determina o artefato extrudado. É utilizado para confecção de forros e tubos de PVC, etc.

Figura 8: Demonstração do processo de extrusão



Fonte: Dos autores (2022)

Finalmente foi demonstrado a reprodução do artefato (a baleia) por meio do processo de injeção (Figura 9). Também foi apresentado o molde de silicone, evidenciando a obtenção do modelo tridimensional da baleia.

Figura 9: Demonstração do processo de injeção da baleia



Fonte: Dos autores (2022)

Ao final das demonstrações os estudantes receberam um chaveiro com a baleia (Figura 10), resultado do desenho concebido por uma aluna e transformado no artefato, o qual teve como objetivo representar o projeto e ser distribuído com os estudantes e professores que participaram das atividades como uma lembrança, por seu significado, conexão e internalização de todo o processo.



Figura 10: Chaveiros da baleia



Fonte: Dos autores (2022)

## 7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Do mesmo modo que o Processo Design for Change é aberto, interativo e orgânico, assim tem sido a experiência de estruturação do “Espaço Maker”. Há equipes de três instituições com rotinas, cronograma e atividades distintas orientados para esse propósito. Por ser de constituição interdisciplinar, o vocabulário dos participantes é distinto e além disso precisa ser adequado para estudantes do 9º ano. A abertura, colaboração e parceria da Escola para alinhar objetivos pedagógicos, identificar professores e disciplinas tem sido essencial.

O diagnóstico e a oficina realizada com os professores (etapas “Sentir” e “Imaginar”) possibilitaram compreender como estruturar um círculo virtuoso que fosse vantajoso para a disciplina, o(a) professor(a), a escola e também para a equipe do projeto; de todas as etapas, foi a mais demorada justamente por exigir a constituição de um relacionamento de confiança, assim como, fazer com que os objetivos de nenhum participante fossem atropelados.

As atividades de suporte pedagógico e oficinas realizadas nas disciplinas (etapa “Imaginar”) possibilitaram a compreensão da linguagem das disciplinas e dos estudantes, possibilitando avaliar junto com os professores e a equipe pedagógica, a melhor forma de sensibilização para coleta de resíduos (a peça de teatro). Pode-se dizer que esta fase foi intensamente coreografada cronologicamente, por estar sustentada na interação com professores, estudantes e equipe pedagógica.

A preparação do Espaço Maker (etapa “Fazer”) exigiu articulação de bastidores para realização de orçamentos, aquisição de equipamentos, preparação do laboratório e realização de testes. Boa parte do ritmo do projeto estava depositado sobre a viabilidade de uso do laboratório de modo seguro e pedagógico, incluindo a mobilidade, além da qualidade alcançada em termos de processos de fabricação.

A etapa ‘Compartilhar’ possibilitou visualizar o alcance e potencial da proposta, além de permitir que a própria equipe tivesse compreensão do seu dimensionamento. Observar a reação dos estudantes e da equipe pedagógica ofereceu alguns subsídios, evidenciando que os objetivos haviam sido alcançados, superando expectativas iniciais.

Conclui-se reforçando que, por mais que o projeto tivesse uma previsibilidade expressa no seu plano de trabalho, foi apenas à medida de sua concretude que toda

sua potencialidade foi se revelando, especialmente porque havia parcialidade de percepção da parte de cada membro da equipe interdisciplinar. Também ficou evidente durante o processo o valor da proposta para despertar o interesse, em termos profissionais, para campos como design, materiais, processos, fabricação

### REFERÊNCIAS

AMBIENTAL LIMPEZA URBANA E SANEAMENTO. Disponível em: <<https://www.ambiental.sc/servicos/limpeza-urbana/coleta-de-residuos-reciclaveis/>>, acesso em 21/02/2022.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018.

CAVALCANTI, A. L. M. S.; SELLIN, N.; SILVA, D. C.; EVERLING, M. T. DÁGIOS, R. Diagnóstico para Espaço Maker de Educação para o Desenvolvimento Sustentável com Ênfase em Resíduos Poliméricos. ENSUS 2022: X Encontro de Sustentabilidade em Projeto. UFSC:Virtuhab/ UFSC, 2022.

DESIGN FOR CHANGE. Disponível em <<https://dfcworld.org/SITE>>, acesso em Fev/2022.

ROORDA, N.; VAN SON, H. Education for Sustainable Development. In: HEINRICHS, H.; MARTENS, P.; MICHELSEN, G.; WIEK, A. (ed.). Sustainability Science: an introduction. Dordrecht: Springer, 2016. Cap. 28. p. 1-17.

ONU - Organização das Nações Unidas. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS). Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>, acesso em Fev/2022.

PRECIOUS PLASTICS. Machines. Disponível em: <https://preciousplastic.com/solutions/machines/overview.html>, acesso em Fev/2022.

WERTHEIN, J.; CUNHA, C. Fundamentos da nova educação. Brasília: UNESCO, 2000. 84p

### AGRADECIMENTOS

Fapesc, CNPq, Escola Pe. Valente Simioni, Instituto Caranguejo de Educação Ambiental, Anna L. M S. Cavalcanti – Universidade da Região de Joinville, João E. C. Sobral – Universidade da Região de Joinville, Marcilene Machado – Mestranda do PPGDesign - Universidade da Região de Joinville, Miguel Boaz - Estudante de graduação em design - Universidade da Região de Joinville e Roberto Dágios - Estudante de graduação em design - Universidade da Região de Joinville.

# RESÍDUOS DE DENIN: EXPERIÊNCIAS DE REUTILIZAÇÃO EM CONFECÇÃO DE JEANS

## DENIN WASTE: JEANS REUSE EXPERIENCES

Data de aceite: 02/09/2022 | Data de submissão: 26/08/2022

**SANTIAGO, Élida Belquice de Araújo**, Mestre  
IFPI, Piripiri-PI, Brasil, E-mail: [elida.belquice@ifpi.edu.br](mailto:elida.belquice@ifpi.edu.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0251-4166>.

**FERREIRA, Antonieta Machado**, Graduanda do Curso de Design de Moda,  
IFPI, Piripiri-PI, Brasil, E-mail: [antonietaferreira567@gmail.com](mailto:antonietaferreira567@gmail.com).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1235-5410>.

**RODRIGUES, Jéssica de Melo**, Graduanda do Curso de Design de Moda,  
IFPI, Piripiri-PI, Brasil, E-mail: [jessicamrodrigues1@gmail.com](mailto:jessicamrodrigues1@gmail.com).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3599-1903>.

**MELO, Lucilene de Carvalho**, Graduanda do Curso de Design de Moda,  
IFPI, Piripiri-PI, Brasil, E-mail: [lucilencarvalhom66@gmail.com](mailto:lucilencarvalhom66@gmail.com).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9629-3500>.

**ARAÚJO, Naira Renata Muniz de**, Graduanda do Curso de Design de Moda,  
IFPI, Piripiri-PI, Brasil, E-mail: [renatamunizda@gmail.com](mailto:renatamunizda@gmail.com).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1510-502X>.

### RESUMO:

O planejamento do uso de técnicas de reutilização de materiais que são desperdiçados, pode ajudar a reduzir os danos ambientais ou mesmo evitá-los. Este artigo apresenta resultados de uma pesquisa que explorou as sobras de denim em uma fábrica de confecção de jeans, bem como a proposta de reutilização dos resíduos por meio de alternativas sustentáveis, gerando possibilidades para o desenvolvimento de novos produtos, a partir do reaproveitamento do denim descartado. Para o desenvolvimento da pesquisa utilizou-se o método de pesquisa Design Science, seguindo as seguintes etapas: compreensão do problema, geração de alternativas, desenvolvimento de artefatos, avaliação e conclusões. Foram prototipadas peças a partir do reaproveitamento, sendo seis pares de calçados e seis bolsas. Os resultados alcançados demonstraram que o reaproveitamento de resíduos de denim associados a elementos agregadores do design, são formas de inovar, tornando a moda mais sustentável e ética, agregando valor ao produto, através da ressignificação.

### PALAVRAS-CHAVE:

Resíduos têxteis. Jeans. Indústria de confecção. Sustentabilidade.

### ABSTRACT:

*Planning the use of techniques to reuse materials that are wasted can help to reduce environmental damage or even avoid it. This article presents the results of a research that explored the denim leftovers in a jeans factory, as well as the proposal for the reuse of waste through sustainable alternatives, generating possibilities for the development of new products, from the reuse of denim discarded. For the development of the research, the Design Science research method was used, following the following steps: understanding the problem, generation of alternatives, development of artifacts, evaluation and conclusions. Pieces were prototyped from reuse, with six pairs of shoes and six bags. The results achieved showed that the reuse of denim waste associated with design elements are ways to innovate, making fashion more sustainable and ethical, adding value to the product, through ressignification.*

### KEYWORDS:

*Textile waste. Jeans. Clothing industry. Sustainability.*

## 1 INTRODUÇÃO

A discussão sobre a sustentabilidade na área da moda é frequente, não é segredo que esta indústria, sua produção e consumos excessivos são prejudiciais ao meio ambiente, dessa forma é cada vez mais necessário se pensar em alternativas para a transformação deste setor para que se torne mais sustentável. Além disso, outra preocupação, ofuscada em meio a tantos impactos, é a geração de resíduos. Segundo fontes do Sebrae (2018), são geradas 170 mil toneladas de resíduos têxteis por ano no Brasil.

Cada vez mais os consumidores estão preocupados com o meio ambiente e optam por produtos que sejam sustentáveis e causem um impacto positivo. Pesquisas mostram que 88% dos consumidores manifestam preferência por marcas mais ecológicas. A indústria da moda é responsável por 10% da emissão de gás carbônico no mundo, sobrepondo-se a emissão ocasionada por voos internacionais e o transporte marítimo juntos. Se as indústrias permanecerem sem alterações, quanto aos seus processos produtivos, os resultados podem ser cada vez mais alarmantes. Segundo o Entrepreneur (2021), perspectiva é que até 2050 esta será a responsável por 26% da produção mundial de carbono, evidentemente, algo precisa ser feito para controle do problema.

O jeans, que é uma peça de roupa confeccionada com o tecido denim, matéria prima resultante do entrelaçamento de sarja. Ele tem proporções mundiais de consumo assim, juntamente com sua popularidade somam-se os custos para o meio ambiente, que vão desde o consumo excessivo de água no ato da sua fabricação, até os grandes níveis de poluentes, muitas vezes descartados de forma incorreta.

A partir do estudo sobre sustentabilidade e o contato com os dados alarmantes gerados a partir do consumo de jeans, despertou-se o interesse de melhor compreender a ocorrência dessas questões desde cidades pequenas até realidades das grandes capitais produtoras. Surgindo a curiosidade de investigar na cidade de Piripiri no Piauí, que tem empresas de confecção de jeans e mesmo sendo uma cidade do interior do estado, apresenta-se como polo industrial de confecção de jeans e peça íntima. Através desses conhecimentos houve a seguinte inquietação: Como as fábricas de confecção em jeans da cidade de Piripiri-PI, fazem o descarte e reutilização dos seus resíduos/sobras?

Diante dessa indagação e com base nos conceitos da sustentabilidade, foi realizado uma análise dos desperdícios nas empresas e verificada a possibilidade de aplicação de uma experiência de reaproveitamento de resíduos de denim. Esses resíduos de uma confecção somadas as sobras de uma fábrica de calçados, geraram novos produtos, a partir de uma metodologia de projeto de design, incentivando o fortalecimento de ações mais sustentáveis no município de Piripiri-PI.

Piripiri é um município situado a 163 km da capital Teresina, situada na região Nordeste do Estado do Piauí, com uma população de 63.829 habitantes, segundo IBGE (2021). Sua economia é baseada no extrativismo e na indústria de confecção a qual faz do mesmo um polo de confecção piauiense. O município também abriga um dos Campi do Instituto Federal do Piauí (IFPI) que possuem cursos nas áreas de moda e vestuário, dessa forma, o projeto é uma contribuição institucional no incentivo para ações sustentáveis (MELO, 2022).

A pesquisa apresenta a associação do design e o reaproveitamento no

desenvolvimento de uma coleção de calçados e bolsas, a partir da reutilização de resíduos de denim, transformando o que seria descartado em um novo produto, conciliando o design com a sustentabilidade fortalecendo e incentivando novas ações nas empresas parceiras e demais cadeias produtivas.

No Brasil o mercado de moda e confecção de produtos em jeans (jeanswear) se tornou referência mundial, o Nordeste se destacou bastante no cenário nacional com seus polos têxteis. Considerando a quantidade de resíduos descartados e o impacto ambiental em termos de geração de lixo, ocupação de aterros sanitários e gastos energéticos para a gestão destes resíduos (MILAN, 2010; ASSIS et al., 2009) são necessárias propostas de reutilização e aumento do ciclo de vida deste material.

Segundo Martins (et al., 2011), a abordagem do problema deve considerar novas propostas de reutilização e aumento do ciclo de vida deste material; uma produção mais limpa e passível de ser aplicada em indústrias de confecção de pequeno e médio porte com vistas a melhorar o processo produtivo; promovendo a responsabilidade social e impulsionando ações sustentáveis. Nesse sentido, entende-se que o desperdício de matéria-prima, o lixo e o consumo exagerado são aspectos responsáveis pelo desequilíbrio ecológico do planeta. Moura (2018), essa é uma prática pouco explorada nos polos de confecções do Brasil, pois, não existe uma política de reaproveitamento de matéria prima (denim) vigente nos principais polos têxteis do país.

Há algumas ações transformadoras para o descarte do denim, como por exemplo, reutilizar as sobras dentro do próprio processo, reciclar os resíduos têxteis, doação dos resíduos têxteis etc. A lei nº 12.305/2010 discorre sobre o descarte correto desse material, contribuindo com a preservação do meio ambiente, o não cumprimento da mesma é passível de ações penais contra os responsáveis. Por falta de conhecimento ou por negligência as empresas não buscam alternativas ambientalmente corretas para destinar e descartar esses resíduos, o que contribui ainda mais para a degradação do meio ambiente.

A temática da sustentabilidade precisa de maior visibilidade social, de forma que venha contribuir com novas ações sustentáveis. Visto que esse conceito se tornou primordial para reverter o quadro de exploração excessiva de recursos naturais do planeta, já que suas práticas podem resultar em melhores condições de vida para as pessoas, melhora da captação de recursos naturais, a reutilização de materiais descartados pelas indústrias, diminuindo a extração de novos materiais e consequentemente a degradação do planeta.

O presente artigo está estruturado nos seguintes tópicos: na seção 1 traz a introdução, na qual aponta-se a relevância deste estudo, bem como os conceitos norteadores da pesquisa executada; na seção 2, aborda-se o tópico moda e sustentabilidade onde está a revisão bibliográfica, apresentando um breve histórico dentro da moda que justifica e deixa claro a importância de ações sustentáveis. Na seção 3 encontra-se os procedimentos metodológicos, que além de explicar o método de Design Science usado para nortear as etapas executadas, descrevendo cada uma delas, seguida da seção 4 que apresenta a aplicação dos resultados, no qual são relatadas as experiências vivenciadas, a seção 5 possui a análise dos resultados e experiências obtidas com a execução da metodologia, encerrando com a seção 6, onde estão dispostas as considerações finais e recomendações junto a

pesquisa realizada.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A indústria da moda evoluiu com o passar dos anos, esse crescimento foi evidenciado a partir da Revolução Industrial, com o aumento do poder de compra e a obsolescência da fabricação caseira de roupas, ocasionando através do maior consumo o aumento do uso dos recursos naturais, desencadeando um desequilíbrio ecológico, surgindo o conceito de sustentabilidade, traduzido na preocupação com a preservação do meio ambiente (GERONIMO, 2019).

A sociedade vive em constante modificação e a moda se ajusta a estas mudanças relacionadas às necessidades dos consumidores como também aos interesses econômicos advindos do mercado. Segundo Berlim (2012), a sustentabilidade está presente na moda desde a década de 60, quando surgiram no Brasil e no mundo as primeiras preocupações com o impacto ambiental causado pela indústria têxtil.

Ao final da década de 80 os cuidados se voltam para o impacto da produção de matéria-prima, iniciando as primeiras culturas de algodão orgânico e as primeiras roupas consideradas ecológicas, ou “verdes”. Desde então, ser sustentável vem se tornando uma necessidade. Conforme Berlim (2012, p.88):

[...] nos últimos anos a sociedade passou a entender melhor os conceitos do “sustentável” e os criadores, por sua vez, passaram a compreender que nada pode ser 100% sustentável e que qualquer prática de sustentabilidade é bem-vinda na produção de um produto.

Considerado como o segundo maior empregador da indústria de transformação, a indústria do vestuário situa-se como mantenedora de grande escala produtiva. De acordo com dados da Associação Brasileira da Indústria Têxtil e de Confecção (ABIT, 2013), o Brasil tem o quarto maior parque produtivo de confecção do mundo e o quinto maior produtor têxtil. Conseqüentemente, emerge como um dos grandes responsáveis na geração de resíduos nocivos ao ambiente, pois em seu processo de produção, o material utilizado para a produção dos produtos está ligado a diversos tipos de impactos ambientais.

De acordo com Carvalho (2016), o amadorismo no sistema, com conseqüentes danos ao meio ambiente e a vida de muitas pessoas, advém da visão de que a moda é algo fútil e banal. Essa indústria, no século XX, foi considerada a segunda mais poluidora, ficando atrás apenas da indústria petrolífera, além de ser a segunda que mais esgotou recursos naturais, colaborando com a situação de desequilíbrio ambiental do planeta (GERÔNIMO, 2019).

Para Moura (2019), a moda é um sistema que abrange consumidor, design, economia, comportamento e a indústria, todavia o tema sustentabilidade tem sido muito debatido e ganhado notoriedade, pois, a relação entre moda e sustentabilidade é traduzida no conceito de consumidores que buscam produtos que respeitem o meio ambiente, provindo de uma produção ética social e de vida útil prolongada.

Segundo Bogner e Metz (2019), 15% do tecido utilizado pela indústria têxtil vira resíduo pré-consumo, sempre ao realizar a etapa de corte das peças sobram quantidades grandes de pequenos pedaços de tecido, que não são utilizados posteriormente na confecção da peça. Ferreira et al (2015), esclarece que das 175 mil toneladas desses resíduos geradas no Brasil por ano, apenas 20% das sobras

são reaproveitadas, na produção de novas peças, mantas, barbantes e fios, o que equivale a 36 mil toneladas.

Sob a afirmação de que a indústria da moda é a segunda que mais polui o mundo, o olhar de empresários, consumidores e governos vêm se voltando para a questão em estudo. Essa indústria é responsável por uma grande cadeia industrial, que vai desde a criação da fibra até a fabricação de produtos, que vem tendo seu processo questionado cada vez mais. Dessa forma se faz necessário que haja interferências nessa cadeia, com o olhar voltado para um processo de desenvolvimento mais sustentável, reafirmados pelos 5 R's: repensar, reduzir, recusar, reaproveitar e reciclar (MOURA, 2018).

Com observância nesse enfoque o design pode ser usado juntamente com a sustentabilidade como ferramenta de transformação dentro da sociedade, moldando a maneira de ver o consumo, como também a idealização de produtos até o seu descarte (MOURA, 2018).

Para Fletcher e Grose (2011), é papel também do designer prospectar e comunicar novas visões de moda e sustentabilidade, fornecendo ferramentas para “amplificar uma voz coletiva”, para que a mudança chegue mais rápido ao setor têxtil e de confecção. O designer no papel de comunicador capta informações abstratas e promove ações, tornando-as palpáveis e desencadeando novos comportamentos.

Por se tratar de um setor muito expressivo na economia mundial, a indústria têxtil emprega muitos trabalhadores. A sustentabilidade não está somente ligada à natureza, mas também às condições a que as pessoas são submetidas no seu ambiente de trabalho. De acordo com Lee (2009), há milhões de trabalhadores na manufatura de roupas que são explorados. Além de considerar também a realidade dos artesãos que não conseguem competir com a velocidade da indústria têxtil, se submetendo, muitas vezes, a trabalhar longas jornadas sem nenhum tipo de benefício. Para os estilistas Pankaj e Nidhi:

“Nosso planeta e natureza precisam ser nutridos, assim como nossas almas criativas, e não haverá paz se um custar o outro. O tecido é nosso ambiente imediato. A humanidade tem seu ambiente na natureza, mas o ambiente imediato do corpo são as roupas que vestimos. Do estágio concepção à execução, a sustentabilidade é uma ideia que todos os designers devem abraçar. Mesmo pequenas contribuições individuais fazem a diferença e estamos fazendo isso reduzindo o desperdício, usando materiais reciclados, produzindo com sensatez e fazendo com que cada item valha a pena ser comprado com um pouco de consciência” (ENTREPRENEUR, 2021).

Nota-se que a questão da sustentabilidade é tratada por algumas indústrias somente como uma estratégia de marketing para alavancar vendas. Geralmente a informação é resumida em pequenos slogans e etiquetas, não esclarecendo ao consumidor uma informação completa do produto adquirido. Em contrapartida existem empresas de moda de luxo que baseadas no princípio básico da oferta e demanda buscam promover ações para um futuro mais verde.

Nos enfoques de moda ética, slow fashion (moda lenta), ecomoda e moda mais sustentável, é que temos a percepção que a moda está alinhada à sustentabilidade, pois esses conceitos nos revelam as seguintes concepções: preocupação com os aspectos ambientais, nas condições de trabalho dentro da indústria de moda,

saúde dos seus consumidores, bem como seus hábitos, além de propor substituição de métodos que prejudiquem menos o meio ambiente, como a substituição de processos químicos por métodos e produtos naturais (BOGNER E METZ 2019). O mercado está sofrendo mudanças, o consumidor está cada vez mais atento às questões éticas e ficar para trás será o mesmo que se manter desqualificado para as novas demandas de consumo.

Ao visitarmos as empresas em Piripiri-Pi não nos deparamos com uma realidade diferente da mostrada nesses referenciais, foi possível ver uma grande quantidade de resíduos que eles alegavam algumas vezes fazer o reaproveitamento, vender a preços mais baratos para artesãos e dar outras finalidades. Porém, ainda assim disseram que gostariam de alternativas mais lucrativas para a empresa, devido a quantidade de resíduos que mesmo com as iniciativas, acabavam sendo desperdiçadas. Foi então que se pensou na metodologia a se aplicar, para que alcançasse resultados positivos para a empresa e que servissem de experiência para futuras aplicações.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Dentre os procedimentos metodológicos, utilizamos o método de pesquisa o Design Science, que para Santos (2018, p.78), se adequa a estudos onde “há a criação de um artefato para promoção de melhorias no mundo real presente ou futuro”, que visou aplicar melhorias ao foco do estudo. A abordagem foi segmentada em fundamentação teórica e projetual, a primeira teve como foco pesquisas sobre sustentabilidade, design, reutilização e a indústria de jeans. Já a parte da pesquisa projetual, teve o desenvolvimento de coleção de calçados e bolsas a partir de resíduos advindos da fabricação de jeans guiada por Sanches (2008), seguindo metodologia de projeto de design.

Para o desenvolvimento do método de pesquisa Design Science seguiu-se as seguintes etapas: compreensão do problema, geração de alternativas, desenvolvimento de artefatos, avaliação e conclusões. Na compreensão do problema, com base na identificação da problemática, buscou-se verificar a viabilidade do projeto com a empresa parceira, além de analisar a produção e verificar a possibilidade de reaproveitamento de resíduos de denim da Fábrica de jeans e resíduos da fábrica de calçados para o desenvolvimento do estudo.

Na etapa de geração de alternativas, com base nos levantamentos realizados anteriormente, a equipe reuniu-se a fim de explorar os processos criativos para inovar no desenvolvimento dos calçados e bolsas, planejando a construção de uma coleção desses produtos.

Na avaliação através de visitas, como ilustrado na Figura 1, observou-se a abundância de resíduos têxteis da fabricação de jeans na referida empresa, confirmou-se a necessidade em implementar ações sustentáveis para solucionar a problemática do descarte desse material e decidiu-se desenvolver um produto a partir do reaproveitamento de resíduos têxteis de uma fábrica de confecção em jeans, somados a resíduos de fábrica de calçados, agregando valor aos produtos e levando em consideração o conceito de Design.



Figura 1: Visitas as fábricas de Confeção em jeans e calçados respectivamente.



Fonte: elaborada pelas autoras.

O desenvolvimento de artefatos teve início com o planejamento das peças reutilizando o denim, que seria descartado, como matéria prima. Para a confecção da coleção de bolsas foi feita a coleta dos retalhos doados pela fábrica de Jeans Figura 2, visto que esses resíduos teriam destino incerto. Os retalhos em questão, advindos das sobras do corte da confecção em jeans, não serviriam mais para uso da confecção. Os materiais para a criação e finalização das bolsas, foram cuidadosamente separados dessas sobras de jeans pela cor e tamanho.

Figura 2: Retalhos denim da fábrica.



Fonte: elaborada pelas autoras.

Após a separação dos resíduos, foram criados os moldes de cada bolsa de acordo com as especificidades de cada retalho, foi feito o planejamento dos acessórios de cada uma, que somando foram: 4 mosquetões, 8 argolas meia lua, 4 zíperes para bolsa que corresponde um metro e trinta centímetros (1,30 m), as correntes para alça um metro e trinta e cinco centímetros (1,35 m), um metro (1 m) de faíete para o forro, cinquenta centímetros (50 cm) entretela grossa e termocolante, quatro metros de vivo (4 m), oito ilhós (8), seis rebites (6), dois tubos de linhas para costura (2), uma linha de pesponto (1).

Do reaproveitamento das sobras foram criados e finalizados com produtos de

bolsas desenvolvidas para esse fim. Para o desenvolvimento de calçados foram selecionados resíduos de uma fábrica de Calçados, solados, que seriam descartados. Após a seleção desse material e apresentação dos modelos planejados, chegou-se à confecção, em parceria com a fábrica, sendo um total de 6 pares de sandálias protótipos.

Na produção desses 6 protótipos de sandálias, o custo médio para a empresa seria de R\$ 6,15 para confecção de cada par, já na grade de preços da empresa de calçados, sua produção custaria em média R\$10,00, sem os reaproveitamentos. Convertendo isso em lucros, as empresas ganhariam financeiramente tanto com a produção no qual se tem diminuição dos custos com matéria prima, como também com a minimização das perdas dos resíduos, além de estar desenvolvendo produtos que poderiam render e despertar interesse dos clientes.

A cada produto fabricado através do reaproveitamento, há uma parcela de contribuição no viés da sustentabilidade. Materiais que seriam descartadas muitas vezes de forma incorreta, recebem uma nova roupagem, fortalecendo e incentivando novas ações nas empresas parceiras e demais cadeias produtivas da região.

#### **4 APLICAÇÕES E/OU RESULTADOS**

Embasados na parte projetual da metodologia, seguindo os conceitos de Design Science, chegou-se ao resultado dos produtos de uma coleção de bolsas e calçados, através do desenvolvimento de protótipos. Os produtos foram confeccionados a partir da junção de tecidos, solados e adereços, buscando visibilidade comercial e rentabilidade para as empresas.

Com a finalidade de dar maior enfoque ao projeto realizado e atingir de forma abrangente o objetivo proposto, buscou-se através de uma live no Instagram, levar ao conhecimento da sociedade a pesquisa desenvolvida e os conceitos atrelados a ele, visando dar maior alcance às ações sustentáveis e fomentar empresas a melhorar suas abordagens e cuidados com o meio ambiente.

Considerando dar maior visibilidade social as questões sustentáveis e incentivar novas ações com fins paralelos, utilizou-se o Instagram da empresa que possui uma média de 11,5 mil seguidores para se ter um maior alcance do público piripiriense e cidades circunvizinhas.

#### **5 ANÁLISES DOS RESULTADOS OU DISCUSSÕES**

Buscando maior enfoque para o tema sustentabilidade por parte de quem produz e de quem usa, através da associação entre design e reaproveitamento foi desenvolvida uma coleção de bolsas e calçados. A partir da reutilização dos resíduos de denim e de uma fábrica de calçados, novos produtos foram concebidos e apresentados ao público através de uma live onde pode-se perceber o olhar diferenciado tanto dos empresários quanto dos usuários diante da solução apresentada.

Durante a realização da live, percebeu-se a interação do público espectador, onde questionava-se o tempo todo sobre valores dos produtos e a disponibilidade deles nas lojas, levando destaque para a coleção de calçados. O interesse mostrado apontou o potencial de lucro que essas empresas poderiam adquirir a partir desse tipo de trabalho de reaproveitamento, que além de minimizar a geração de resíduos, poderia gerar lucros com a prática sustentável.

Na live via instagram realizada com intuito de levar o conhecimento sobre a prática

da sustentabilidade ao maior número de pessoas, foram apresentados os produtos desenvolvidos com looks compostos de bolsas e calçados, confeccionados com apoio das empresas, que teve como parte da ideia também a produção de um editorial com as peças prototipadas através do reaproveitamento de resíduos como apresentados na figura 3.

Figura 3: Ensaio fotográfico realizado com as peças desenvolvidas com o reaproveitamento das sobras de denim.



Fonte: Elaborado pelas autoras.

Aproveitando a estratégia de marketing utilizada durante o período de pandemia, mostrou-se o poder de lucro que os produtos com valor agregado poderiam gerar para as empresas. A apresentação dos protótipos para a clientela, demonstrou como o público tem interesse por artigos sustentáveis e consequentemente como as marcas poderiam ganhar mais se pensassem nesse reaproveitamento como prioridade na sua linha de produção.

### 6 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa traz consigo questionamentos atrelados à questão da sustentabilidade na moda, e nos mostra que o profissional designer de moda deve estar preparado para buscar alternativas mais sustentáveis que instiguem a responsabilidade social e ambiental dentro das empresas.

É assegurado por lei o descarte correto dos resíduos têxteis, porém não é a predominância na realidade, implicando em problemas para o meio ambiente. Através do design podemos chegar a soluções e alternativas que minimizem os danos, como é caso do reaproveitamento máximo de matéria prima que seria descartada.

Dessa forma o presente estudo reafirma a importância de se trabalhar a sustentabilidade alinhada ao design, buscando a minimização de impactos ambientais

e sociais, visando uma moda mais ética e consciente. Os resultados apontam ainda para boa lucratividade das empresas diante desse tipo de iniciativa sustentável, onde a prática de reaproveitamento de resíduos na geração de novos produtos demonstrou-se capaz de despertar interesses nos clientes das empresas envolvidas.

É importante que a partir da experiência apresentada que outras empresas, pensem em propostas mais sustentáveis no desenvolvimento dos seus produtos. Por outro viés deseja-se contribuir com a comunidade acadêmica ajudando na construção de novas pesquisas que venham ser desenvolvidas com temáticas afins.

Os resultados alcançados demonstraram que o reaproveitamento de resíduos de denim associados a elementos do design são formas de inovar, tornando a moda mais sustentável e ética, agregando valor ao produto, através da ressignificação.

### REFERÊNCIAS

- ASSIS, S.F.; SOUZA, J.F. NASCIMENTO, L. C. **Gestão dos resíduos sólidos gerados pelas Indústrias de Confecção de Colatina/ES**. 4º Encontro Técnico Científico em suporte a Gestão das Águas da Bacia do Doce, 2009, Minas Gerais. Anais. Ouro Preto: Rede CTI-Doce, 2009.
- AUTOSSUSTENTÁVEL. Moda e Sustentabilidade: o poder das nossas escolhas. Disponível em: <<https://autossustentavel.com/categoria/moda-sustentavel>> Acesso em: 30/09/2021.
- BERLIM, L. **Moda e Sustentabilidade: uma reflexão necessária**. São Paulo, 2012.
- BRASIL. **Lei nº 12.305/2010**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm)> Acesso em: 08/10/2021.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística –IBGE. **Pesquisa por municípios**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pi/piripiri/panorama> Acesso em 02.mai.2020.
- CAMARGO, A. L. B. **Desenvolvimento sustentável: dimensões e desafios**. Campinas, SP: Papyrus, 6ªed. 2012.
- CARTA. Os impactos da indústria têxtil brasileira: do algodão ao jeans de Toritama. Disponível em: <<https://www.cartacapital.com.br/blogs/fashion-revolution/os-impactos-da-industria-textil-brasileira-do-algodao-ao-jeans-de-toritama/>> Acesso em: 04/10/2021.
- ENTREPRENEUR. **Is Sustainability the Future Of Modern Fashion Industry?** Disponível em: <<https://www.entrepreneur.com/amphtml/367916>> Acesso em: 10/12/2021.
- FERREIRA, et al, A. **Redução de Resíduos Têxteis por Meio de Projeto de Produto de Moda**. Design & Tecnologia 10. Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <[www.pgdesign.ufrgs.br](http://www.pgdesign.ufrgs.br)>.
- LEE, M. **ECO CHIC: O guia de moda ética para a consumidora consciente**. 1. ed.São Paulo: Larousse, 2009.
- LFLETCHER, K. GROSE, L. **Moda & Sustentabilidade: design para mudança**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2011. es Editora, 2012.
- MARTINS, S.; SAMPAIO, C.P.de; MELLO, N. C. **Moda e sustentabilidade; uma proposta de sistema de produto-serviço para o setor de vestuário**.Revista Projetica v.2, n.1, 2011. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/projetica/articleview/10532>> Acesso em 29/09/2021.
- MELO, L. C. **A covid-19 e o mercado de moda na cidade de Piripiri-pi: Resultados do primeiro ano de pandemia**. Trabalho de conclusão de curso (Tecnologia) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Tecnologia em Design de Moda, Piripiri, 2022.
- MILAN, G. S; VITTORAZZI, C.; REIS, Z. C. **A Redução de Resíduos Têxteis e de Impactos Ambientais.Um Estudo Desenvolvido em uma Indústria de Confecções do Vestuário**. In: XIII Seminários de Administração, 2010, São Paulo. 17p. Acesso em:13/12/2021.
- MOURA, M. S. **Upcycling: Reutilização da matéria prima, jeans, descartada na cidade de Toritama para o desenvolvimento de uma coleção de bolsas e mochilas**. Orientadora: Andréa Barbosa Camargo. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Universidade Federal de Pernambuco, CAA, Design, 2018.

SANCHES, M. C. F. **Projetando moda: diretrizes para a concepção de produtos.** In: PIRES, Dorotéia B. (Org.). Design de Moda: olhares diversos. São Paulo: Estação das Letras e Cores Editora, 2008.

SANTOS, A. **Seleção do método de pesquisa: guia para pós-graduando em design e áreas afins.** Editora Insight. p. 230. Curitiba-PB, 2018.

SEBRAE. **Boletim de Inteligência SEBRAE.** Disponível em: <[http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2018\\_5\\_Upcycle.pdf](http://sustentabilidade.sebrae.com.br/Sustentabilidade/Para%20sua%20empresa/Publica%C3%A7%C3%B5es/2018_5_Upcycle.pdf)> Acesso em: 06/10/2021

### AGRADECIMENTOS

Estimada Professora Me. Élide Belquice, é com muita admiração e carinho que gostaríamos de expressar nossos agradecimentos por tudo que faz por nós, pela dedicação, apoio e ajuda que muito contribuíram para realização desta pesquisa.

As empresas envolvidas, pelo fornecimento de dados e materiais que foram fundamentais para o desenvolvimento da pesquisa.

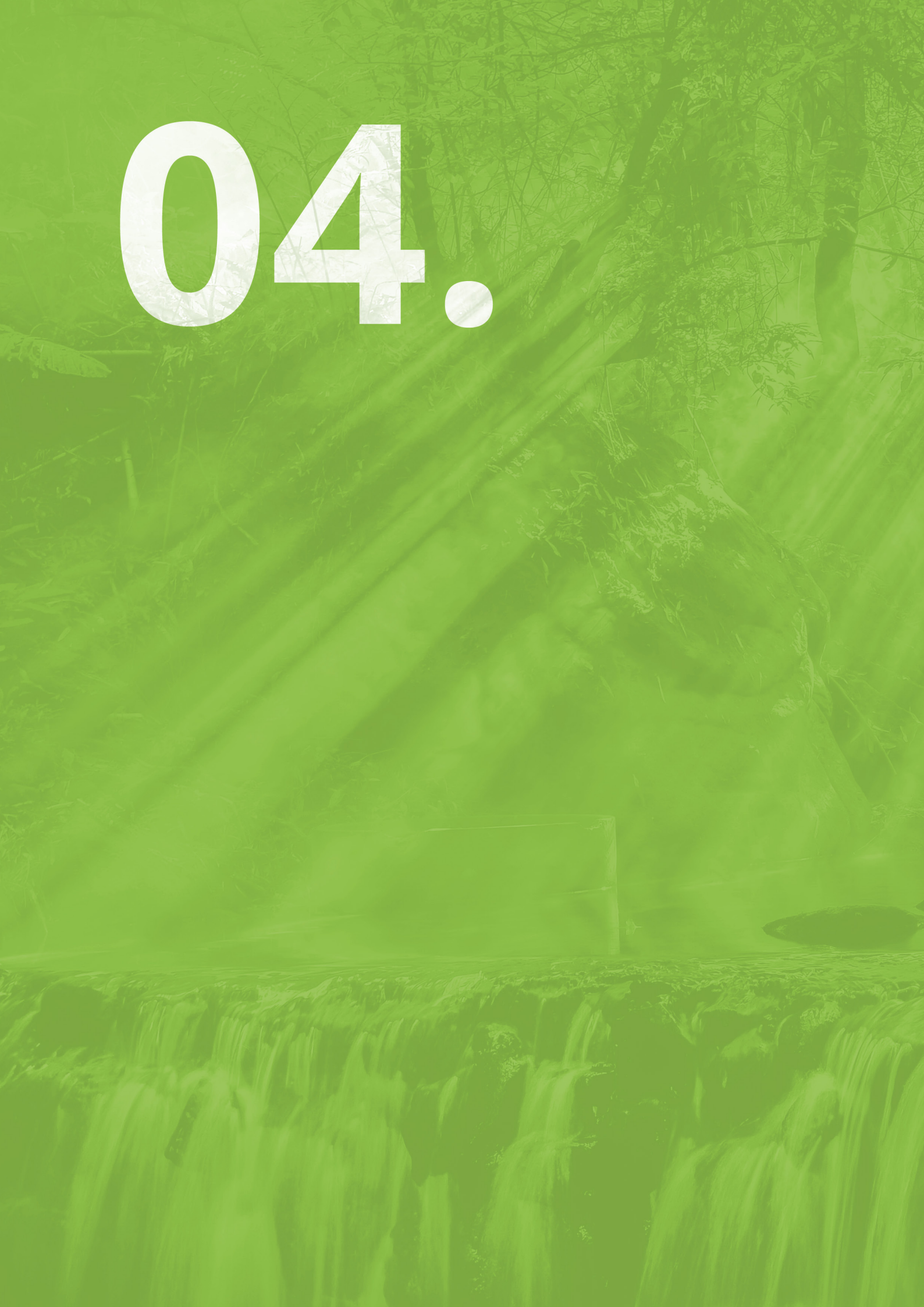
Ao Instituto Federal do Piauí-IFPI, Campus Piripiri-PI e todos os professores que perpassaram durante nossa jornada, essenciais no nosso processo de formação profissional, pela dedicação, e por todos os aprendizados ao longo dos anos.



### 03. Impacto social e econômico



04.







**Sustentabilidade  
urbana e eficiência  
energética**



## 04. Sustentabilidade urbana e eficiência energética

# ANÁLISE DA GERAÇÃO DO RCD NA CIDADE DE TRÊS CORAÇÕES, MG

ANALYSIS OF RCD GENERATION IN THE CITY OF TRÊS CORAÇÕES, MG

Data de aceite: 02/09/2022 | Data de submissão: 25/08/2022

**CAMPOS, Camila de Castro Barbosa Almeida**, Especialista  
UFMG, Belo Horizonte, Brasil, E-mail: [camilacarquitetura@gmail.com](mailto:camilacarquitetura@gmail.com).

**BESSA, Sofia Araújo Lima**, Doutora,  
UFMG, Belo Horizonte, Brasil, E-mail: [sofiabessa@ufmg.br](mailto:sofiabessa@ufmg.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1883-1251>.

## RESUMO:

A intensa urbanização e industrialização das cidades, em conjunto com o grande adensamento populacional, fizeram com que a geração de Resíduo de Construção e Demolição (RCD) crescesse. Este trabalho é um estudo de caso, que trata do tema da gestão dos RCD e que fez o diagnóstico da situação das deposições irregulares de RCD na cidade de Três Corações, no Sul do estado de Minas Gerais. Foram mapeados diversos pontos de descarte irregular, a fim de catalogar os locais para monitoramento do tipo de material descartado. Os dados obtidos foram agrupados e analisados. Pode-se observar que há necessidade de políticas públicas com o objetivo de melhorar a gestão dos RCD no município, pois o grande volume de material depositado de forma irregular tem causado prejuízos ao meio ambiente, sendo que a maior parte poderia ser beneficiado e reutilizada, nos diversos processos da construção civil.

## PALAVRAS-CHAVE:

Resíduos de construção e demolição. RCD. Disposição irregular. Gestão de resíduos.

## ABSTRACT:

*The increase in urbanization and industrialization of cities, added to the high population density, produces a huge volume of construction and demolition waste (RCD). Waste generation only grows. This work is a case study, which deals with the issue of RCD management and which diagnosed the situation of irregular RCD positions in the city of Três Corações, Minas Gerais. Several irregular residues were mapped to characterize the points and the type of material discarded. The data obtained were grouped and analyzed. There is a need for public policies to improve the management of CDW in the municipality, since the large volume of material deposited irregularly has caused damage to the environment, and a large part of the material can be benefited and reused in the various processes. construction, which would help the sector financially and contribute to the environment.*

## KEYWORDS:

*Construction and demolition. Waste irregular disposition. Waste management.*

## 1 INTRODUÇÃO

Os Resíduos de Construção e Demolição (RCD) tem composição variada por serem originados de múltiplos segmentos, tais como: construtoras, indústrias, órgãos públicos, residências, hospitais, entre outros. A construção civil é um dos segmentos que mais cresce como contradição é uma atividade de muito impacto ambiental, o RCD tem gerado diversos problemas como contaminação do solo e problemas de saúde, devido à inadequada destinação final (HALMEMAN; SOUZA; CASARIN, 2009).

Os serviços de limpeza dos municípios brasileiros coletaram, em 2018, 122.012 toneladas de RCD por dia, usualmente chamados de entulho esses resíduos consistem em: tijolos, concreto, aço, argamassa segundo dados da ABRELPE (2018), os resíduos sólidos dos centros urbanos, e o descarte inadequado é uma das grandes preocupações, pois esse material é descartado em terrenos baldios, margens de rios, esquinas, ruas, entre outros locais impróprios, poluem e degradam as cidades.

Esses resíduos atrapalham o escoamento de água pluvial, servem de abrigo para vetores de doenças, causam a contaminação do solo e dos lençóis freáticos, contribuem para a proliferação de epidemias e o aumento da poluição, o que coloca em risco a vida da população além de degradar a paisagem urbana. Nos dias de hoje, todos os setores da economia necessitam de um fluxo de materiais, um ciclo que começa na extração de matérias-primas naturais, e segue uma sequência nas etapas de transporte, montagem, manutenção e desmontagem (GOLDEMBERG, 2011).

O processo de modernização urbana gera impacto ao meio ambiente por não ter uma busca por recursos mais adequados. Um dos grandes desafios enfrentados pela sociedade moderna é equilibrar a grande geração de resíduos e a disposição final ambientalmente correta dos resíduos sólidos. Entre as principais preocupações estão o gerenciamento e a falta de áreas de disposição final (JACOBI e BESEN, 2011). De acordo com Bernardes (2008), para que ocorra um bom gerenciamento dos RCD é indispensável que ocorra uma realização, em campo municipal, de um diagnóstico sobre a sua geração de resíduo, a fim de, identificar o volume total gerado, características e propriedades.

A quantidade de entulho produzido é grande e seu destino final precário. Ocorre também uma ausência de locais apropriados e de soluções para esse dilema. Tendo em vista que as instalações existentes, lixões e aterros desestruturados, não são adequados para destinação final dos resíduos, além da falta de espaço para implantação de instalações adequadas para destinação final desse material, principalmente nas grandes metrópoles (SOUZA, 2006).

A destinação inadequada do RCD em aterros irregulares provoca sérios impactos ambientais, principalmente pela parcela do RCD não inertes que são gesso, ferro, fibra de vidro, lixa, restos de madeira, entre outros.

A destinação adequada dos resíduos sólidos de maneira geral demanda amplos espaços para disposição final, uma vez que, as operações para correta separação dos materiais, manuseio, transporte, encaminhamento ao aterro sanitário de materiais não inertes, compactação de materiais inertes, entre outros processos, envolvem grandes volumes de entulho que demandam maquinário pesado. Sem

o devido processo de beneficiamento do RCD para produção de novos agregados, muitos materiais acabam sendo desperdiçados ao serem compactados e aterrados.

Dessa maneira, os aterros regulares logo se esgotam e os materiais voltam a ser depositados em lixões a céu aberto. A falta de conhecimento por parte da população e de interesse público promove um enorme desperdício na construção civil. Acrescenta-se a isso a falta de dados sobre a geração e a destinação dos RCD em Três Corações, MG. Mesmo com a legislação vigente, ainda há grandes questões a serem resolvidas na gestão dos resíduos nas cidades, especialmente quando o assunto é RCD.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O destino dos resíduos sólidos é um problema desde o período que o Brasil era colônia. Os problemas relacionados com a saúde pública começaram com o aumento da população nas cidades, no final do século XIX. No início do século XX, os principais problemas passaram a ser o uso do lixo como adubo e o descarte incorreto nas margens do rio Tietê, na cidade de São Paulo (D'ALMEIDA; VILHENA, 2000).

A geração de resíduos sólidos no Brasil também é um problema socioambiental. Segundo relatório da Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (ABRELPE), a situação é complicada. O Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil, de 2018/2019, exibiu dados sobre a geração de resíduos no país e foram gerados 79 milhões de toneladas de resíduos sólidos, um aumento de pouco menos de 1% em relação ao ano anterior. Desse total, 92% foram coletados.

Usualmente denominados de entulho, os RCD constituem de restos de materiais como: tijolos, concreto, argamassa, madeira, aço, telhas, cerâmicas, gesso, entre outros. Em sua grande maioria pode ser beneficiado e reutilizado.

O aterro sanitário é um local destinado à decomposição final de resíduos sólidos. O aterro é constituído por um sistema de impermeabilização que tem o objetivo de evitar a entrada de água de escoamento superficial no aterro. Essa impermeabilização consiste em aplicar uma camada de argila compactar o material com o intuito de diminuir a sua porosidade e aumentar a capacidade de impermeabilização. Depois de realizada a compactação dessa primeira camada, é aplicada uma manta plástica, e depois, uma nova camada de argila é aplicada e compactada. Depois dessa última compactação, ocorre à instalação de drenos com a finalidade de retirar os gases e líquidos do interior do aterro. Após isso, os resíduos orgânicos podem ser depositados. Depois, é aplicada uma camada de saibro, RCD, argila ou terra e realizada a compactação. Por fim, são realizados "sanduíches" de resíduos, camadas, após camadas (PORTELLA; RIBEIRO, 2014).

Os resíduos sólidos urbanos estão relacionados com o crescimento das cidades e sua população, mas os aterros irregulares normalmente acontecem nas áreas periféricas e não centro urbano onde atua o setor comercial (HEGEL; CORNÉLIO, 2013).

Lima e Cabral (2013) encontraram presença de gesso nas amostras de RCD analisadas com taxas entre 4,9% e 5,1%. O gesso tem em sua composição principal o sulfato de cálcio di-hidratado (duplamente hidratado), substância expansiva que contamina o solo e os lençóis freáticos.

De acordo com Inojosa (2010), na etapa de coleta e transporte, são acrescentados aos RCD outros tipos de resíduos, como sofás, armários, embalagens, poda de árvores, entre outros resíduos. Isso acontece, pois o sistema de coleta utilizado no Brasil utiliza caçambas abertas, que permite cidadãos o descarte de outros materiais que não são recolhidos pela coleta regular de lixo domiciliar.

Segundo Filho (2017), é possível determinar o desempenho da aderência entre aço e concreto com o emprego de agregados reciclados, pois não foi comprovado alterações na tensão de aderência com o acréscimo de agregados reciclados. Ele salienta que é possível produzir concretos com a utilização de 100% de agregado graúdo reciclado, com resistência superior a 25 MPa, resistência usualmente utilizada em concreto para fins estruturais.

Segundo Bessa et al. (2019), o gerenciamento de resíduos sólidos em Belo Horizonte se mostrou apropriado no que tange à coleta, transporte e triagem de RCD e destinou a maior parcela desse material para triagem e reutilização. A metodologia de registro de informação também se mostra apropriada e impacta diretamente a diminuição do volume de material direcionado aos aterros. Também sugere uma aplicação da política de educação ambiental para que se tenha uma menor incidência de descartes clandestinos, e um melhor gerenciamento das obras de edificações e reformas.

Segundo Limbachiya et al. (2006), a indústria da construção tem destacado a reciclagem e a promoção de práticas de gerenciamento de resíduos de construção modo mais sustentável. Muitos setores procuram estimular o uso de agregado reciclado de RCD como uma opção aos agregados naturais. Desse modo, muitas pesquisas buscam avaliar as propriedades desses agregados com o intuito de promover seu uso de forma mais apropriada.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este trabalho foi desenvolvido a partir de uma pesquisa exploratória, realizada na cidade de Três Corações/MG, na qual foram realizados levantamentos documentais, bibliográficos e fotográficos.

A pesquisa foi estruturada em quatro etapas. A primeira etapa envolveu uma revisão bibliográfica sobre o tema relativo ao gerenciamento dos resíduos sólidos de construção e demolição (RCD) e sobre a legislação pertinente. Na segunda etapa, foi realizada uma análise da gestão dos RCD, em Três Corações, MG, por meio da legislação municipal. Também foi necessário definir quais os atores envolvidos no gerenciamento do RCD e como funcionavam as ações da municipalidade com a legislação federal. Foram solicitados à Prefeitura Municipal os Alvarás de Licença para Construção (ALC) de edificações, emitidos em 2019, com o objetivo de se levantar informações dos empreendimentos, tais como: tipos de edificação, área construída e endereço.

A terceira etapa teve por finalidade analisar os dados obtidos a partir dos ALC, tendo como objetivo avaliar a tipologia das obras que estavam sendo construídas na cidade para obter uma amostra representativa dos tipos de resíduos gerados. Foram selecionadas vinte obras, em diferentes pontos da cidade, para realização de visita de reconhecimento, das quais foram escolhidas seis obras residenciais, durante as visitas às obras selecionadas, foram coletadas informações sobre a etapa e o tipo de construção e a forma de descarte dos RCD. O acompanhamento

das obras passou por algumas dificuldades, tendo em vista que não foi observado nenhuma forma de gestão dos resíduos gerados nos empreendimentos, e não foi identificada a existência de caçambas apropriadas para o descarte desses resíduos ou qualquer tipo de separação ou armazenamento.

Diante da inviabilidade de se classificar os resíduos gerados pelas obras, a quarta etapa teve como objetivo mapear os pontos de descarte irregular dos RCD dentro do município. Para mapear esses pontos, foram realizados levantamentos fotográficos, visitas presenciais e relatos visuais.

Após o mapeamento dos pontos, esses foram estudados de acordo com a sua localização e periculosidade: área de proteção ambiental, área próxima a cursos d'água, entre outros fatores, com o intuito de investigar as fragilidades e o motivo de serem alvos para o depósito irregular.

#### 4 APLICAÇÕES E/OU RESULTADOS

No Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano Ambiental da cidade de Três Corações, tópico 5.4, encontram-se diretrizes específicas da Vertente Resíduos Sólidos (TRÊS CORAÇÕES, 2019).

- Disciplinar a disposição final dos RCC, buscando impedir a proliferação de áreas de bota-fora irregulares, em conformidade com as diretrizes de manejo de resíduos sólidos - áreas urbanas;
- No plano de saneamento de Três Corações Disciplinar o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS), RCC e de grandes geradores, incluindo exigência dos Planos de Gerenciamento (art. 20, da PNRS).

As diretrizes que estão no Plano Diretor não são cumpridas, pois na cidade de Três Corações não foi implantado, até o momento, um Sistema de Gestão Sustentável de Resíduos Sólidos da Construção Civil, sendo este um dos maiores problemas relacionados aos resíduos sólidos no município.

Em Três Corações, há um aterro sanitário localizado no km 01 da rodovia LMG-862 distante aproximadamente 4 km do centro da cidade. O aterro sanitário foi construído em 2001, com vida útil estimada em 34 anos, com o intuito de resolver o problema do resíduo sólido do município que era descartado em um lixão próximo a um córrego e que funcionava em condições precárias com a presença de catadores.

Sendo considerado um sistema de tratamento ecologicamente correto, o aterro sanitário da cidade recebe todos os dias 40 toneladas de lixo comercial e doméstico. Esses resíduos sólidos urbanos são compactados, enterrados, sendo realizado o tratamento: 1) dos efluentes líquidos (chorume); 2) drenagem de gases (biogás), sendo os mesmos coletados em chaminés e queimados; 3) poços de monitoramento de águas subterrâneas e das águas superficiais (PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS CORAÇÕES, 2019).

Nesse aterro, foi criado um espaço para a destinação correta do RCD, mas devido à falta de recursos e de fiscalização, o espaço não está sendo utilizado. Verifica-se, por conta disso, o descarte incorreto em diversos pontos da cidade, o que é preocupante, pois as disposições clandestinas acarretam uma série de malefícios graves ao meio ambiente e à população (PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS CORAÇÕES, 2019).

A coleta do lixo domiciliar atende 98% da população urbana, porém na zona rural não há coleta. As atividades do aterro sanitário são coordenadas pela Secretaria de Meio Ambiente, mas os equipamentos utilizados nas atividades são alugados, já que a prefeitura não possui máquinas e equipamentos para esta finalidade. São levados para o aterro aproximadamente 55 toneladas de resíduo por dia.

Na cidade, não há forma adequada de descarte de RCD e foram encontrados diversos pontos de descarte irregular no município. A quantidade de resíduo sólido, recolhido pela prefeitura e levado para o aterro sanitário, representa em média, 905 ton/mês, segundo os últimos dados atualizados (TRÊS CORAÇÕES, 2015).

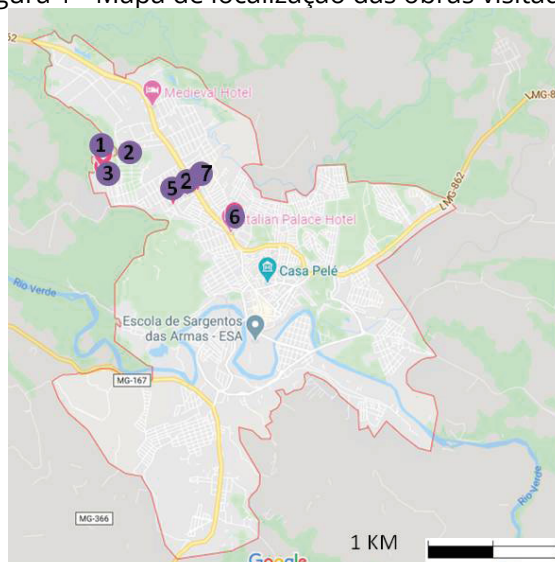
### 5 ANÁLISES DOS RESULTADOS OU DISCUSSÕES

Com os alvarás que a prefeitura forneceu, foram selecionadas seis obras residenciais para acompanhamento quinzenal (Figura 1). No entanto, por falta de dados em relação à disposição final regular do RCD gerado nessas obras, não foi possível realizar o levantamento qualitativo e quantitativo desses resíduos.

Dessa forma, foram realizadas visitas a pontos irregulares de lançamento de resíduos sólidos urbanos (resíduos sólidos domiciliares e de resíduos de construção e demolição) em vários bairros da cidade, com o objetivo de analisar e especializar os pontos de disposição irregular dos RCD.

Em seguida, foi feita uma análise e levantamento da área ao entorno do ponto de descarte irregular com o intuito de identificar possíveis áreas de proteção ambiental, área privada, área pública, cursos d'água e outros potenciais de risco ao meio ambiente, além de estimar a área de descarte. Os resíduos estão sendo descartados em lotes vagos, avenidas, ruas e áreas próximas a mananciais.

Figura 1 - Mapa de localização das obras visitadas.



**Legenda:**  
 Obras visitadas

Fonte: Google Maps, adaptado pelos autores

A legislação não é exercida de acordo com o Plano Diretor e foram observados diversos pontos de descarte clandestinos com RCD misturado, o que contamina o solo e impossibilita sua reutilização como regulamenta a Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010).



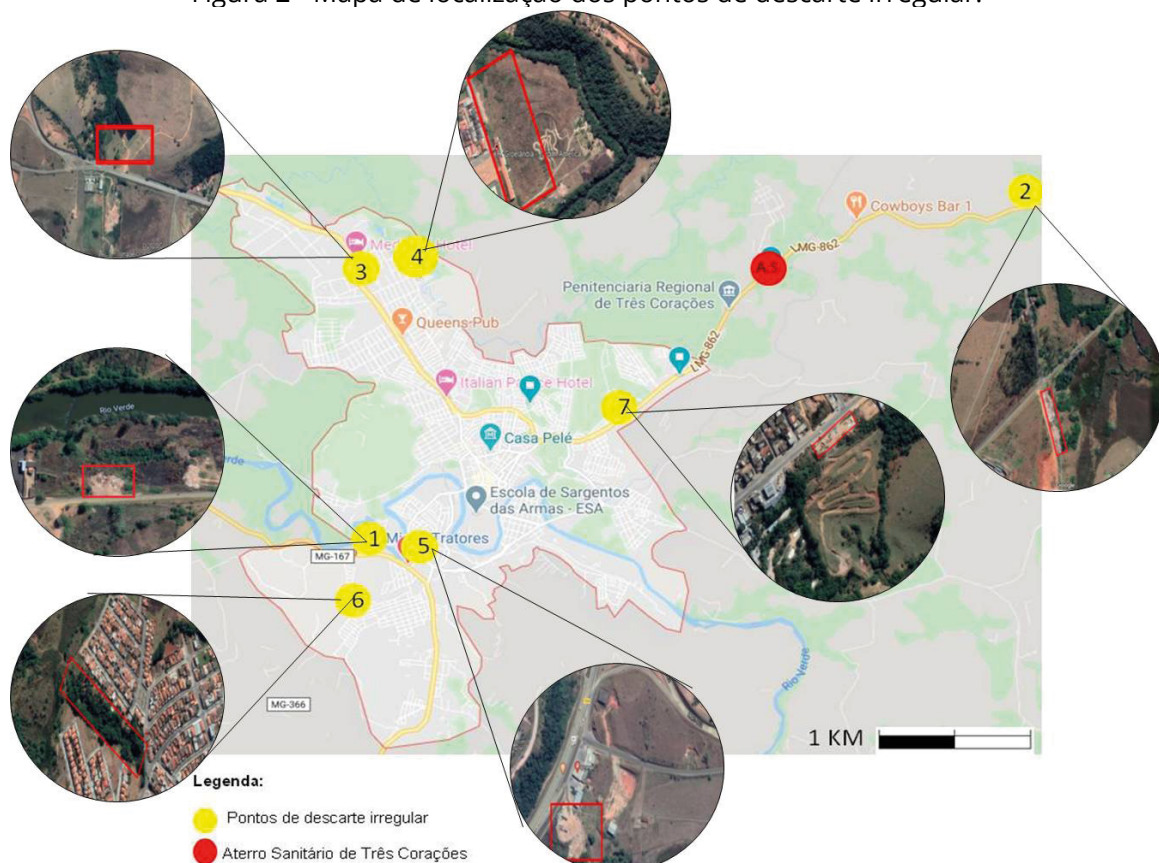
Após o levantamento fotográfico, foi gerado um banco de imagens que possibilitou a análise visual comparativa das deposições nessas áreas. Posteriormente, as anotações foram registradas e formatadas em um mapa digitalizado, utilizando softwares específicos.

Foram identificados inúmeros pontos de disposição irregular de RCD em Três Corações, número que só tende a crescer devido à falta de fiscalização e por não haver um controle dos órgãos responsáveis, além de local licenciado para receber esse material.

Os locais de maiores concentrações de focos de depósitos irregulares de resíduos sólidos urbanos foram terrenos baldios, nos locais periféricos (ocupações irregulares) e na zona rural próximo a rodovias, em locais habitados parcialmente pela classe social de baixa renda, sob condições precárias de moradias com deficiência de infraestrutura.

Com base no levantamento, foram mapeados sete pontos principais de descarte irregular. Pode-se observar que os lançamentos irregulares de RCD têm como característica a disposição sem qualquer preocupação com a separação de materiais, poluição de vias públicas e alteração dos leitos dos mananciais (Figura 02).

Figura 2 - Mapa de localização dos pontos de descarte irregular.



Fonte: Google Maps, adaptado

Nesses pontos de descarte, observou-se a presença de tijolos, madeiras, revestimento cerâmicos, gesso, plásticos e metais. O tipo de material presente no descarte depende dos materiais empregados na construção e processos construtivos utilizados. A poluição visual resultante desta prática de descarte transforma a paisagem em um lugar de degradação devido ao acúmulo de materiais ao longo das

vias.

Os geradores de RCD são cidadãos, empresas privadas ou públicas e os responsáveis por atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos. Os transportadores, que são as pessoas, físicas ou empresas, são também incumbidos da coleta e do transporte dos resíduos entre as fontes geradoras e as áreas de destinação final. Os geradores devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e, secundariamente, a redução, a reutilização, a reciclagem, o tratamento dos resíduos sólidos e a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos.

O município tem ciência a respeito da existência da Resolução CONAMA 307/2002, quanto à responsabilidade e gerenciamento dos RCD, mas cabe ao Plano Municipal de Resíduos da Construção Civil estabelecer metas referentes à coleta, tratamento e disposição final adequada, e especialmente, uma campanha de conscientização para minimizar o desperdício e intensificar as ações sobre os aspectos preventivos na gestão dos RCD (BRASIL, 2012).

Até o momento não existem corporações para realizar o aproveitamento desses resíduos na cidade de Três Corações, e nem ações de conscientização para redução de desperdícios e descarte adequado destes. O que se espera é que o Plano Diretor da cidade possa ser colocado em prática o quanto antes para que os impactos gerados pelo setor de construção civil possam ser minimizados.

Com a aplicação deste, a construção civil, não incorrerá em descarte de RCD em locais inadequados, possivelmente com o reaproveitamento de materiais por meio da reciclagem teremos menos exploração dos recursos naturais e, o mais importante para a categoria é que talvez empresários e profissionais da área de construção civil possam ter mais atenção ao uso consciente dos materiais empregados, evitando o desperdício e reduzindo desta forma os impactos gerados por um departamento tão importante e promissor.

O aconselhável para o meio ambiente e para os seres humanos é que os resíduos sólidos sejam encaminhados para os aterros sanitários, para que seja reciclado, reaproveitado, beneficiado e receba tratamento antes da sua disposição final (SANTIAGO e DIAS, 2012).

O aumento da reciclagem de RCD constitui em diminuição dos custos de limpeza pública e das obras onde os reciclados forem utilizados, e, portanto, preservação da vida útil das áreas de aterro sanitário, com a diminuição do ritmo de seu esgotamento (MMA, 2011).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode se observar uma falta de comprometimento dos órgãos municipais em fiscalizar a geração e o destino dos RCD, assim como os geradores informais. Além de fiscalizar e de criar locais para o descarte correto desses resíduos, os órgãos municipais deveriam fomentar políticas públicas para a reciclagem e o reuso como também fiscalizar outros impactos.

Embora a Resolução nº 307 do Conama (BRASIL, 2002) estar em vigor desde 2004, nenhuma ação visando ao atendimento desse documento vem sendo realizada no município de Três Corações, MG. Atualmente, a coleta e o transporte dos RCD são realizados por algumas empresas privadas e o setor de limpeza pública, mas em todos os casos o RCD é depositado em locais irregulares.

Devido à falta de políticas públicas para destinação final adequada do RCD esse material é descartado de qualquer forma. É de extrema importância que se reaproveite esse material uma vez que a disposição inadequada desse tipo de resíduo gera grande impacto ambiental e afeta a população da Cidade.

Sendo assim, cabe aos municípios à conscientização de não descartar resíduos de qualquer natureza em áreas irregulares e aos órgãos responsáveis cabe a fiscalização. Só em uma ação conjunta de toda a sociedade será possível reduzir os impactos ambientais causados pelo descarte irregular dos Resíduos Sólidos da Construção Civil.

## REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2018/2019**. São Paulo: Abrelpe, set. 2018. Site: Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil. Disponível em: <https://abrelpe.org.br/>. Acesso em: 15 outubro 2019.
- BERNARDES, Alexandre et al. Quantificação e classificação dos resíduos da construção e demolição coletados no município de Passo Fundo, RS. **Ambiente Construído**, v. 8, n. 3, p. 65-76, 2008.
- BESSA, Sofia Araújo Lima; GONÇALVES MELLO, Tiago Augusto; LOURENÇO, Karen Katleen. Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados em Belo Horizonte/ MG. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 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, 2010.
- BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 307**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 17 jul. 2002.
- D'ALMEIDA, Maria Luiza Otero et al. **Lixo municipal**: manual de gerenciamento integrado. São Paulo: IPT/Cempre, v. 2, 2000.
- FILHO, Ricardo Dias Campos. **VERIFICAÇÃO DA ADERÊNCIA ENTRE AÇO E CONCRETOS COM A UTILIZAÇÃO DE AGREGADO GRAÚDO RECICLADO**. 2017.140 p. Dissertação de Mestrado. CEFET, Belo Horizonte, MG, Brasil.2017.
- GOLDEMBERG, José; AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderley M. **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. Editora Blucher, 2011.
- HALMEMAN, Maria Cristina Rodrigues; DE SOUZA, Paula Cristina; CASARIN, André Nascimento. Caracterização dos resíduos de construção e demolição na unidade de recebimento de resíduos sólidos no município de Campo Mourão-PR. **Revista Tecnológica**, p. 203-209, 2009.
- HEGEL, Carla Grasielle Zanin; CORNÉLIO, Paulo Fernando Oliveira. Resíduos sólidos urbanos: depósitos irregulares no município de Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 2, n. 1, p. 5-19, 2013.
- INOJOSA, Fernanda Cunha Pirillo. **Gestão de resíduos de construção e demolição**: a resolução CONAMA 307/2002 no Distrito Federal. 2010.
- JACOBI, Pedro Roberto; BESEN, Gina Rizpah. Gestão de resíduos sólidos em São Paulo: desafios da sustentabilidade. **Estudos avançados**, v. 25, n. 71, p. 135-158, 2011.
- LIMBACHIYA, M. C.; MARROCCHINO, Elena; KOULOURIS, A. Chemical-mineralogical characterisation of coarse recycled concrete aggregate. **Waste Management**, v. 27, n. 2, p. 201-208, 2007.
- LIMA, Adriana Sampaio; CABRAL, Antonio Eduardo Bezerra. Caracterização e classificação dos resíduos de construção civil da cidade de Fortaleza (CE). **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 2, p. 169-176, 2013.
- MAPS, Goolge. **Google maps**. 25th January, 2015.
- OLIVEIRA. H.P.S. **Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)**. Disponível <https://www.politize.com.br/politica-nacional-de-residuos-solidos/2019>. Acessado em 02 de agosto de 2019. Acessado



em 23 de novembro de 2019.

PORTELLA, Márcio Oliveira; RIBEIRO, José Cláudio Junqueira. Aterros sanitários: aspectos gerais e destino final dos resíduos. **Revista Direito Ambiental e Sociedade**, v. 4, n. 1, 2014.

PREFEITURA MUNICIPAL DE TRÊS CORAÇÕES. **Aterro Sanitário**. [acesso em 9 de setembro de 2019]. Disponível em: <http://www.trescoracoes.mg.gov.br/index.php/menu-semma>. Acesso em: 09 de setembro de 2019.

SANTIAGO, Leila Santos; DIAS, Sandra Maria Furiam. Matriz de indicadores de sustentabilidade para a gestão de resíduos sólidos urbanos. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 203-212, 2012.

SOUZA, Francis Rodrigues de. **Estudo da ecoeficiência de argamassas e concretos reciclados com resíduos de estações de tratamento de água e de construções e demolições**.

Universidade Federal de São Carlos, UFSCar. 2006.

# DESTINAÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CANAÃ DOS CARAJÁS

DESTINATION OF SOLID WASTE IN CANAÃ DOS CARAJÁS

Data de aceite: 09/09/2022 | Data de submissão: 26/08/2022

**CARVALHO, Darwison Batista**, Graduando  
UNIFESSPA, Marabá, Brasil, E-mail: [darwisonbatista@gmail.com](mailto:darwisonbatista@gmail.com).

**SANTANA, Érika Cristina Oliveira**, Graduando  
UNIFESSPA, Marabá, Brasil, E-mail: [erika.cristina@unifesspa.edu.br](mailto:erika.cristina@unifesspa.edu.br).

**SILVEIRA, Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira**, Doutoranda  
UNIFESSPA, Marabá, Brasil, E-mail: [rafaelasilveira@unifesspa.edu.br](mailto:rafaelasilveira@unifesspa.edu.br).

## RESUMO:

Como em todo processo de urbanização, grandes empreendimentos propulsores de comércio, emprego e renda impulsionam o fluxo de pessoas e o desenvolvimento urbano de uma cidade. Nessa conjuntura, é possível afirmar que a cidade de Canaã dos Carajás sofre um processo de crescimento e desenvolvimento econômico pela influência do setor de mineração amplamente explorado na região. O objetivo desta pesquisa é correlacionar o alto índice de crescimento populacional com a crescente massa de resíduos sólidos produzidos, abordando o papel modificador de cooperativas na destinação desses resíduos e como influenciam questões sociais, ambientais e econômicas no processo de gerenciamento. Para isso, foram coletados dados e indicadores do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), correlacionando-os a indicadores obtidos através da cooperativa de catadores de matérias recicláveis (COOLETTAR), em que foi comprovada a significativa influência da cooperativa na geração de renda da cidade, na interação cidadão/comunidade, assim como condições ambientais da cidade.

## PALAVRAS-CHAVE:

Indicadores. Saneamento. Reciclagem. Cooperativa. Carajás.

## ABSTRACT:

*As in the entire urbanization process, large undertakings that drive trade, employment and income drive the flow of people and the urban development of a city. At this juncture, it is possible to affirm that the city of Canaã dos Carajás undergoes a process of economic growth and development due to the influence of the widely exploited mining sector in the region. The objective of this research is to correlate the high rate of population growth with the growing mass of solid waste produced, addressing the modifying role of cooperatives in the disposal of these wastes and how they influence social, environmental and economic issues in the management process. The objective of this research is to correlate the high rate of population growth with the growing mass of solid waste produced, addressing the modifying role of cooperatives in the disposal of these wastes and how they influence social, environmental and economic issues in the management process.*

## KEYWORDS:

*Indicators; Sanitation; Recycling; Cooperative; Carajás.*

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo Aversan (2008) o avanço das áreas urbanizadas por meio de sua expansão e abrigo de altos contingentes populacionais, modificam sua aparência precedente em favor de fenômenos característicos das aglomerações, de modo que essas concentrações e dispersões favorecem a criação de metrópoles.

A cidade de Canaã dos Carajás é um exemplo vivo desse fenômeno, recebendo o projeto Mina do Sossego em 2004, a exploração de cobre, níquel e ferro, movimentou um fluxo de centenas de pessoas, que se deslocaram ao local em busca de emprego. Oito anos depois, em 2011, a cidade ganhou um novo motor econômico e social, com a implementação da Mina S11D. Essa foi iniciada e estimada como a maior do mundo em exploração de ferro, movimentando mais de 60 navios no tráfego de insumos, investimentos de 12 países e geração de mais de 2000 empregos no município, gerando comércio e expandindo o desenvolvimento urbano (VALE, 2016).

Em paralelo, o crescimento populacional é intimamente relacionado ao desenvolvimento urbano da cidade, caso de Canaã dos Carajás, que em 13 anos obteve um crescimento demográfico de quase 24 mil pessoas (SNIS, 2019).

Embora o exacerbado crescimento demográfico seja um fator comum de várias cidades, cada sociedade vê o espaço em que habita em óticas diferentes, pois é uma concepção intimamente ligada as experiências culturais e sociais do indivíduo (CRESTANI; KLEIN, 2017). Em associação, Lima et al. (2018) afirma que a geração de resíduos, todo material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, está relacionada aos hábitos de consumo de uma determinada população, assim como seu poder de compra.

Dessa forma, compreende-se que não só o aspecto econômico define a geração de resíduos, mas sim uma perspectiva multidimensional, na qual se articulam também os aspectos políticos, éticos, sociais, culturais e ecológicos (ZANIRATO; ROTONDARO, 2016).

Em síntese, é possível inferir que o aumento da população, assim como seus hábitos de consumo, irá modificar a configuração e destinação dos resíduos produzidos na cidade de Canaã, em que a relação crescimento populacional é diretamente proporcional a expansão da quantidade de resíduos sólidos produzidos, assim como novas alternativas para a destinação desses e seus impactos na sociedade (OLIVEIRA, 2016).

A cooperativa COOLETTAR surge como resultado dessa nova conjuntura, o crescente aumento na geração de resíduos, assim como a falta de oportunidades, levou habitantes às ruas em busca de geração de renda, provocando a necessidade do apoio de cooperativas que possibilitassem o intercâmbio entre coleta e destinação.

A Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010 (Brasil, 2010), instituiu a Política Nacional de Resíduos sólidos (PNRS) para que providências, quanto a destinação dos resíduos, sejam tomadas. A PNRS insere o conceito de responsabilidade compartilhada na destinação dos resíduos e rejeitos, em que um dos seus quinze alicerces prioriza a integração de catadores, caso de cooperativas como a COOLETTAR, em um conjunto de ações compartilhadas que garantiriam qualidade de trabalho aos integrantes e destinação adequada aos resíduos coletados (PNRS, 2012).

Como uma forma de auxílio na implementação da PNRS o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), criado em 1994, institui uma forma dinâmica de acesso a dados de saneamento básico, apresentando indicadores relacionados a água potável, esgoto, resíduos sólidos e águas pluviais, fornecendo uma base de dados válida para estudos ENSUS 2022 – X Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UNIFESSPA – Marabá – 22 a 24 de junho de 2022. de políticas públicas que envolvam a melhoria do sistema de saneamento básico do Brasil (SNIS, 2019).

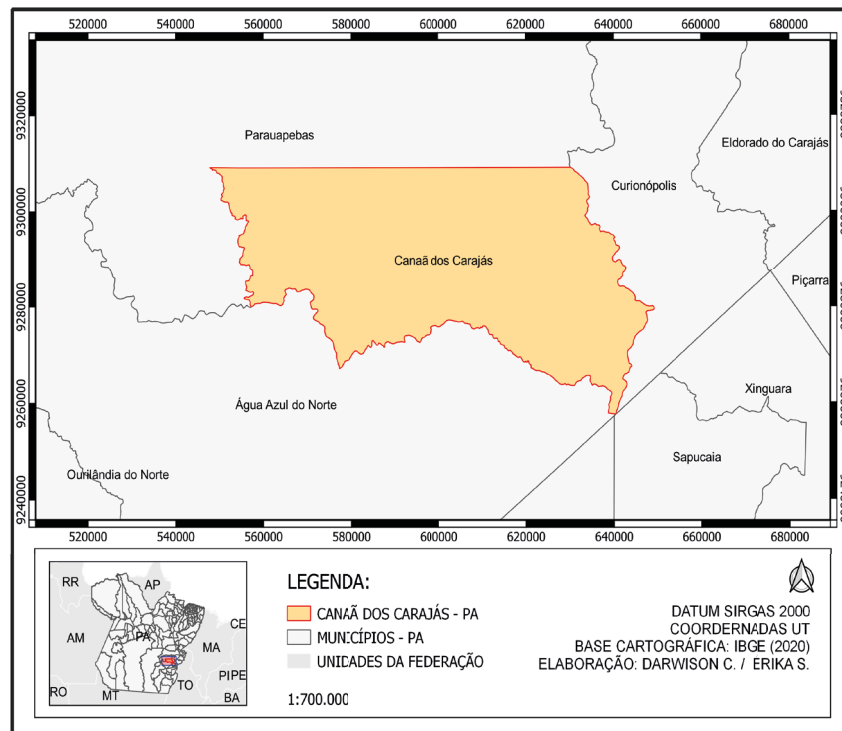
Esses indicadores atuam de forma a evidenciar critérios importantes para o entendimento sobre saneamento básico de uma determinada região, como por exemplo, o número de habitantes que possui acesso a água potável ou que são atendidos pela coleta e tratamento de esgotos, dessa forma, estudos são validados a partir do uso desses indicadores como parâmetros de avaliação do desenvolvimento e qualidade do sistema de saneamento de diversos municípios.

Tendo em vista o desenvolvimento da cidade de Canaã dos Carajás através da alta demanda do minério na região, portanto, o crescente aumento de resíduos sólidos produzidos, o objetivo desta pesquisa é realizar uma análise pautada na correlação de indicadores de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) com o crescimento populacional do município de Canaã dos Carajás através de dados oficiais obtidos nas plataformas SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia Estatística), correlacionando sobre o que tange os impactos socioeconômicos e ambientais impulsionados pela cooperativa COOLETTAR.

## **2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Canaã dos Carajás encontra-se situada ao sul da Serra dos Carajás, localizada no estado do Pará (Figura 1), possui uma área aproximada de 3.147 km<sup>2</sup> e apresenta grande parte do seu território em áreas de relevo forte ondulado a montanhoso e inserido em Unidades de Conservação, especificamente, a Floresta Nacional de Carajás (SIEPIERSKI, 2016).

Figura 1: Mapa de Localização.



Fonte: Elaborado Pelos Autores.

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia de estudo foi desenvolvida em três etapas. A primeira delas foi composta por pesquisas quanto a influência da mineração na cidade de Canaã dos Carajás e os impactos provocados pela atividade, em que foram extraídos indicadores do órgão de consulta SNIS como uma forma de correlacionar dados de resíduos sólidos com o desenvolvimento do setor, sendo eles:

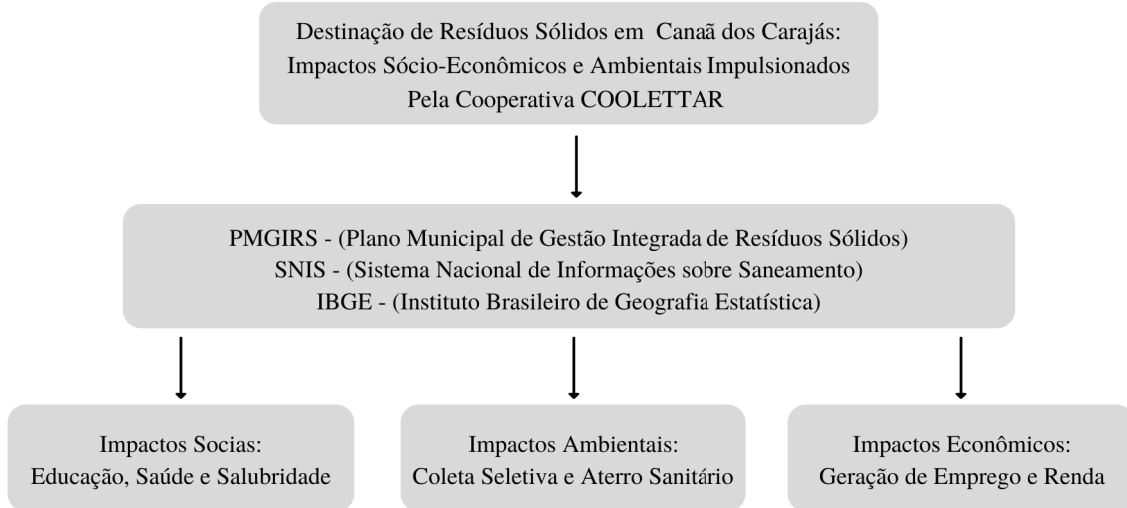
- POP\_TOT - População total do município;
- CO119 - Quantidade total de RDO e RPU coletada por todos os agentes;
- FN208 - Despesa total com o serviço de coleta de RDO e RPU.

Em um segundo momento, após a correlação dos indicadores com a mineração, crescimento populacional e geração de resíduos sólidos, foram levantados dados quanto a influência da COOLETTAR na destinação de materiais recicláveis na cidade. Após contato com integrantes da cooperativa, foram fornecidos valores de massa coletada anualmente, índice de empregados e renda per capita, posteriormente comparados a dados do IBGE e indicadores como massa coletada e despesas do serviço, obtidos pelo SNIS.

Em última etapa, através dos dados fornecidos, foi possível identificar as modificações ambientais, econômicas e sociais geradas pelo desenvolvimento da cooperativa COOLETTAR na região, em uma comparação ao papel exercido pelo setor público na destinação dos resíduos sólidos. As correlações estão expostas detalhadamente ao longo do projeto. Na Figura 2, é exibido o fluxo de desenvolvimento da pesquisa.



Figura 2: Fluxo de Desenvolvimento da Pesquisa.



Fonte: Elaborado Pelos Autores.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Segundo Souza et al. (2012), parte das cooperativas são oriundas das necessidades sociais e econômicas dos membros atuantes. No entanto, cooperativas como a COOLETTAR desenvolvem papéis maiores e de grande influência a seus cooperados, tornando o trabalho exercido um propósito de vida, gerando renda, mas também contribuição na redução do volume de resíduos sólidos urbanos na sociedade. ENSUS 2022 – X Encontro de Sustentabilidade em Projeto – UNIFESSPA – Marabá – 22 a 24 de junho de 2022.

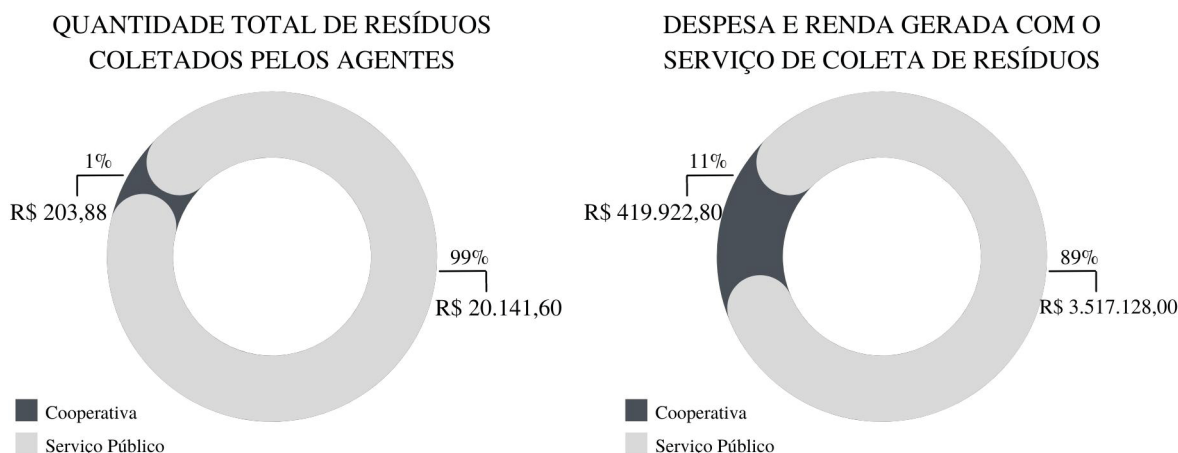
Analisando a série histórica de população total (POP\_TOT) do município de Canaã dos Carajás após o desenvolvimento do setor da mineração, um aumento em cerca de 24mil pessoas é evidenciado no município. Diante disso, compreende-se que a atuação da cooperativa na cidade de Canaã dos Carajás é fundamental para minimizar as consequências da grande quantidade de resíduos gerados através do aumento populacional proveniente do crescimento urbano após o desencadeamento da mineração na região.

Desse modo, é possível avaliar de forma analítica os impactos econômicos, sociais e ambientais provocados pela cooperativa de catadores de materiais recicláveis na cidade Canaã do Carajás (COOLETTAR).

### 4.1. Impactos econômicos

Em uma comparação entre a massa total em toneladas coletada em Canaã dos Carajás pelo setor público e privado no ano de 2019 (último ano de dados divulgados pelo SNIS) e a massa total coletada pela cooperativa COOLETTAR no ano de 2020 (último ano de dados obtidos), a representação da massa coletada pela cooperativa chega a pouco mais que 1% (um por cento) da massa total coletada pelo município, no entanto, quando comparada renda obtida pelos cooperados e os gastos públicos decorrentes da execução do serviço, a renda obtida pela COOLETTAR chega a representar quase 12% (doze por cento) do total de despesas públicas quanto a destinação de resíduos (Figura 3).

Figura 3: Massa de Resíduos Sólidos Coletados pela Cooperativa e Renda Obtida X Massa de Resíduos Sólidos Coletados pelo Setor Público e Despesas Ocasionadas.



Fonte: Elaborado Pelos Autores.

Nessa perspectiva, é possível inferir que se houvessem maiores estímulos ao desenvolvimento da cooperativa, um maior número de pessoas à margem da sociedade teria a possibilidade de se tornar um associado, gerando renda a essa população e benefícios econômicos a região.

A diminuição das despesas ocasionadas ao setor público no direcionamento de resíduos sólidos também pode ser citada. Isso ocorre através da redução de materiais recicláveis direcionados aos canais de coleta de resíduos sólidos, reduzindo a quantidade anual em massa de resíduo sólido que deve ser coletada, demandando menores esforços e despesas aos cofres públicos, que por sua vez estaria sendo convertida em renda para diversos cooperados.

Essa renda é atualmente obtida através da coleta de materiais recicláveis em pontos específicos da cidade, sendo os bairros Jardim Europa, Vale dos Sonhos, Vale do Sossego e Novo Horizonte, dominantes setores de acompanhamento, além de algumas das principais ruas da cidade, em que atualmente cerca de 17 pessoas (Tabela 1) coletam mais de 203 toneladas de resíduos sólidos, dentre eles, papéis, papelão, plásticos em geral, sucata metálica e alumínio (COOLETTAR, 2020).

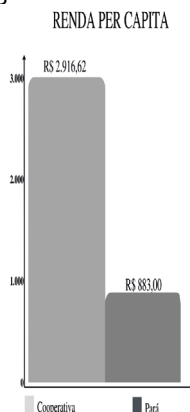
Tabela 1: Número de Pessoas Cooperadas Entre os Anos de 2018 e 2021.

2018	2019	2020	2021
12 pessoas	22 pessoas	12 pessoas	17 pessoas

Fonte: COOLETTAR (2021).

Esses números correspondem à R\$ 419.992,80 em receita, no ano de 2020 isso foi equivalente a R\$ 2,916,62 de renda ao mês por cooperado, o que em uma comparação é mais de três vezes a média per capita de renda do estado do Pará, que para o mesmo ano foi de R\$ 883,00 por pessoa, conforme observado na figura abaixo (IBGE, 2020).

Figura 4: Renda Per Capta.



Fonte: COOLETTAR (2021).

## 4.2. Impactos sociais

Alguns dos principais benefícios que resultam da coleta de material reciclável pelas cooperativas são, não só a melhoria da renda para os trabalhadores envolvidos, mas também a contribuição à saúde pública e ao sistema de saneamento (SOUZA; PAULA; PINTO, 2012).

De modo que a venda deste material reciclável de baixo custo às indústrias, possibilitam um aumento da reciclagem e reutilização, proporcionando uma diminuição de matéria-prima utilizada pelas fabricas, além de redução nos gastos municipais, que influenciam a quantidade de resíduos levados ao aterro controlado contribuindo à sustentabilidade do meio ambiente (SOUZA; PAULA; PINTO, 2012).

Ademais, Yoshida (2012) afirma que para o alcance de uma gestão de resíduos sólidos deve-se visar integração para obter a participação de diversos atores, tendo em vista que qualquer estratégia que vise à mitigação de impactos ambientais deve possuir como apoio um instrumento que permita a formação do indivíduo (VAZ, 2012).

Logo, a participação das cooperativas de reciclagem, segundo a PNRS, Lei de nº 12.305/10 Art 8 do Capítulo 3 (BRASIL,2010), tem como principal instrumento a educação ambiental, fundamental para o alcance das metas de gestão e resíduos (Tabela 2). Em virtude disso, entende-se que a educação ambiental é um fator essencial para um dos princípios da PNRS, para que a gestão consorciada possa ser implementada, trabalho no qual a COOLETTAR participa efetivamente (Tabela 3).

Tabela 2: Ações a Serem Executadas para Promover a Participação da População na Gestão Dos Resíduos Sólidos Do Município.

<b>Metas</b>	Estimular a população a participar da gestão dos resíduos sólidos do município.
<b>Ações</b>	Estabelecer parcerias com associações, órgãos e empresas privadas; Produzir materiais didáticos e de divulgação;
	Informar a população, por meio de campanhas sobre as temáticas dos serviços públicos de coleta e manejo dos resíduos sólidos; Desenvolver programas e ações de educação ambiental, que promovam a não geração, redução, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos, e de capacitação técnica, voltados para sua implementação e operacionalização.

Fonte: Brasil (2010).

Tabela 3: Palestras de Educação Ambiental Ministradas pela Cooperativa COOLETTAR.

<b>Palestras ministradas pela COOLETTAR</b>				
Anos	2018	2019	2020	2021
Quantidade	15	22	3	2

Fonte: COOLETTAR (2021).

### 4.3. Impactos ambientais

De acordo com Souza et.al (2012), o estudo de formação de cooperativas de reciclagem tem sido objetivo de pesquisas no Brasil, sobretudo no que tange a importância dessa atividade para mitigar o impacto ambiental dos resíduos sólidos urbanos, por meio da coleta seletiva.

Desta forma, podemos observar que essas organizações são agentes fundamentais para a implementação da Lei de nº 12.305/10 da Política Nacional de Resíduos Sólidos, pois é através das coletas seletivas que parte dos resíduos produzidos são reaproveitados nos processos produtivos em diversas cadeias de suprimentos nas indústrias. Portanto, tal contribuição feita pela coleta, separação e fornecimento de matéria-prima secundária para a indústria aumenta a vida útil dos produtos (SOUZA; PAULA; PINTO, 2012).

Em paralelo, entende-se o papel de agentes modificadores exercido por cooperativas que desempenham essa função. A COOLETTAR, atuando dentro desse perfil desde o ano de 2014, abrange no ano de 2021, quase quatro mil residências, influenciando a vida de mais de treze mil pessoal, com a coleta de matérias recicláveis (Tabela 4).

Tabela 4: Rotas Utilizadas pela Cooperativa COOLETTAR.

Rotas	Bairros/Ruas	Domicílios Totais	Estimativa de Habitantes
Rota 1	Jardim Europa (AMEC)	632	2262,56
Rota 2	Vale dos Sonhos	341	1220,78
Rota 3	Vale do Sossego	358	1281,64
Rota 4	Novo Horizonte	669	2395,02
Rota 5	Principais ruas da cidade	1838	6580,04
<b>TOTAL</b>		<b>3838</b>	<b>13740,04</b>

Fonte: Adaptado COOLETTAR (2021).

Como citado anteriormente, esse alcance equivale a cerca de 1% (um por cento) de resíduos sólido coletados, em comparação a coleta exercida pelo setor público. No entanto, quando relacionado a quantidade de volume de materiais recicláveis, esse número, mesmo que teoricamente irrelevante, é equivalente a 203,88 toneladas de materiais que não chegam aos aterros controlados, todos os anos.

## 5 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreende-se que a atuação de cooperativas de reciclagem é essencial para contribuição de maneira efetiva na diminuição da extração de matéria-prima virgem, com a integração do material reciclado como matéria-prima secundária na cadeia produtiva. Porém, ainda é o mínimo diante da quantidade de resíduos produzidos na cidade, o que mostra a importância do apoio que se deve ter as cooperativas para melhoria a preservação do meio ambiente.

Ainda além, é perceptível que a cooperativa COOLETTAR contribui de diversas formas na cidade Canaã dos Carajás, não só na mitigação de impactos ambientais pela coleta seletiva, mas como também, gerando renda para as pessoas que sobrevivem da coleta, fornecendo ainda a conscientização da população no que tange a reciclagem e reutilização por meio de palestras de educação ambiental.

## REFERÊNCIAS

- AVERSAN, Debora Regina. **Em busca de um lugar na metrópole: cotidiano e vivências na cidade AE Carvalho**. 2008. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.
- BRASIL. Lei 12.305, 2 de ago. 2010. **Dispõe sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <[encurtador.com.br/cfmX2](http://encurtador.com.br/cfmX2)>. Acesso em: 12 de julho de 2021.
- CORRÊA, R. L. (2001). **Espaço: um conceito-chave da geografia**. In: CASTRO, I. E.
- GOMES, P. C. da C. e CORRÊA, R. L. (orgs.). **Geografia: conceitos e temas**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.
- CRESTANI, A. M. Z. & Martins de Araújo Klein, R. M. (2017). **Espaço, imagem e memória: adensamento dos conteúdos coletivos à materialidade da cidade**. Territorios (36), 139-157. Doi: <http://dx.doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.4382>.
- FADINI, P.S.; FADINI, A.A.B. **Lixo: desafios e compromissos**. Cadernos temáticos de Química Nova na Escola. São Paulo: Sociedade Brasileira de Química. no 1. maio de 2001. p. 9-18.
- FERREIRA, Rafael de Sousa. **Desativação do aterro controlado do jôquei x transferência para o aterro sanitário de Brasília: análises dos principais aspectos sociais e ambientais**. Brasília, 2018.
- LIMA, Jean Lucas de Souza; SILVA, Alysson Costa; SILVA, Eduarda Guimarães; COSTA, Karlos Henrique Mota; SILVEIRA, Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira. **ANÁLISE DE INDICADORES DE RESÍDUOS SÓLIDOS OBTIDOS NA PLATAFORMA SNIS REFERENTES À ZONA URBANA DO**



- MUNICÍPIO DE PARAUPEBAS-PA.** CONRESOL, 14 jun. 2018. Disponível em: <http://www.ibeas.org.br/conresol/conresol2018/IV-070.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO REGIONAL (Brasil). SINIS. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. [S. l.], 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 2 jun. 2021.
- OLIVEIRA, Mariana Moreira de et al. **Modelos para estimativa da geração de resíduos sólidos urbanos em municípios brasileiros**. 2016.
- Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos**. Disponível em: <[encurtador.com.br/altG7](http://encurtador.com.br/altG7)>. Acesso em: 12 de julho de 2021.
- Política Nacional de Resíduos Sólidos**. – 3. ed., reimpr. – Brasília: Câmara dos Deputados, Edições Câmara, 2017. 80 p. – (Série legislação; n. 229 PDF).
- PREFEITURA CANAÃ DOS CARAJÁS (PA)**. História: Canaã dos Carajás. [S. l.], 2016. Disponível em: <[encurtador.com.br/mwFJP](http://encurtador.com.br/mwFJP)>. Acesso em: 5 jul. 2021.
- SIEPIERSKI, Lincoln. **Geologia, petrologia e potencial para mineralizações magmáticas dos corpos máfico-ultramáficos da região de Canaã dos Carajás, Província Mineral de Carajás**. 2016.
- SOUZA, Maria Tereza Saraiva de; PAULA, Mabel Bastos de; PINTO, Helma de Souza. **O papel das cooperativas de reciclagem nos canais reversos pós-consumo**. Revista de Administração de Empresas, v. 52, p. 246-262, 2012.
- VALE (Brasil). **Complexo S11D Eliezer Batista**. [S. l.], 19 out. 2018. Disponível em: <http://www.vale.com/hotsite/PT/Paginas/s11d-maior-investimento-privado-realizado-brasil-nesta-decada.aspx>. Acesso em: 30 jun. 2021.
- VAZ, L. **Educação ambiental e logística reversa**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, v.3. Goiânia-GO, 2012.
- YOSHIDA, C. **Competência e as diretrizes da PNRS: conflitos e critérios de harmonização entre as demais legislações e normas**. In: JARDIM, A.; YOSHIDA, C.; MACHADO FILHO, J. V. (Ed.). Política Nacional, Gestão e Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Barueri: Manole, 2012.
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. ABNT. **NBR 6152/2002 – Materiais Metálicos - Determinação das propriedades mecânicas à tração**. Rio de Janeiro, 1992.
- BALAGURU, P.; KURTZ, S. Comparison of inorganic and organic matrices for strengthening of RC beams with carbon sheets. **Journal of Structural Engineering**, V. 127, pp. 35-42. 2001.
- BARROS et al. Efficacy of CFRP-based techniques for the flexural and shear strengthening of concrete beams. **Cement and Concrete Composites**, V. 29, pp 203-217. 2007.
- COLLINS, M.P. **Evaluation of shear design procedures for concrete structures**. A Report prepared for the CSA technical committee on reinforced concrete design. 2001.
- FERRARI, V. J. **Reforço à flexão de vigas de concreto armado com manta de polímero reforçado com fibras de carbono (PRFC) aderido a substrato de transição constituído por compósito cimentício de alto desempenho**. 2007. Tese de Doutorado, Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
- JUVANDES, L.F.P. **Reforço e reabilitação de estruturas de betão usando materiais compósitos de CFRP**. 1999. Dissertação de mestrado. Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Cidade do Porto, 1999.
- REIS, D. R. **Gestão da inovação tecnológica**. 2. ed. Barueri: Manole, 2008.

# ESTUDO BASEADO EM DADOS DO SNIS: AVALIAÇÃO DA DISPOSIÇÃO IRREGULAR DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM JACUNDÁ

*STUDY BASED ON SNIS DATA: ASSESSMENT OF IRREGULAR SOLID WASTE DISPOSAL IN JACUNDÁ*

Data de aceite: 26/08/2022 | Data de submissão: 01/10/2022

**ASSUNÇÃO, Isabella Santos**, graduanda em Engenharia Civil  
Unifesspa, Marabá, Brasil, E-mail: [isabellaassuncao@unifesspa.edu.br](mailto:isabellaassuncao@unifesspa.edu.br).

**ALMEIDA, Kemely Vitoria de Sousa**, graduanda em Engenharia Civil  
Unifesspa, Marabá, Brasil, E-mail: [kemely.almeida@unifesspa.edu.br](mailto:kemely.almeida@unifesspa.edu.br).

**SILVEIRA, Rafaela Nazareth Pinheiro de Oliveira**, mestre em Geotecnia  
Unifesspa, Marabá, Brasil, E-mail: [rafaelasilveira@unifesspa.edu.br](mailto:rafaelasilveira@unifesspa.edu.br).

## RESUMO:

O vigente trabalho teve por intuito analisar os dados de apoio referentes ao âmbito de resíduos sólidos, externados pela plataforma do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS) em correspondência à cidade de Jacundá-Pará, na tentativa de correlacioná-los às irregularidades da disposição de resíduos identificadas no município, que se relacionam, por fim, a possíveis efeitos ao meio natural e à população. A metodologia pautou-se em três etapas interligadas e baseadas em sete indicadores do SNIS, de modo a apurar os critérios mais relevantes à problemática. Os resultados e discussões versaram quanto aos indicadores escolhidos, que serviram para constatação do aumento anual da população urbana da respectiva cidade; além de indicar o percentual referente à frequência de coleta; assim como, a destinação final dos resíduos sólidos. Na conclusão, qualificaram-se os precedentes a essas irregularidades, haja vista a relação de insuficiência dos serviços públicos prestados, frente à quantidade de resíduos sólidos gerados.

## PALAVRAS-CHAVE:

Resíduos sólidos. Jacundá. SNIS. Descarte irregular. Indicadores.

## ABSTRACT:

*The current work aimed at solid support data by reference to the scope of the city, external by the platform of the National Sanitation Information System (SNIS) in correspondence of analysis of Jacundá-Pará, in an attempt to correspond to the irregular disposal of identified waste. In the municipality, which is ultimately related to possible effects on the natural environment and population. The methodology was based on three interconnected and seven SNIS indicators, to determine the main problematic factors. The results and the movement of the urban population regarding the chosen indicators, served to verify the annual increase in the city's population, respectively; Indicating the percentage referring to the frequency of collection; as well as the final destination of solid waste. In conclusion, qualifying the precedents to these generated irregularly, given the relationship of execution of public services delivered, face to face, regarding generated goods.*

## KEYWORDS:

*Solid waste. Jacundá. SNIS. Irregular disposal. Indicators.*

## 1 INTRODUÇÃO

Ao relacionar a expansão das áreas urbanas ao crescimento das concentrações populacionais e ao modelo contemporâneo de produção e consumo, constata-se a retratação da cidade como um grande centro gerador de resíduos sólidos urbanos (RSU). Isso posto, é evidente a assistência do estado e da sociedade no contorno, de modo não relapso, aos desafios associados à geração, à gestão e à destinação final dos resíduos sólidos urbanos (UMADA et al., 2018).

Essa questão em análise requer ainda maior atenção quando, seguindo o mesmo autor Umada et al. (2018), refere-se a áreas nomeadas: franja rural-urbana, tendo em vista que apesar destas zonas terem proximidade a núcleos urbanos com maiores médias de densidade populacional, apresentam, em contrapartida, um baixo índice populacional, implicando numa menor disponibilidade de serviços públicos ligados, nesse caso, à limpeza urbana, contribuindo para a constituição desses espaços como focos da disposição irregular de RSU, podendo correlacionar-se ao que ocorre no município de Jacundá, tendo em vista sua configuração espacial geográfica próxima a cidade de Marabá-Pa.

Reitera-se, ainda, que na hipótese de ocupações urbanas não planejadas, que ocorram em locais considerados inadequados, qualificados como ocupações irregulares, há, também, a problemática ligada à inexistência ou à ineficácia dos serviços de coleta, resultando, notavelmente, na propensão ao destino final de resíduos de maneira descontrolada, ocasionando mais complicações (MAIELLO et al., 2015).

Acerca desses possíveis efeitos, destacam-se os graves danos causados ao meio ambiente, como contaminação do subsolo e cursos de água superficiais; bem como, os prejuízos à população, que de modo proporcional afetam diretamente a saúde pública; sem deixar de mencionar os enormes gastos financeiros à esfera de saneamento público (DOMINGOS; BOEIRA, 2015).

Assim, na tentativa de abster-se dessas decorrências e de gerenciar o manejo nacional de resíduos, implantou-se o Sistema Nacional de Informação (SNIS), um sistema que reúne informações e indicadores de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade sobre o manuseio de resíduos sólidos, dentre outros serviços, que de acordo com o Governo Federal, são atualizados anualmente desde 2002 e são provenientes dos prestadores que operam no Brasil.

Sendo assim, este trabalho buscou examinar a disposição irregular de resíduos, predominantemente domésticos, do município interiorano do estado do Pará: Jacundá, fundamentando-se, para isso, nos índices e indicadores oficiais, pertencentes a essa região, disponibilizados pelo SNIS.

## 2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os aspectos metodológicos, ora apresentados, visam atender ao propósito elencado no objetivo da presente pesquisa. Adota-se como unidade de estudo principal, os dados levantados pelo SNIS, relativos a resíduos sólidos do município em questão. Desse modo, o uso de indicadores serve para a criação de parâmetros a serem analisados e relacionados a fim de quantificar e sintetizar informações, sendo exibidos em dados estatísticos e gráficos.



## 2.1. Descrição da pesquisa

A presente pesquisa, de caráter quantitativo e qualitativo, dividiu-se em quatro etapas, sendo elas: pesquisa, coleta, seleção e análise de dados. A primeira sucedeu-se a partir da verificação de campo no município nos pontos focais que geralmente localiza-se a destinação irregular de RSU. Nessas zonas foram registradas, por meio de fotografias autorais, a ratificação do esperado: a existência de áreas irregulares para contenção do lixo urbano. Já na segunda etapa, incluiu-se a consulta à base de dados do SNIS para extração de elementos da componente referente aos resíduos sólidos, realizando, para isso, o download dos dados em formato “.xls” compatível com o Software Microsoft Office Excel 2019.

A fase posterior tratou sobre o filtro de variáveis e indicadores acerca da coleta de RSU do município selecionado. Ao todo, sete indicadores foram escolhidos para o período compreendido entre 2014 e 2018, conforme exposto na Tabela 1.

Quadro 1: Indicadores analisados no trabalho.

Indicadores	Variáveis
CO050	População urbana atendida no município.
CO134	Percentual da população atendida com frequência diária
CO135	Percentual da população atendida com frequência de 2 ou 3 vezes por semana
CO136	Percentual da população atendida com frequência de 1 vez por semana
IN006	Despesa per capita com manejo de RSU em relação à população urbana
IN021	Massa coletada (RDO + RPU) per capita em relação à população urbana
POP_URB	População urbana do município (Fonte: IBGE)

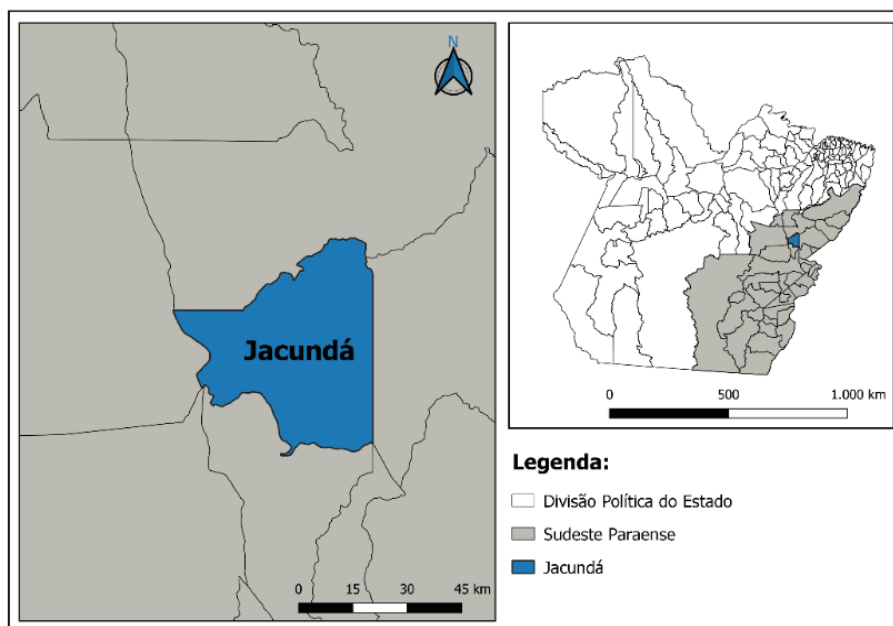
Fonte: adaptado do SNIS, 2021.

Após a referida seleção, os dados foram interpretados com objetivo de analisar o panorama composto pela disposição irregular de RSU e suas consequências observadas no município de Jacundá. Dessa forma, efetuaram-se comparações entre os resultados obtidos pelo SNIS e por outras fontes externas, como: o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

## 2.2. Caracterização da área de estudo

Jacundá é um município da mesorregião sudeste do Pará, cuja extensão territorial é de 2.008 km<sup>2</sup>. Conforme o censo disponibilizado pelo IBGE (2020), a população estimada para o mesmo ano era igual a 59.842 habitantes. Localizado nas coordenadas 4° 27' 03" S e 49° 06' 59" W. Tem como municípios limítrofes: a leste Rondon do Pará, a oeste Novo Repartimento, ao norte, Goianésia do Pará e ao sul, Nova Ipixuna. A Figura 1 evidencia a área de estudo em questão.

Figura 1: Área de estudo.

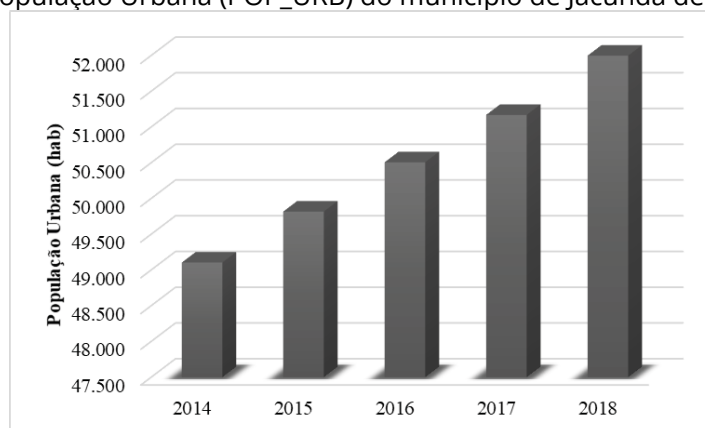


Fonte: Elaborado pelos autores, 2021.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Fundamentado no indicador populacional abordado em materiais e métodos, averiguou-se um crescente aumento anual da população urbana total (POP\_URB) de Jacundá, como expressa o Gráfico 1.

Gráfico 1: População Urbana (POP\_URB) do município de Jacundá de 2014 a 2018.



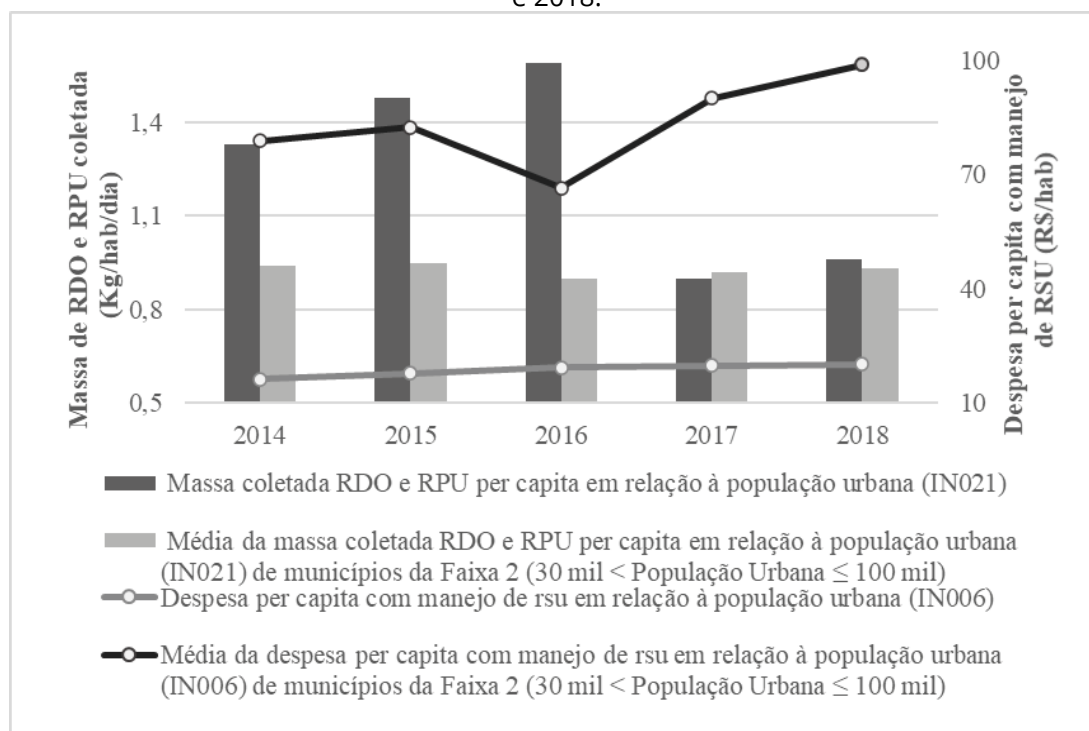
Fonte: Adaptado do SNIS, 2021.

A partir dessa análise populacional, comparou-se variáveis relacionadas ao custo de manejo de resíduos e à massa de resíduos coletadas da cidade de Jacundá a de outros municípios que possuíam faixas populacionais similares, ou seja, municípios com faixa populacional compreendida entre os limites de 30 mil a 100 mil habitantes, denominada como faixa 2. Essa correlação se deu mediante os dados expostos no diagnóstico de resíduos sólidos urbanos pelo SNIS, dos anos de 2014 a 2018.

No Gráfico 2, então, é apresentada essa relação e, de imediato, percebe-se a disparidade nas colunas de valores referentes à massa de resíduos domiciliares e de resíduos públicos coletados (IN021), que se manteve acentuada na maior parte

da série histórica entre o município de Jacundá e os demais pertencentes a faixa 2. Isso torna-se um ponto discutível quando se associa esses valores aos referentes às despesas per capita com manejo de resíduos sólidos urbanos (IN006), pois nesse caso é revelado a alta divergência dos valores desprendidos da cidade de Jacundá em referência à média de custos observadas nas urbanizações da faixa 2, haja visto que apesar dessas possuírem menores valores de massa apanhada de RDO e de RPU, gastam mais do triplo do valor do município de Jacundá com manejo de resíduos, o que indica, dentre outras questões, uma alta inobservância ao sistema de gerenciamento de resíduos da cidade.

Gráfico 2: Massa de RDO e RPU coletada e Despesas per capita com manejo de RSU em relação à população urbana em Jacundá e em outros municípios da mesma faixa populacional entre 2014 e 2018.

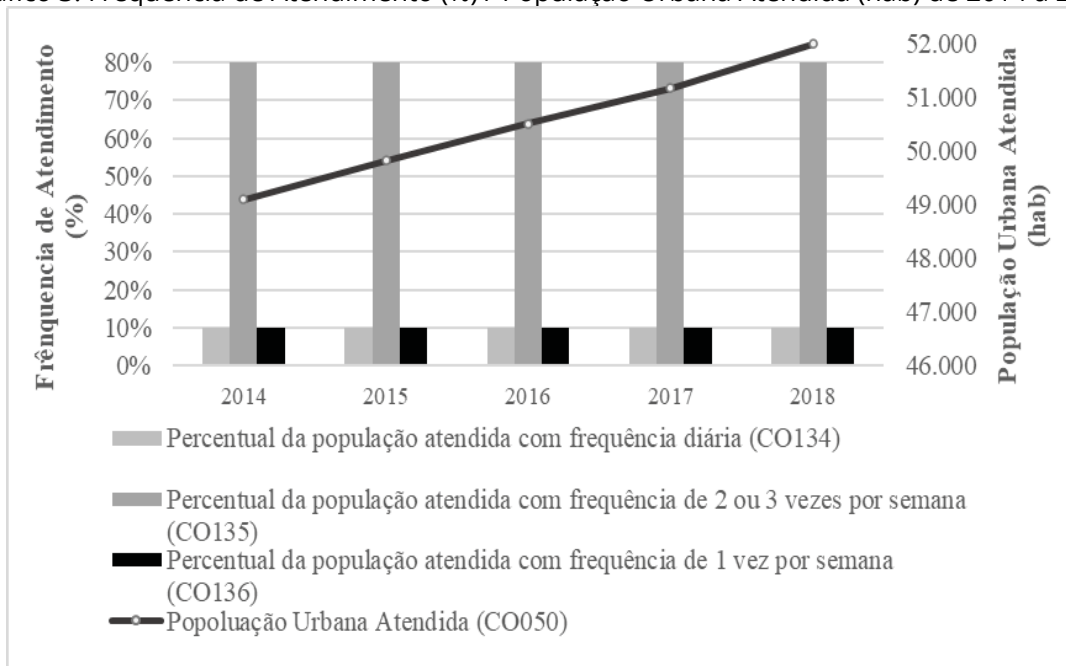


Fonte: Adaptado do SNIS, 2021.

Nessa perspectiva, o Gráfico 3 apresenta a quantidade da população atendida pelo serviço de coleta de resíduos sólidos em valores percentuais de diferentes frequências, relacionando-as com a população urbana.

Diante disso, de acordo com dados retirados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), no ano de 2018, a estimativa da população de Jacundá, retirada do último censo, era de aproximadamente 58.457 habitantes, o que indica, quando comparado aos dados retirados do Gráfico abaixo, uma porcentagem de 89% de atendimento de coleta à população, com predominância do atendimento com frequência de 2 ou 3 vezes por semana (CO135), fato que se contrapõe a realidade do município, ao se examinar in loco.

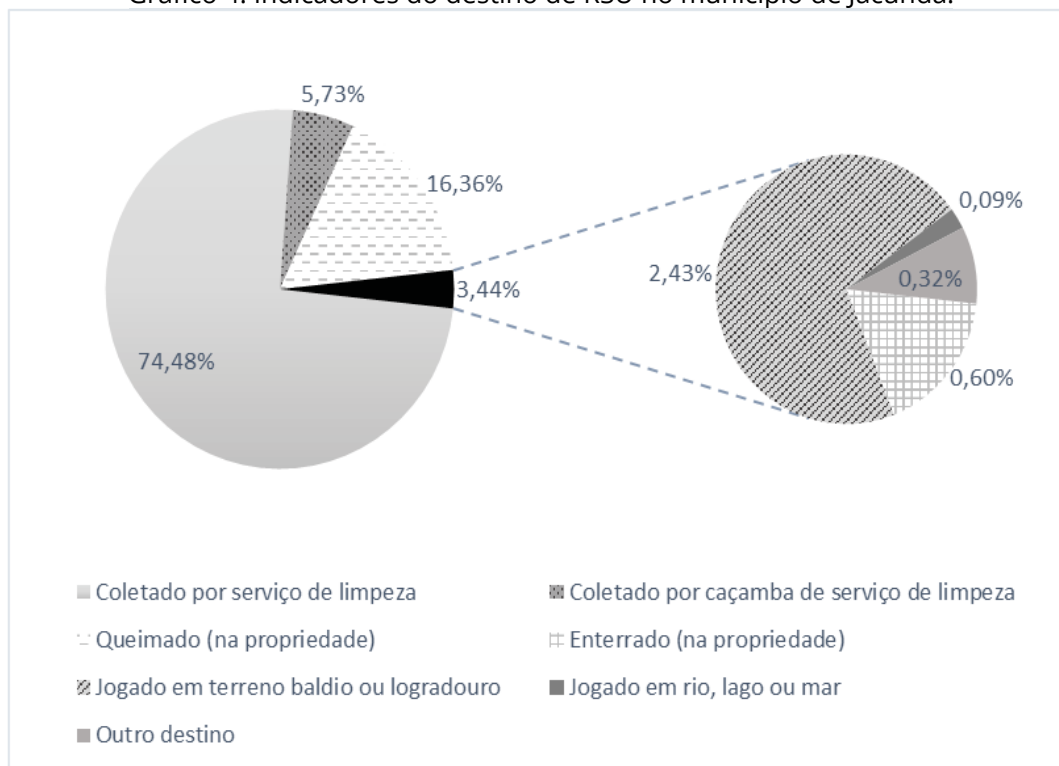
Gráfico 3: Frequência de Atendimento (%) / População Urbana Atendida (hab) de 2014 a 2018.



Fonte: Adaptado do SNIS, 2021.

Em referência à destinação final dos resíduos sólidos, em análise no Gráfico 5, vale ressaltar que a coleta do município é de inteira responsabilidade da gestão municipal, com a disponibilização de caminhões e empregados, que não contam com apoio de cooperativas, porém são acrescidos, minimamente, da coparticipação voluntária e informal de catadores de lixo. Desse modo, mesmo declarada grande porcentagem do descarte à coleta por serviço de limpeza pública, o cenário urbano ainda conta com complicações tangentes a essa questão que se destacam, dentre outras formas, na existência de lixões inseridos ao ambiente de Jacundá.

Gráfico 4: Indicadores do destino de RSU no município de Jacundá.



Fonte: Adaptado do DATASUS, 2021.

No que concerne a isso, Gouveia (2012) versa a respeito dos múltiplos prejuízos acarretados pelas diferentes formas de disposição de RSU, que incidem tanto à geração de impactos ambientais, quanto ao desenvolvimento de riscos eminentes à saúde humana. Sobre esses riscos, o autor salienta que a disposição de resíduos no solo constitui uma ampla fonte de exposição humana a variadas substâncias nocivas que se dispersam no solo e ar contaminados e que impactam principalmente a parte da população residente nas proximidades dessas áreas.

Seguindo essa ponderação, ROSA; SANTOS; PEREIRA (2010) disserta que quando os resíduos são dispostos inadequadamente a céu aberto, sem o devido tratamento, e com infraestrutura inadequada para proteção do solo, há a viabilização para o aparecimento de impactos locais, como: maus cheiros, poluição visual e proliferação de agentes transmissores de doenças. Acerca disso, Silva et al. (2018) ressalta a incidência na geração de vetores, dentre os quais se acentuam: moscas (*Musca domestica*), baratas (*Supellalongipalpa*), ratos (família *muridae*), e sobretudo o mosquito *Aedes Aegypt* agente das doenças como: dengue, xincungunha e zica vírus; além de diversos outros. Ainda de acordo com Neta (2012), há uma real potencialidade para provocar problemas à saúde pública caso tais resíduos sejam misturados a lixos de saúde, haja visto o alto potencial desses na incidência de doenças à população. Nessa linha de pensamento, a Figura 2 destaca um dos pontos de acúmulo de lixo do município.

Figura 2: Depósito de resíduos em local inadequado nas proximidades do Aeroporto.



Fonte: Pesquisa de campo, 2021.

Ao observar a Figura 2, então, é possível verificar nos pontos de entulhos como os resíduos sólidos são descartados de maneira irregular, sem a separação adequada e a restrição ao acesso local, resultando na presença de necrófagos, como os urubus e ainda de animais domésticos. Portanto, percebe-se que apesar da coleta esporádica, tal frequência de serviço é nitidamente ineficiente quando comparada à quantidade de resíduos urbanos gerados, implicando, como já supracitado, na reprodução de efeitos nefastos ao ambiente e à população.

É válido ressaltar que essa prática de disposição de resíduos em pontos irregulares pode ocorrer por influência do órgão municipal, o qual realiza recolhimento de entulhos eventualmente, por não haver empresa terceirizada que desenvolva a coleta, sendo essa tarefa de compromisso do ente público.

Destaca-se, com isso, a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305/2010 que explana o seguinte em seu capítulo I, art. 10º: “Incumbe ao Distrito Federal e aos Municípios a gestão integrada dos resíduos sólidos gerados nos respectivos territórios” (BRASIL, 2010). Portanto, atribui-se ao município a obrigação de elaborar o seu Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS), implementar a coleta seletiva, dispor apenas de rejeitos em aterros sanitários, encerrar e remediar áreas de lixões e articular a implementação da logística reversa.

Apesar das lacunas existentes no sistema gerenciamento da coleta de resíduos, verifica-se que a população partilha dessa responsabilidade, devido ao descarte inadequado. Logo, a inserção da mudança do comportamento popular também é um passo fundamental para a solução deste problema.

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A destinação correta de resíduos sólidos é um requisito essencial para a saúde pública. Entretanto, lixos encontrados em ruas e rios fazem parte da realidade de muitos municípios brasileiros, gerando impactos ambientais, econômicos e sociais. Assim, com o estudo apresentado foi possível avaliar a condição acerca da coleta de resíduos sólidos urbanos em Jacundá, através de comparações entre os dados disponibilizados pelo SNIS, correlacionando-os com a disposição irregular

e os seus efeitos.

Nesta pesquisa, constatou-se que o município de Jacundá não está de acordo com a Lei 12.305/2010, pois, é possível observar resíduos sólidos em locais inadequados e que apesar da existência de serviço de coleta, ainda não é o suficiente para impedir o acúmulo de entulhos em determinados áreas pontuais da cidade. Tal fato, pode ser explicado pela expansão populacional, seguido do aumento na produção de resíduos sólidos. Cabe esclarecer que existe um PMGIRS do município, entretanto, esse ainda carece de melhores administrações públicas e de maiores medidas de fiscalização por parte do poder público.

As consequências dessa disposição de forma inadequada se manifestam na presença de animais e riscos referente à saúde da população, pois, há o aparecimento de agentes hospedeiros de possíveis patógenos causadores de doenças, cabendo, para isso, a diligência na ação das autoridades em interface à comunidade, na busca de medidas no âmbito da saúde pública para minimizar ou até mesmo combater os impactos gerados pelo descarte irregular.

Como proposição de melhoria, o município pode rever ações, investimentos e instrumentos legais relacionados à gestão de resíduos sólidos. Faz-se necessária a implantação de políticas públicas mais sustentáveis, a começar pela coleta seletiva e o incentivo a criação de cooperativas de catadores de materiais recicláveis, visando reduzir o número de informais.

Entretanto, não é possível o sucesso dos mecanismos de gerenciamento de resíduos sólidos sem a participação da população no processo de forma ativa e consciente. Uma ferramenta a ser utilizada pelo município é a educação ambiental que quando devidamente aplicada aos temas ambientais promove o debate e sensibilização da comunidade.

Nesse sentido, partindo de pequenos atos de sustentabilidade, é possível mudar o pensamento da população, contribuindo para a construção de uma sociedade cujos valores sociais se apoiem, entres outros âmbitos, na conservação ambiental como mecanismo de melhoria da qualidade de vida e, conseqüentemente, da saúde. Por fim, para os estudos futuros, propõe-se a realização de análise dos gastos públicos investidos na gestão de resíduos sólidos do município objeto deste estudo.

## REFERÊNCIAS

BRASIL. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: lei nº 12.305**, 2010.

DATASUS - Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde do Brasil. **Informações de Saúde (TABNET)**. 2021. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=02>. Acesso em 30 de junho de 2021.

DOMINGOS, Diego de Campos; BOEIRA, Sérgio Luís. **Gerenciamento de resíduos sólidos urbanos domiciliares: análise do atual cenário no município de Florianópolis**. Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade: GeAS, v. 4, n. 3, 2015.

IBGE- **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades – Jacundá**. 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/jacunda/panorama>. Acesso em: 30 de junho de 2021.

MAIELLO, Antonella; DE PAIVA BRITTO, Ana Lucia Nogueira; VALLE, Tatiana Freitas.

**Implementação da Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Revista de Administração Pública, v. 52, n. 1, 2018.

NETA, Antônia Sousa de Jesus. **Meio ambiente e gestão dos resíduos sólidos: estudo sobre o consumo sustentável a partir da lei 12.302/2010**. Revista Âmbito Jurídico. São Paulo, 2012.

ROSA, J. C. S.; SANTOS, S. I. de A.; PEREIRA, D. C. **O acúmulo de lixo no aglomerado da Serra: uma visão de comunidades do entorno do parque municipal das Mangabeiras.** Revista Sinapse Ambiental. v.7, n. 2, 2010.

SILVA, Franciene Cruz da; FALCÃO, Márcia Teixeira; OLIVEIRA, Sandra Kariny Saldanha de; VALE, Renan Bruno Vieira do; SCACABAROSSO, Haroldo. **Disposição irregular dos resíduos sólidos urbanos e suas influências na saúde pública no município de Mucajaí - RR.** Revista Geonorte, v. 9, ed. 33, p. 111-125, 2018.

SNIS - Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento. **Indicadores e variáveis de saneamento básico.** Em: <http://www.snis.gov.br>. Acesso em 18 de junho de 2021.


UMADA, M. K.; POLASTRI, P.; SILVA, O. H.; OKAWA, C. M. P. **Diagnóstico da disposição irregular de resíduos sólidos urbanos em via periurbana no município de Sarandi, estado do Paraná, Brasil.** Congresso luso-brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável, 8., 2018.





05.





**Formação/perfil  
profissional e  
mercado de  
trabalho**



## 05. Formação/perfil profissional e mercado de trabalho

# DESIGN E A SOCIEDADE: RELAÇÕES COLABORATIVAS

DESIGN AND SOCIETY: COLLABORATIVE RELATIONSHIPS

Data de aceite: 09/09/2022 | Data de submissão: 26/08/2022

**MBONA, Miguel**, Mestrando  
UNESP, Bauru, Brasil, E-mail: [mbona.paulo@unesp.br](mailto:mbona.paulo@unesp.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0803-0138>.

**BARATA, Tomás**, Dr.  
USP, São Carlos, Brasil, E-mail: [barata@usp.br](mailto:barata@usp.br).  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1573-5590>.

## RESUMO:

Nos últimos anos um tema muito discutido na comunidade acadêmica, sobre do Design e a sua capacidade de promover melhoria social, uma sociedade consciente quanto ao entendimento dos objetos de Design na sociedade. Onde não se encontra só o desejo de contribuir para a resolução das questões sociais e para o estabelecimento de uma sociedade mais sustentável economicamente e socialmente, mas também a ideia de que a estratégia de Design parte das experiências criativas, participativas e colaborativas. O artigo tem como objetivo levantar questões e discussões sobre a responsabilidade das áreas como: Design e Sociedade, com o método científico com base em análise teórico, assim, portanto, trata-se do Design com a Sociedade e não de Design para a Sociedade. A discussão encontrou espaço nas análises/pesquisas de Clive Dilnot, que trata sobre "Design as a socially significant activity: An introduction" (Tradução literal: Design como uma atividade socialmente significativa: Uma introdução).

## PALAVRAS-CHAVE:

Design e sociedade; Inovação e Cultura; Consciência e Sustentabilidade;

## ABSTRACT:

*In recent years, a topic much discussed in the academic community, about Design and its ability to promote social improvement, a society aware of the understanding of Design objects in society. Where there is not only the desire to contribute to the resolution of social issues and the establishment of a more economically and socially sustainable society, but also the idea that the Design strategy starts from creative, participatory and collaborative experiences. The article aims to raise questions and discussions about the responsibility of areas such as: Design and Society, with the scientific method based on theoretical analysis, so, therefore, it is about Design with Society and not Design for Society. The discussion found space in Clive Dilnot's analyses/research, which deals with "Design as a socially significant activity: An introduction".*

## KEYWORDS:

*Design and society; Innovation and Culture; Awareness and Sustainability;*

## 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa como estudo, surgiu por meio dos debates acadêmicos para entender a relação do Design e a Sociedade, em um período de avanços tecnológicos, tanto de objetos físicos quanto digitais, além de analisar por meios dos conceitos, de maneira teórica que efeito terá a colaboração dos designers e os não designers na composição dos artefatos. Para que seja possível compreender as razões pelas quais se acredita que o uso da estratégia do Design, a colaboração com parceiros locais e o envolvimento direto e ativo do usuário no seu processo podem permitir ao designer contribuir na esfera social de modo mais significativo.

Deve ser feita pergunta como: como exatamente o “design” se relaciona com a “sociedade” em nosso tempo? Para esclarecer isso, a pesquisa tem como objetivo principal decorrer a discussão por meio das teorias já analisadas por outros autores, mas com principal foco em teorias do Dilnot, onde o autor defende que “...o design deve ser pensado como uma ‘atividade socialmente significativa’ ...” (DILNOT, 1982).

A partir das discussões iniciais do autor supracitado, serão aprofundados os principais temas como o entendimento do vínculo do Design e a Sociedade, além do processo de criação de uma sociedade democrática, do potencial de experiências participativas para promover melhoria das questões sociais; como Design Social e Inovação Social – questões na qual se baseia o interesse desta pesquisa. Em seguida, será mostrado como os conceitos introduzidos pelas primeiras discussões foram retomados pelas principais abordagens desenvolvidas até hoje, com o objetivo de aproximar o Design na Sociedade. E por fim, apresentado o debate contemporâneo, em comparação com o passado e mostrar novas contribuições por meio de reflexões, assim como defende Moura:

O Design Contemporâneo vai além das novas características da forma, das materialidades e imaterialidades e do desenvolvimento de novos métodos que levam as características pluri e multifuncionais. Há um aspecto crescente que ocorre por meio da aplicação de novas propostas e a busca de soluções que podem ser encontradas, exploradas ou amplificadas no âmbito do universo do sensível (MOURA, 2017, p.204).

A investigação de modalidades de ação desenvolvidas localmente acabou sendo crucial na definição da abordagem do designer em sua atuação no tipo de contexto identificado, assim como os reflexos do universo do sensível, defendida pela autora supracitada, são inevitáveis no modo atual da população, o que acarreta mudanças radicais no comportamento e no cotidiano das pessoas. Para Dilnot (1982), esta relação básica forma o contexto no qual essas outras séries de relações operam; a priori essa relação em sentido amplo determina a forma que estas sub-relações assumem (mesmo que às vezes se goste de agir e pensar como se estes tivessem uma realidade independente).

Crucialmente, esta relação primária do Design e da Sociedade, determina o significado que se dá a relações dentro dessas áreas: o Design é, afinal de contas, uma atividade realizada com fins sociais, como defende Dilnot (1982).

Neste cenário, o estudo tem como método, decorrer da pesquisa teórica e exploratória com foco em averiguar por meio das reflexões, as transformações que causam ou causaram mudanças nas configurações das relações entre as pessoas e os objetos por meios do Design e da sociedade.

Diante de tantos fatores e reflexões, que estão além das capacidades de uma única área de conhecimento, pretende-se também, tentar responder a uma pergunta dentro de um recorte específico; qual realmente é o papel do Design e da Sociedade perante aos problemas atuais e as dúvidas das suas responsabilidades? Com o foco central em compreender as perspectivas de um futuro a longo prazo.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O papel do Design é justamente modificar de maneira direta o pensar da sociedade em relação às inovações dos objetos e das relações interpessoais. Assim como afirma Manzini que, "...as inovações sociais referem-se tanto a processos sociais de inovação, como a inovações de interesse social, como também ao empreendedorismo de interesse social como suporte de ação inovadora." (MANZINI, 2008).

Mas para Dinolt (1982), primeiro deve-se tentar compreender o caráter da relação design e sociedade, antes de entender outras relações; o autor indaga, questões como: O design forma de alguma forma a sociedade? ou a sociedade impõe sua forma ao design? O design é determinado ou relativamente autônomo, ou totalmente autônomo da sociedade?

### 2.1. Design e Sociedade: Um pensamento para mudanças e inovações sociais

A análise formal, estrutural e funcional do autor, garante que o Design em sua evolução histórica, assinala as mudanças de estruturas sociais ligadas à evolução técnica e tecnológica, mas não diz como o processo das invenções da área do Design são vividos, a quais necessidades além das funcionais atendem, que estruturas mentais se misturam as funcionais, e as contradizem, qual o sistema cultural ou transcultural lhe fundamenta a continuidade vivida.

Como exatamente o "design" se relaciona com a "sociedade" nos tempos atuais? A resposta pratica é por meio da Inovação Social, mas para Manzini (2008), na área do Design, o autor defende que o termo Inovação Social refere-se a mudanças no modo como os indivíduos ou comunidades agem para resolver seus problemas ou criar novas oportunidades. Tais inovações são guiadas mais por mudanças de comportamento do que, por mudanças de mercado, geralmente emergindo através da lei da exigência (necessidade), da lei oferta e não da lei da procura.

Por exemplo um Design de UX (User Experience) é uma área que quase ninguém entende, não por ser difícil ou complexa, mas por ser parte de uma mudança de comportamento, por isso não há procura, por que a mudança de comportamento quase sempre é guiada pelo nosso inconsciente. Assim como defende Baudrillard (1993), a massa realiza esses paradoxos de não ser um sujeito, um grupo sujeito parte da mudança, mas de também não ser um objeto parte do processo. As tentativas para fazer dela um sujeito (real ou mítico) encontra a impossibilidade de tomada de consciência autônoma. "Todas as tentativas para fazer dela um objeto que se deparam com a evidência inversa da impossibilidade de uma manipulação determinada de massas ou de uma apreensão em termos de elementos, de relações, de estruturas e de conjunto" (BAUDRILLARD, 1993, p. 30).

### 2.2. Design: Quando Todos Fazem Design

O italiano Ezio Manzini, um dos mestres contemporâneos da área, em seu livro

“Design: Quando Todos Fazem Design”, o autor alerta para a ascensão de duas práticas:

1) A que ele denomina como o design difuso, que será praticado por “não especialistas”, ou seja, aqueles que com uma pequena instrução terão capacidades técnicas para criação;

2) Os designs especializados, que representam indivíduos com formação técnica para atuar profissionalmente como designers.

Mas para Dilnot (1982, p.140), aqueles que acreditam que o design é uma disciplina, têm tarefas importantes a cumprir antes da aceitação esperada na academia e na sociedade, sobre as mudanças e inovações sociais fortalecidas pelos que envolvem o Design como instrumento de transformação social e tecnológica, além de definir o fenômeno sobre o qual a disciplina de design é corneada.

Essa necessidade, pode ser interpretada como nada menos, que um parâmetro contra o qual medir a maneira como se usa indiscriminadamente o design de termos, como afirma Gomez:

O Design não é “socialmente neutro”, mas é uma atividade que influencia e é influenciada pelo equilíbrio dos interesses entre os vários grupos sociais que participam do processo de design (em particular, produtor, usuário e designer). O Design não é uma atividade que se confronta apenas com objetos ou sistemas abstratos, mas em primeiro lugar é uma ferramenta de interação social. (GOMEZ, 1976, p. 39,).

Considere, por exemplo, a maneira como usa-se o termo em um contexto de discussões usuais de ‘design e sociedade’. Manzini (2015, p. 1), nos apresenta a necessidade de repensar o papel do designer.

O autor destaca que os designers especializados, são os responsáveis pelas mudanças comportamentais na sociedade envolvendo diretamente os processos e os conceitos do Design. Para Manzini, “os designers podem surgir como experts em design, que graças à habilidade com ferramentas e métodos projetuais, podem ajudar não designers a orientar suas iniciativas” (MANZINI, 2015, p. 1).

Design pode ser entendido como projeto. Projeto equivale a sonho, que por sua vez é igual a desejo. Projeta-se a casa, uma viagem, o relacionamento ideal... Colocado desta maneira, é claro que o projeto enquanto ideário sempre existiu, mas é importante ressaltar a relação desejo/ aspiração/ possibilidade que se estabelece a partir da mecanização, com a Revolução Industrial. “Hoje em dia tudo tem “design”.

A questão que se coloca é: “qual design? De boa ou má qualidade? Qual o impacto do design na sociedade industrial? Como trabalhar com as necessidades e escolhas culturais, assim como com a tradição frente a novas sensibilidades?” (LANDIM, 2010, p.05).

Quando se emprega a palavra aqui, parece que se refere também à relação da profissão de design e / ou design-trabalho dos profissionais para a sociedade (design e sociedade como trabalho de design em sociedade, design como melhoria ou adição à sociedade) ou a relação dos produtos projetados com a sociedade (objetos projetados tão bons para a sociedade -economicamente, tecnicamente, etc.).



No nível de sistema e de comunidade, no entanto, torna-se cada vez mais difícil e duvidoso recorrer apenas ao hardware para resolver o problema. Em um processo de Design estendido para as comunidades e para os sistemas, os participantes devem enfrentar simultaneamente questões tecnológicas e sociais, tanto de hardware quanto de software. No nível do sistema maior, mudanças estruturais ao invés de incrementais são muitas vezes viáveis e desejáveis. (CROSS, 1975 p. 75).

Assim, diante das discussões acima, neste capítulo conclui-se que, neste mundo, no qual há constante transformação faz com que todos e qualquer pessoa faça o design e o redesign de sua existência, onde os objetos tecnológicos, as tecnologias de informação e comunicação possibilitam redes distribuídas interconectadas, onde haveria novos papéis dos designers, e conseqüentemente se entende como deve ser o redesign destes novos papéis do Design por meio das inovações sociais, onde o resultado é uma forma de inovação incremental, otimizando a solução através de um processo do aprendizado constante, como defende Dilnot, que também trata o Design como sendo uma atividade reflexiva porque, segundo ele, é “um modo de agir que é, ao mesmo tempo, um modo de aprender” (DILNOT, 2007).

### **3 O PAPEL DO DESIGN E DA SOCIEDADE PERANTE AOS PROBLEMAS ATUAIS E AS DÚVIDAS DAS SUAS RESPONSABILIDADES.**

#### **O design é social?**

Neste ponto, segundo as indagações do Dilnot (1982), a confusão pode entrar no debate, quando se usa frases como ‘O design é um problema político?’ ou ‘Como a avaliação do projeto pode melhorar a tomada de decisão?’ ou ‘Vai a educação em design facilita a participação do público?’.

Como condições, a pesquisa entende o design como categoria própria e autônoma, “nasceu com o firme propósito de ordenar a bagunça do mundo industrial, já que se encontra na intersecção entre indústria, tecnologia e cultura” (CARDOSO, 2013; DENNIS, 2000).

Segundo Lobach (2001, p. 16), o design é a “concretização de uma ideia em forma de projeto ou modelo que tem como finalidade a resolução de problemas que resultam das necessidades humanas”. Mas para Dilnot (1982), não está nada claro o que se quer dizer sobre o design em cada caso.

O autor supracitado indaga: se está de fato falando sobre habilidades de design no sentido daqueles elucidado por Lobach (2001), ou sobre a atividade de design cognitivamente, ‘criativamente’ ou em relação à atividade profissional, ou sobre os resultados da atividade de design, sobre produtos? Claramente ainda há problemas aqui. Mas para Martins e Couto (2016), o design também é entendido como estratégia educativa tendo um modo de pensar/raciocinar, uma cognição voltada à concepção e prototipagem de novos objetos, sistemas ou modelos sociais que podem favorecer sua inserção dentro de um tipo especial de aprendizagem ativa.

Considerando esse ponto, o papel do design, além da inovação, envolve planejamento, seleção de modos de pensamentos e valores, entende-se que o designer hoje é o principal responsável pelas relações que se estabelecem entre os objetos, os sistemas (plataformas digitais) e as pessoas, bem como pelas suas interferências pré-avaliada no comportamento da sociedade.

Para Dilnot (1982), as mudanças estão no foco de como o Design deve ser explorado nos dias de hoje.

Os objetos e produtos projetados certamente são emblemas das capacidades específicas dos designers, porém um estudo mais aprofundado destas capacidades retrata o Design como uma disciplina cheia de possibilidades, que pode ser de grande valia para outras áreas, como na tecnologia, na saúde, na sociedade, na política, etc. Por si só, o Design levanta uma série de questões para nossos problemas subjacentes ao definirmos o fenômeno design.

O autor supracitado insiste, com razão, se deve definir “o fenômeno sobre o qual a disciplina está em causa” (DILNOT, 1982), a assimilação da atividade de design para os modelos vai desde:

...design como arte, para projetar como ciência / projetar como atividade técnica, tendências desenvolvidas dentro do design para criar um conceito / linguagem categórica e atitudes mentais, que divorciam DESIGN - ou tende a fazê-lo - a partir do seu contexto socioeconômico (DILNOT, 1982, p.140).

Nada ilustra isso melhor do que a falta de tentativas de modelar o design como uma atividade socioeconômica.

Esta observação falta, e é quando se reflete que o design só pode ser uma atividade social, quando chama a atenção para o fundo, determinação socioeconômica de como se entende a atividade de design como uma atividade técnica (seja como uma arte ou ciência), ou seja, aquele realizado em objetos, em vez de no mundo. A história desta determinação continua a ser escrita. De sua eficácia, não pode haver dúvida.

#### **4 ARTESANATO COMO SIGNO VIVO DO DESIGN TRADICIONAL NAS SOCIEDADES**

Nesse ponto de estudo, entende-se que o artesanato no design enquanto processo se caracteriza por ser uma atividade interdisciplinar que envolve diferentes áreas e, com elas, diversos profissionais na execução dos mais variados projetos. Segundo Pizarro (2019), isso inclui o processo artesanal, e as comunidades como provedoras das suas próprias atividades criativas no relacionar com o outro, sendo também parte mediadora do design.

Nesta citação a pergunta: a sociedade impõe sua forma ao design? **É respondida.**

Mas segundo Dilnot (1982), a negação efetiva do design como uma função de imposição social formativa ou linguística-representativa se isola ainda mais das academias tradicionalmente orientadas para a compreensão e valorização do mesmo. Nesta situação, nem a academia nem o próprio design podem mais serem cientes do conteúdo social real do design, assim como base fundamental o autor conclui que em um projeto sem função, tais funções são ‘alcançadas apesar da compreensão do design’, daí a imposição social por falta de função.

Para Norman (2018) “o design começou como um ofício, ele se concentrou principalmente na criação de objetos bonitos para se tornar uma força poderosa na indústria.” Hoje, nas teorias do autor Dilnot (1982), o design foi muito além de suas origens simples no artesanato, ele agora está desenvolvendo novas e poderosas maneiras das pessoas interagirem com o mundo, desde aos objetos analógicos e

tecnológicos.

O autor ainda enfatiza a experiência e não a tecnologia, assim como é visto, no artesanato no meio infantil (o ato de brincar) é a finalidade da brincadeira, conservar essa inocência é promover a imaginação, sendo importante para manter a vida das crianças saudável. Manzini (2015, p. 01) afirma que “os designers podem ajudar não designers a orientar suas iniciativas”.

Para Osório, Landim e Barata (2018), dada a necessidade de abrir novas possibilidades de inovação no mundo contemporâneo, o Design tem tido cada vez mais interesse em estabelecer diálogos significativos em diferentes cenários, superar preconceitos, se estabelecer cada vez mais como uma disciplina de síntese, estabelecendo sinergias que ajudem a solucionar diferentes problemas em diversos contextos.

Dilnot (1982), enfatiza que fazer de uma atividade uma variação da atividade técnica, sem importância em si mesma, importante apenas na medida em que um problema pode ser resolvido por meio dele, ou por meio de um produto construído.

A produção artesanal e industrial de objetos pode de maneira direta apresentar grande diferença no seu processo construtivo, de um lado encontra-se um aspecto voltado às emoções que são parte inerente da natureza humana e que induzem a construção dos objetos presentes em todos os momentos de nossas vidas, nas relações sociais, e percepção sobre o mundo a nossa volta, como defende Norman (2018), mas por outro lado para Dilnot (2007), o que se encontra é mais um aspecto de interesse econômico sobre demanda e inovação na produção material de objetos.

O que está em jogo quando se cria e produz objetos? Caccere e Fabris, defendem que,

Boa parte dessas novas soluções surgem do reaproveitamento de produtos industriais, que acabam por configurar um novo artefato, inusitado e invisível aos olhos da indústria tradicional”, não habituada a produzir mercadorias individuais ou personalizadas (CACCERE; FABRIS, 2013, p.32).

Para Dilnot (1982), a caracterização deste processo trata-se da modificação que a produção artesanal faz diretamente com os indivíduos, trazendo para o mercado de objetos um novo consumidor, assim como um novo olhar na produção e na demanda. As atividades em grupo são as mais motivadoras, mas nem sempre definem o envolvimento no ato.

Segundo Pizarro (2019), o trabalho em equipes é característico do campo do Design, e exige que as pessoas envolvidas desenvolvam relações interpessoais e diferentes visões sobre um mesmo aspecto do processo, independente de qual estágio o mesmo esteja, fazem parte da prática diária do design e apresentam influências variadas.

A distribuição das atividades apresenta grande semelhança, porém também uma grande diferença quanto ao processo de trabalho em grupo, há uma organização social que se resume basicamente na diversão e emoção, contrário das atividades dirigidas para um fim ou interesse de mercado e produto inovador, alguns desses processos limitam o desenvolver e o explorar das comunidades (DILNOT, 1982).

Os estilos vêm e vão. “Um bom design é uma linguagem, não um estilo”, como já

dizia um veterano designer italiano, Massimo Vignelli, assim também os processos de imaginação e criação no meio social não se baseiam em estilos ou tendências do mercado, mas o quanto cada grupo tem liberdade para explorar ideias e espaços.

A intenção é buscar neles, enquanto objetos culturais e tradicionais, tanto sua linguagem pedagógica, quanto a história das relações sociais envolvidas na sua produção. Para Osório, Landim e Barata (2018), a relação design – artesanato a partir de um foco na autonomia é uma ferramenta para resolver problemáticas complexas em territórios e comunidades tradicionalmente subestimadas aos quais carecem de alternativas possíveis para a construção de seu futuro com dignidade.

Na sociedade cheia de surpresas, o seu processo com o foco na capacidade de se reinventar dia após dia, transformam os seres que mais conservam as culturas e os comportamentos tradicionais, quando não submetidos às experiências que os limitam.

Os objetos artesanais estiveram presentes por muito tempo no meio dos pequenos grupos, criando uma cultura própria, inclusive na elaboração dos objetos que são confeccionados pela própria comunidade, neste sentido “a cultura e os costumes são integrantes totais da sociedade que é produzida igualmente pelas pessoas” (INÁCIO; FERREIRA, 2019, p.171).

“A negação do social reduz o valor sentido do design ao mesmo tempo que atividade é desvalorizada. Desvalorizando a atividade, assimilando-a em modelos análogos (arte, ciência, tecnologia)” (DILNOT, 1982, p. 29).

Por fim, para este capítulo, Dilnot (1982), conclui que socialmente, neste ponto, o significado do design como tal, está mais ou menos perdido por que o significado só pode ser visto em termos de problemas resolvidos ou produtos produzidos. Neste ponto de vista, entendeu-se que o design também desaparece como conceito ou ciência.

Pois o design não pode ser totalmente identificado com ‘produtos’ ou ‘problemas’. Como a pesquisa discuti no primeiro capítulo, o design como categoria própria e autônoma em termos de atividade.

Dilnot (1982), afirma que a atividade de design que dá importância dos produtos, que encontra soluções para os problemas. Por sua vez, ambas soluções (produtos) e problemas, e a própria atividade recebe seu ‘valor’ socialmente significativa do artesanato ao digital.

“O design faz de si mesmo modelos de sua prática que negam design (no sentido em que se trabalha aqui) tanto em processo quanto em fim” (DILNOT, 1982, p. 29).

## **5 DISCUSSÕES: DESIGN E A ACESSIBILIDADE TECNOLÓGICA NAS MUDANÇAS SOCIALMENTE SIGNIFICATIVAS**

Segundo Dilnot (1982), pode-se melhorar o novo entendimento sobre o design, começando a esboçar as características positivas dessa atividade revertendo os procedimentos usuais.

Assim, “O Design e as Tecnologias Digitais da informação e da comunicação trouxeram novas maneiras de ver e apreender o mundo, assim como transformaram as formas de se construir o conhecimento e de se ensinar e aprender” (XAVIER; SERAFIM, 2020).

A acessibilidade digital, hoje se dá pelo cruzamento de tecnologias e das informações que possibilitam a todas as classes sociais um acesso significativo e igualitário e a relação de indivíduos de diferentes culturas por meio das tecnologias, o que corrobora também para a visualização da hibridação da Educação e do Design no mundo.

A indagação O design é determinado ou relativamente autônomo, ou totalmente autônomo da sociedade? Segundo Dilnot (1982), ao tomar o social como um 'dado' - tendo em mente tudo o que se disse acima em relação a isso - então pode-se abordar que as injunções por modelar as 'antíteses' da atividade de design como relações internas, aspectos de uma totalidade (design) que abrange, e teoricamente transcende, qualquer polo único da Matrix.

Neste contexto, a acessibilidade digital não é uma simulação que cria um mundo imaginário onde as pessoas são prisioneiras da realidade, mas tem a ver com a chamada revolução tecnológica, algo real e alcançável, de informação acessível, modelando novos espaços e tempos, e estruturando novos conceitos culturais e sociais, que têm condicionado uma dimensão humana.

Com isso, Dilnot (1982, p. 32), afirma que talvez a maneira mais fácil de começar a explicar se o "Design é social" seja considerar o design como um modelo em prática da cultura humana em geral, da inovação a integração dos grupos.

O autor afirma ainda que os Modelos de design, em sua transformação de atividade, tanto ação quanto consciência, ambos 'trabalhos' (instrumento proposital atividade) e 'fala' (tudo o que está envolvido na comunicação a partir da atribuição de significado - tanto nas coisas

quanto em nós mesmos, aos sistemas de classificação e simbolismo, aos modos de comunicação) e os modela não apenas teoricamente, mas na realidade, na forma.

A educação pós pandemia irá passar pelo "estranhamento" entre o presencial e o EAD. Há de se considerar que a volta será gradual, havendo a necessidade da continuação do emprego da pesquisa sobre design e tecnologias na educação e na sociedade.

Mas o grande desafio será colocar a educação em contato com a cultura local e global privilegiando o saber "local" (BARCELOS, 2013).

Dilnot (1982), afirma que momentos de transição (do tecnológico aos objetos analógicos) partem do teórico e a prática dentro do contexto de transformação tem um significado especial em termos de ontologia social. Como o autor apontou, "reconhecer nossa atividade transformadora ou produtiva tem um direito especial, como modo de reconhecer a atualidade que transcende as dicotomias entre o digital e o analógico "...a atividade transformadora reconhece a atualidade no ato e não opõe o ato ao não-ato." (DILNOT, 1982, p. 33).

Diante das discussões acima, entendesse que é precisamente isso que permite reconhecê-lo para modelar nossa posição humana como suspenso, como o autor supracitado diz em outro ponto, ou seja, a atividade transformadora, sobretudo a atividade de design, permite e reconhece a atualidade em sua equação, compreendendo e transcendendo geralmente dos dados.

"Porque o design necessariamente vê essa relação (ainda que tacitamente) então seu pensamento (quer a reconheça ou não) tem importância social." (DILNOT,

1982, p. 33).

## 6 ANÁLISES DOS RESULTADOS

Neste capítulo, entendeu-se que os resultados da pesquisa partiram da análise qualitativa, onde foram estabelecidas por meios dos três questionamentos principais assunto do Design e da Sociedade tal modo que esses questionamentos se organizaram em recíprocas dependências, procurando estabelecer as relações entre as partes onde primeiro se compreendeu o caráter da relação design e sociedade por ser uma atividade interdisciplinar que envolve diferentes áreas e, com elas, diversos profissionais na execução dos mais variados projetos. Quanto as outras questões como:

### 1. Design forma de alguma forma a sociedade?

Neste ponto, o entendimento parte do que é chamado Inovação social defendida por Manzini. O “Design” se relaciona com a “sociedade” nos tempos atuais por meio das Inovações, que se refere a mudanças no modo como os indivíduos ou comunidades agem para resolver seus problemas ou criar novas oportunidades. Assim, Dilnot (1982), defende que tais inovações são guiadas mais por mudanças de comportamento do que, por mudanças de mercado, geralmente emergindo através da lei mercadológica, que vão da lei da exigência (necessidade), da lei de oferta e não da lei da procura.

### 2. A sociedade impõe sua forma ao design?

De acordo os estudos desta pesquisa, concluiu-se que a sociedade impõe suas formas ao design por meio do processo do valor da comunidade (cultura) e do artesanal (participação ativa, exploração das relações e indução as funções nos objetos, tanto digital quanto analógico), e as comunidades como provedoras das suas próprias atividades criativas, sendo parte mediadora do Design como disciplina e método. “Design como um modelo em prática da cultura humana em geral, da inovação a integração dos grupos” (DILNOT, 1982, p. 32).

### 3. Design é determinado ou relativamente autônomo, ou totalmente autônomo da sociedade?

Neste último questionamento, como base, ao tomar o social como um ‘dado’ determinado por um conjunto de relações ou autônomo (no ato da função a aplicação), então pode-se abordar que as injunções por modelar as ideias opostas da atividade de design como relações, aspectos de uma totalidade (design) que abrange, e teoricamente transcende, qualquer polo único da Matrix (a mãe dos princípios). “à atividade transformadora reconhece a atualidade no ato e não opõe o ato ao não-ato.” (DILNOT, 1982, p. 33).

## 7 CONCLUSÃO OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

As reflexões sobre o futuro, dentro do design e suas infinitas possibilidades de multidiversidade de conhecimento e compartilhamento de responsabilidades, os problemas enfrentados por todos, e em especial, dentro do próprio curso de design das universidades públicas no Brasil e no mundo, abrem uma porta para aprofundamento de pesquisa, onde o foco deve ser sempre o humano e as suas relações com o meio, além das ferramentas/ produtos, aproveitando-se das possibilidades tecnológicas recém experimentadas.

Assim, concluindo, Dilnot defende, que o Design (em maiúsculas), então, é mais do que design (verbo; 'd' minúsculo). Provavelmente mais do que design no sentido do que se entende no momento; paradoxalmente, não só o design se torna o único meio de salvar as relações sociais, nenhuma outra abordagem que poderia nos permitir transcender as dicotomias – entre razão e emoção, técnica e significado, poder dos sistemas técnicos contra impotência dos sistemas éticos, e assim por diante, embutidos em nossa cultura dominante.

O novo sempre provoca um temor (seja ele uma nova abordagem), pois carrega consigo o desconhecido, o imprevisível, mas também abre portas para novas oportunidades e processos inovadores até então, pouco explorados ou percebidos. Os Designers e a Sociedade devem se expandir para outras áreas para provocar o início de uma revolução educacional das relações das áreas com proporções além do cenário acadêmico e profissional.

Por mais que os estudos do Dilnot foram desenvolvidas nos anos 90, percebesse a abrangência e atualidade das suas discussões, porquê hoje o Design e a sociedade ainda parecem confusas em suas relações, mas o autor trouxe as reflexões para um possível entendimento das relações, como fomentado nesta pesquisa.

A abrangência a ser alcançada deverá ser humano-igualitária-social. Talvez assim, se utilize o fenômeno transformador da Inovação Social fundamentada na pesquisa, como um motivador para construir a sociedade tão sonhada que é com base na proteção das culturas e dos costumes dos indivíduos e das comunidades.

Concluindo, a pesquisa ressalta diante das abordagens do autor supracitado, que os projetos de design como objetos, plataformas digitais ou filosofia de processo e ações, se tornam verdadeiramente um ato social; e o social torna-se uma questão do que é projetado e formado socialmente (no que se refere ao conjunto da sociedade; em relação às diferentes classes ou estratos sociais). Nesse ponto, a frase design-e-sociedade finalmente torna-se alcançável.

## REFERÊNCIAS

- BARCELOS, Valdo. **Uma Educação nos Trópicos: contribuições da Antropofagia Cultural Brasileira**. Petrópolis: Vozes, 2013.
- BENJAMIN, Walter. **Reflexões: sobre a criança, o brinquedo e o brincar, a educação**. São Paulo: Duas Cidades; Ed. 34, 2002.
- BISSOLOTTI, Katielen; GONÇALVES, Berenice; PEREIRA, Alice Theresinha Cybis. **Design centrado na criança: estudo de recomendações para uma boa experiência**. 15º ergo-design, São Paulo, 2018.
- BRASIL, Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. Base Educacional Comum Curricular. **Documento normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica**. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/a-base>. Acesso em: 11 jan. 2021.
- BAUDRILLARD, Jean. **O sistema dos objetos**. São Paulo: Editora Perspectiva, 1993.
- CACCERE, João Paulo Amaral; FABRIS, Yasmin. **Design vernacular: experiências urbanas e modos de interação entre pessoas e artefatos**. Curitiba, 2013.
- CARDOSO, Rafael. **Design para um mundo complexo**. São Paulo: Cosac Naify, 2013.
- CENTRO BRASIL DESIGN. **Diagnóstico do Design Brasileiro**. Brasília: 2014.
- COYNE, R. D. **Objectivity and the design process**. Environment and Planning B: Planning and Design, jan. 1991, volume 18, pages 381-371.
- CROSS, N. **Design and Technology**. In: **Man-made Futures: Design and Technology**. Asecond

Level Course. Unit 9. Worcester: Open University Press, 1975, Unit 9, 63 p.

DAVIS, Meredith et al. **Design as a catalyst for learning**. Virginia USA: Association for Supervision and Curriculum Development, 1997.

DENIS, Rafael Cardoso. **Uma introdução a história do design**. São Paulo: Editora Blucher, 2000.

DILNOT, C. **Design as a socially significant activity'. an introduction**. Corporation Street, Preston PR1 2TQ, Lancs, UK 1982.

DILNOT, C. (2007). **What Might Characterise an Ethics of Metadesign**. In The Idea of Metadesign Colloquium, Goldsmiths University of London. Disponível em: <http://attainableutopias.org/tiki/Metadesign29-6-7-PM>. Acesso em 05 abr. 2022.

GOMEZ, A. **The Need for Design Education in Developing Countries**. In: **Design For Need. The Social Contribution of Design**. An anthology of papers presented to the Symposium at the Royal College of art, London, April 1976.

INÁCIO, Welândia Carvalho dos Santos; FERREIRA, Maria Clemência Pinheiro de Lima. **Brinquedos e brincadeiras tradicionais: um paralelo da cultura lúdica entre o Brasil e Angola**. Santos Inícios, 2019.

LOBACH, B. **Design industrial: bases para a configuração dos produtos industriais**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

MARTINS, Bianca Maria Rego; COUTO, Rita Maria de Souza. **Design como prática educativa: estudos de caso da aprendizagem baseada em design**. 12º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. 2016.

OSÓRIO, Pedro Arturo Martínez. **Técnicas tradicionais indígenas para o desenvolvimento de produtos de Design sustentável com Gynerium sagittatum**. São Paulo, 2018.

OSÓRIO, Pedro Arturo Martínez; LANDIM, Paula Da Cruz; BARATA, Tomás Queiroz Ferreira. **Aspectos do design de materiais, design de produtos e design de território**. São Paulo, 2018.

OSÓRIO, Pedro Arturo Martínez; PASCHOARELLI, Luis Carlos; LANDIM, Paula Da Cruz. **Design e artesanato: um olhar contemporâneo**. Portal de Revista, São Paulo, 2020.

PEREIRA, Natália Cristina Rodrigues. **Design Vernacular: A comunicação visual informal no cotidiano da Amazônia**. Belém - Pará, 2018.

PIZARRO, Carolina Vaitiekunas. **Projeta: proposta de recurso em formato de jogo voltado ao gerenciamento de conflitos em ambientes de projetos**. São Paulo, 2019.

XAVIER, Manassés; SERAFIM, Maria Lúcia. **O WhatsApp impactando novas possibilidades de ensinar e de aprender no contexto acadêmico**. São Paulo: Mentis Abertas, 2020

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP/Bauru, pela oportunidade da realização do curso de pós graduação em Design. À Coordenação do Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), e em especial ao ENSUS 2022: “X Encontro de Sustentabilidade em Projeto” pela oportunidade de poder expor meu artigo no X Encontro e pela seleção na edição especial a revista IMPACT projects.



# ESTIMATIVA DO CUSTO PARA OBTENÇÃO DA CLASSE “A” DO RTQ-R POR UMA EDIFICAÇÃO MULTIFAMILIAR EM BELO HORIZONTE

*COST ESTIMATION TO OBTAIN THE RTQ-R “A” CLASS FOR A MULTIFAMILY BUILDING IN BELO HORIZONTE*

Data de aceite: 09/09/2022 | Data de submissão: 25/08/2022

**CUPERTINO, João**, Engenheiro de Produção Civil  
 CEFET/MG, Belo Horizonte, Brasil, E-mail: [joao.victor.cupertino@hotmail.com](mailto:joao.victor.cupertino@hotmail.com).  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8896-6867>.

**OLIVEIRA, Raquel**, Doutora em Engenharia Civil  
 CEFET/MG, Belo Horizonte, Brasil, E-mail: [raqueldo@gmail.com](mailto:raqueldo@gmail.com).  
 ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3712-4499>.

## RESUMO:

Com a crescente demanda por energia em nossa sociedade, a eficiência energética de edificações se apresenta como um tema relevante. As residências são responsáveis por uma grande parcela da energia elétrica utilizada no país, representado cerca de 26% do total. Desta forma, o presente estudo objetivou estimar o custo extra para se alcançar a classificação máxima (A), segundo o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R), para uma edificação multifamiliar, em Belo Horizonte – MG (zoneamento bioclimático 3), pelo método prescritivo. Como resultado da análise do projeto original da edificação, obteve-se a classificação final “B”. Em contrapartida, as propostas de melhorias indicadas para alcançar a classe “A” resultaram em um aumento de 4,71% no custo global do empreendimento. Assim, concluiu-se que os custos para atendimento dos fatores necessários para obter uma edificação eficiente se mostraram factíveis, principalmente, pelos benefícios proporcionados pela etiquetagem aos futuros usuários.

## PALAVRAS-CHAVE:

Edificação Multifamiliar. Eficiência Energética. Método Prescritivo. RTQ-R.

## ABSTRACT:

*Taking into account the growing demand for energy in our society, building energy efficiency plays an important role in this context. The households are responsible for a large portion of the Brazilian electricity consumed, representing around 26% of their total. Thus, the present work aims at evaluating the additional cost to reach Class A, according to the Technical Quality Regulation for the Energy Efficiency Level of Residential Buildings (RTQ-R), of a multifamily building in Belo Horizonte, Brazil (bioclimatic zone 3), by the prescriptive method. As a result of the building’s original design analysis, the final classification “B” was obtained. On the other hand, the proposed improvements to achieve class “A” resulted in an increase of 4.71% in the overall cost of the real estate project. Hence, it was concluded that the costs of satisfying the necessary attributes to obtain an efficient building show to be feasible, mainly, due to their benefits for future users provided by labeling it*

## KEYWORDS:

RTQ-R; Energy Efficiency; Prescriptive Method; Multifamily Building.

## 1 INTRODUÇÃO

No início dos anos 2000, a crise energética ocorrida no Brasil, evidenciou a necessidade de reformular as políticas de geração e consumo de energia. O consumo relativo as edificações residenciais, de serviços e públicas no ano de 2020, segundo o Ministério de Minas e Energia, foi de cerca de 52% do total do consumo de energia elétrica. Tal condição demonstra a importância das edificações e o enorme potencial de redução do seu impacto tanto na sua manutenção e uso ao longo de sua ocupação, como na sua construção (PBE, 2020).

Neste contexto, deve-se considerar a influência das especificidades climáticas de cada localidade de acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro, a necessidade de adaptações nos sistemas construtivos definidos para a envoltória, bem como utilizar equipamentos elétricos mais econômicos. Tais medidas podem contribuir para a redução do consumo de eletricidade nas residências sem prejuízo do atendimento das suas funções primordiais (PRESTES, 2015).

De acordo com Caldeira (2011), a eficiência de um edifício pode ser comparada à de outro quando oferece as mesmas condições ambientais e consumo menor de energia. Tais benefícios podem ser iniciados a partir da fase de projetos, por meio de medidas que culminam em redução do consumo, aplicadas aos sistemas consumidores de energia e à envoltória da edificação. Como resultado, podem ser observadas melhorias no desempenho energético e maior probabilidade de se obter melhores condições de conforto térmico e lumínico da edificação. Acrescentam-se ainda benefícios que propiciam a redução de impactos ao meio ambiente, relacionados à geração de energia, otimização energética e à adoção de medidas ambientalmente sustentáveis (MELO; JANUZZI; BAJAY, 2018).

O Conselho Mundial de Energia afirma que a rotulagem e a definição de critérios mínimos de eficiência energética são alternativas altamente benéficas para se obter rápidos avanços no campo das energias renováveis (COELHO et al., 2018). Além disso, o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) constatou que a rotulagem, acompanhada por metas de desempenho, se estabelece como um mecanismo eficiente para redução do consumo de energia. No Brasil, a etiquetagem de edifícios faz parte do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE). Esse programa permite qualificar edificações com classificação de eficiência semelhante àquela obtida para outros produtos que varia da maior para a menor classe, qual seja de A e E (INMETRO, 2021).

A certificação de um edifício consiste em avaliar seu desempenho energético conforme um sistema de etiquetagem específico e suas respectivas exigências (PÉREZ-LOMBARD et al., 2009). Seu objetivo consiste em manter os usuários informados sobre o consumo energético de equipamentos e promover uma maior conscientização acerca do potencial da sua economia. A etiqueta é, portanto, uma forma de sintetizar a avaliação das condições energéticas de um produto ou edificação. Sua adoção pode representar uma vantagem competitiva no mercado e, também, uma opção atrativa e diferenciada para novos compradores por trazer informações que contribuem para a sua tomada de decisão (TRIANA; LAMBERTS; SASSI, 2015).

Segundo Lamberts (2014), é possível listar as seguintes vantagens da etiquetagem energética de edificações: fornecer informação sobre o potencial de sua eficiência ao consumidor: permitir maior conhecimento sobre o produto que está

adquirindo; garantir a credibilidade da avaliação do empreendimento, já que a etiqueta e/ou selo Procel concedido pelo INMETRO apresenta reputação técnica além do histórico de reconhecimento por parte dos consumidores além de contribuir para promover a redução de consumo de energia.

No que tange ao custo extra para se construir edificações eficientes, Kats (2010) analisou cento e setenta construções nos EUA e dez construções fora dos EUA. Como resultado, obteve-se, em média, um incremento de custos entre 0% e 4% em relação ao custo total do empreendimento.

No Brasil, o RTQ-R determina requisitos técnicos e métodos necessários para classificação da eficiência energética de edifícios residenciais e permite a obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (INMETRO, 2012). Porém, com o avanço da tecnologia e da consciência ambiental, surgiram conceitos de eficiência energética, como o aumento do número de fontes consumidoras de energia, não implicando em um maior consumo para o sistema elétrico em geral (MAHLIA; SAIDUR, 2010).

Neste contexto, o presente estudo se propõe a estimar o custo extra para a classificação máxima da eficiência energética aplicando o método prescritivo proposto pelo RTQ-R (2012) para uma edificação multifamiliar em Belo Horizonte – MG (zoneamento bioclimático 3). Tal estudo permitirá estimar a eficiência energética de edificação representativa de uma determinada categoria do mercado imobiliário, contribuindo, portanto, para ampliar a base de dados de edificações classificadas. Além disto poderão ser apontadas estratégias para melhoria do seu potencial de consumo de energia e o seu respectivo custo, servindo como referência para a tomada de decisões para possíveis alterações e/ou melhorias na edificação em análise ou em casos similares.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

O RTQ-R estabelece que as unidades residenciais autônomas devem ser avaliadas de acordo com seu comportamento térmico, a eficiência do (s) sistema (s) de aquecimento (s) de água e possíveis bônus por estratégias de melhoria empregadas (INMETRO, 2012). Lamberts (2014) também afirma que o aquecimento de água em um edifício pode ser responsável por grande parte do consumo de eletricidade. Os mesmos procedimentos se aplicam à moradia unifamiliar para o objeto das unidades residenciais autônomas. Nas habitações multifamiliares, considera-se os resultados dos requisitos das unidades residenciais autônomas do edifício (PBE, 2017).

É utilizado o método prescritivo para determinar a classificação segundo o RTQ-R baseia-se em uma equação matemática, a qual relaciona o desempenho de sistemas de aquecimento de água, desempenho térmico da envoltória, entre outros fatores, para gerar uma pontuação total, a fim de classificar a eficiência da unidade habitacional, das áreas comuns ou da edificação como um todo (NOGUEIRA et al., 2012).

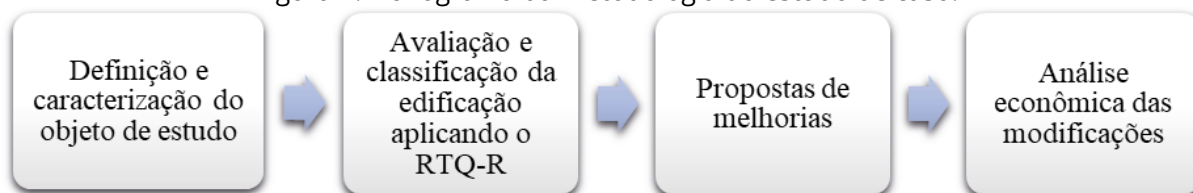
## 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho engloba a análise da eficiência do sistema de aquecimento de água, o desempenho da envoltória de uma edificação residencial em Belo Horizonte – MG bem como a estimativa do custo extra para a obtenção da classe

A de eficiência conforme o RTQ-R (2012).

Na Figura 2, pode ser observado o esquema das quatro etapas que estruturaram a metodologia desta pesquisa.

Figura 2: Fluxograma da metodologia do estudo de caso.



Fonte: Autores (2021)

### 3.1. Definição e caracterização do objeto de estudo

Nessa etapa, apresenta-se o empreendimento em estudo. Na sequência identifica-se fatores como a localização, Zona Bioclimática e informações climáticas da região. Além disso, faz-se uma síntese das informações técnicas definidas nos projetos arquitetônicos para verificação da quantidade de unidades, número de pavimentos, área de cada unidade habitacional, distribuição das Unidades Habitacionais (UH's) por pavimento, características do sistema construtivo, entre outras informações relevantes.

### 3.2. Avaliação e classificação da edificação aplicando o RTQ-R

Nesta etapa avaliou-se o atendimento do requisito geral para se atingir o nível de eficiência "A" ou "B" definido do RTQ-R (2012). Desta forma, caso exista "mais de uma unidade residencial autônoma na mesma propriedade, ambas devem ter medição individual de energia elétrica e água" (INMETRO, 2012, p. 15).

Para tanto aplicou-se o método prescritivo previsto no RTQ-R (2012) por meio da equação matemática, que relaciona o desempenho de sistemas de aquecimento de água, desempenho térmico da envoltória, entre outros fatores. Como resultado obtém-se uma pontuação total, a fim de classificar a eficiência da unidade habitacional, das áreas comuns ou da edificação como um todo

A partir da identificação do zoneamento do imóvel, faz-se necessário avaliar limites referentes à envoltória da edificação para verificação dos pré-requisitos previstos no RTQ-R (INMETRO, 2012).

Para a avaliação do Pré-requisito geral, faz-se necessária a verificação de dados específicos de uma determinada edificação em processo de análise. Assim, pode-se obter a classificação de cada ambiente, de cada UH e, finalmente, da edificação multifamiliar como um todo. Para a avaliação deste item, é necessário definir aspectos relevantes do projeto a ser avaliado, como a zona bioclimática, transmitância e capacidade térmica da envoltória, aspectos referentes à iluminação natural, ventilação natural, sistema de aquecimento de água bem como as estratégias e tecnologias passíveis de bonificação apresentadas (INMETRO, 2012a).

Por meio da distribuição dos pesos de cada coeficiente na Equação 1, obtém-se a classificação da eficiência energética.

$$PTUH = (a \times EqNumEnv) + [(1 - a) \times EqNumAA] + Bonificações \quad (1)$$

Sendo:

PTUH: pontuação total do nível de eficiência da unidade habitacional autônoma;  $\alpha$ : coeficiente adotado de acordo com a região geográfica na qual a edificação está localizada;  $EqNumEnv$ : equivalente numérico do desempenho térmico da envoltória da unidade habitacional autônoma quando ventilada naturalmente, e após a verificação dos pré-requisitos da envoltória;  $EqNumAA$ : equivalente numérico do sistema de aquecimento de água; Bonificações: pontuação atribuída a iniciativas que aumentem a eficiência da edificação (INMETRO, 2012).

Na Tabela 1, tem-se a equivalência da pontuação obtida e do nível de eficiência. A pontuação final determina a classificação da UH, de "A" a "E", de acordo com o resultado obtido na Equação 1

Tabela 1: Equivalência para as classificações de "A" a "E".

Pontuação (PT)	Nível de Eficiência
$PT \geq 4,5$	A
$3,5 \leq PT < 4,5$	B
$2,5 \leq PT < 3,5$	C
$1,5 \leq PT < 2,5$	D
$PT < 1,5$	E

Fonte: RTQ-R (INMETRO, 2012).

Para a determinação do nível de eficiência de edificações multifamiliares deve-se ponderar a pontuação total das UH's pelas suas respectivas áreas úteis (INMETRO, 2012). Assim, os cálculos propostos pelo método prescritivo foram realizados com base em planilhas fornecidas pelo PBE Edifica (PBE, 2017).

A partir da identificação da Zona Bioclimática na qual a edificação se situa, passa-se para a análise das suas características projetuais. Neste contexto, foram apontados os Ambientes de Permanência Prolongada (APP) (INMETRO, 2012).

Na sequência, analisou-se os pré-requisitos da transmitância térmica, capacidade térmica, iluminação natural e ventilação natural. Assim, avaliou-se os diversos ambientes e, posteriormente, verificou-se a UH por completo, incluindo os sistemas de medição de água e energia, ventilação cruzada e natural dos banheiros.

O sistema de aquecimento de água implantado na edificação também foi verificado. A título de exemplo, os sistemas de aquecimento solar são mais bem avaliados do que o aquecimento elétrico contudo, muitas vezes pode ser necessário a complementação deste sistema. Desta forma, esse quesito é avaliado para a UH com base na análise da eficiência energética desse sistema bem como o percentual de atendimento da demanda de cada sistema caso exista mais de um.

As bonificações obtidas por meio das pontuações extras de acordo com requisitos presentes na edificação, complementares as características previamente verificadas também devem ser contabilizadas. Assim, a presença de lâmpadas que possuem Selo Procel ou quando a ventilação ocorre de forma natural são exemplos de situações que dão direito a bonificações (INMETRO, 2012).

Por fim, após a análise dos quesitos previamente calculados, obtém-se, portanto, a classificação do nível de eficiência energética para cada UH. Para alcançar a classificação final para toda a edificação, deve-se realizar a média ponderada entre a pontuação de cada UH e sua área, conforme estabelecido pelo RTQ-R (2012).

### 3.3. Propostas de melhoria

A partir do resultado obtido na etapa anterior, elaborou-se duas propostas de medidas de intervenção e que seriam suficientes para o alcance da classificação nível "A" da ENCE (Etiqueta Nacional de Conservação de Energia Elétrica), a fim de comparar qual proposta seria mais vantajosa economicamente. Em ambas as propostas, se faz necessário aplicar alterações que atendessem aos pré-requisitos. Posteriormente, foram indicadas alterações no sistema de aquecimento de água para a Proposta 1 dada sua relevância na pontuação final bem como alternativas para a obtenção de bonificações referentes a Proposta 2.

Assim, para a definição das estratégias que possibilitassem melhoria da classificação de eficiência energética relativa à edificação aplicáveis ao objeto estudo, considerou-se alguns aspectos importantes:

- Estratégias viáveis de serem incluídas no projeto em relação ao quesito técnico e/ou condizentes com demanda da edificação;
- Parâmetros usuais de mercado para esta tipologia construtiva de inclusão descomplicada e com menor interferência possível nos sistemas originais de projeto que possibilitassem a melhoria necessária da pontuação em quesito faltante e/ou pior avaliado;
- Alternativas que gerassem menor impacto econômico dentre as opções plausíveis para cada requisito faltante e/ou que não atendessem algum critério mínimo para a obtenção da classe A ou B, e/ou pior avaliado com o maior impacto possível na pontuação;
- Opções que considerassem as limitações de projeto e as particularidades do mercado;
- Conjunto de alterações que isoladamente possibilitaria o alcance da classe A definidos como 2 propostas diferentes.

### 3.4. Análise de Viabilidade Econômica

Após a estimativa da pontuação potencial das UH e, também, do edifício multifamiliar conforme o projeto original definido como objeto de estudo analisado pelo método prescritivo estabelecido no RTQ-R (2012), definiu-se os parâmetros a serem alterados e/ou incluídos (Sistema de aquecimento de água e bonificações) para o alcance da classificação máxima de eficiência energética. Na sequência, determinou-se os custos decorrentes das modificações por meio da consulta a três fornecedores locais tendo por referência o mês de julho de 2021. A partir disso, optou-se pela seleção da opção mais econômica, desde que o produto atendessem aos requisitos necessários para obter a melhoria da pontuação do edifício.

Complementarmente, os parâmetros para estimar o custo do processo de etiquetagem foram extraídos do estudo de Rodrigues et al. (2012) para edificações comerciais com base na metragem quadrada e complexidade de planta com a correção dos valores para agosto de 2021. Como não foram encontradas outras referências mais específicas para edificações residenciais, este referencial foi utilizado. Desta forma podem ocorrer divergências de valores em função da diferença das tipologias das edificações.

Ressalta-se a importância de comparar o custo das alterações com o valor global da obra. O custo total do empreendimento foi informado pelo construtor

referente ao término da obra, que ocorreu em maio de 2021. O valor foi corrigido para a agosto de 2021 pelo Índice Nacional da Construção Civil (INCC).

A pesquisa de Kats (2010) foi utilizada como referência para avaliar a viabilidade econômica das modificações. Com base na variação de custos de até 4%, em média, foi definido se é viável ou não a implantação de sistemas e medidas complementares de projeto para obtenção da classificação máxima de eficiência conforme o RTQ-R (2012) bem como promoção da eficiência energética da edificação, que geram benefícios econômicos não somente para o construtor, mas, futuramente, para o usuário também.

## 4 RESULTADOS

### 4.1. Estudo de Caso

A edificação selecionada encontra-se no bairro São Lucas, Belo Horizonte - MG, na Zona Bioclimática 3, conforme estabelecido na NBR 15.220 (ABNT, 2005). O empreendimento tem finalidade exclusivamente residencial. Conforme se observa na Figura 3, o empreendimento é constituído de uma única torre, em sua maioria com 3 unidades habitacionais por andar, totalizando 11 unidades habitacionais.

Figura 3: Projeto arquitetônico da fachada.



Fonte: BEM (2019).

Os apartamentos são divididos em uma suíte, um quarto, um banheiro social, corredor de circulação, sala de estar e cozinha americana/área de serviço (Figura 4). Os apartamentos do primeiro pavimento apresentam área privativa, enquanto uma unidade do último andar possui terraço.

Todas as unidades apresentam 2,70 m de pé direito e área útil (AU) de 58,9 m<sup>2</sup>, para as unidades de final 1 e 2 e AU de 60,51 m<sup>2</sup> para àquelas de final 3.

Figura 4: Planta humanizada do pavimento tipo.



Fonte: BEM (2019)

#### 4.2. Análise da eficiência energética

A planilha de cálculo disponibilizada pelo PBE Edifica foi empregada para a análise da eficiência energética da edificação de referência definida para este estudo de caso. Desta forma foi possível determinar a classificação de cada UH a partir das características inseridas.

As suítes das unidades orientadas para Oeste são revestidas externamente por uma camada de argamassa e pintura com cor de elevada absorvância térmica ( $\alpha = 86,4\%$ ). Com isso, os pré-requisitos da envoltória não são atendidos por essas APPs e, automaticamente, obtêm-se nível “C”. Tal pré-requisito também não foi atendido nas unidades do último pavimento, em função do tipo de fechamento da cobertura. Em síntese, os pré-requisitos de transmitância térmica, capacidade térmica e absorvância solar das paredes externas e coberturas não foram atendidos pelas unidades 101, 102, 201, 202, 301, 302, 401, 402.

Além disso, percebe-se que diversas APPs não possuem as áreas mínimas de abertura para a ventilação e/ou iluminação naturais que devem ser maiores ou iguais à 8,0 e 12,5%, respectivamente, em relação a área de piso.

O Quadro 1 indica a pontuação final e a classificação de cada UH da edificação.



Quadro 1: Classificação final dos níveis de eficiência para a envoltória de cada unidade habitacional.

Identificação das unidades habitacionais	Envoltória para Verão	Envoltória para Inverno	Aquecimento de Água	Equivalente Numérico da envoltória	Envoltória se refrigerada artificialmente	Bonificações	Final	PONTUAÇÃO
101	C	B	C	C	D	0,4	B	3,73
102	C	B	C	C	D	0,4	B	3,73
103	C	B	C	C	C	0,4	B	3,73
201	C	A	C	B	D	0,4	B	3,97
202	C	B	C	C	D	0,4	B	3,80
203	C	A	C	B	C	0,4	B	3,89
301	C	A	C	B	D	0,4	B	3,97
302	C	B	C	C	D	0,4	B	3,80
303	C	A	C	B	C	0,4	B	3,89
401	D	C	C	D	D	0,52	C	3,20
402	E	C	C	D	D	0,4	C	2,79

Fonte: Autores.

Para obtenção da classificação final da edificação multifamiliar foi realizada uma média ponderada da classificação da UH em função de suas áreas úteis. Como a edificação possui medição individualizada de água e eletricidade, atende o pré-requisito geral.

Desta forma, a edificação multifamiliar obteve 3,68 pontos, ou seja, ENCE "B" (Quadro 2).

Quadro 2: Classificação final da Edificação Multifamiliar.

Identificação das unidades habitacionais	Pontuação (PTUH)	Área útil (m <sup>2</sup> )	ENCE	
101	3,73	58,90	3,68	B
102	3,73	58,90		
103	3,73	60,51		
201	3,97	58,90		
202	3,80	58,90		
203	3,89	60,51		
301	3,97	58,90		
302	3,80	58,90		
303	3,89	60,51		
401	3,20	58,90		
402	2,79	60,51		

Fonte: Autores.

Percebe-se que as unidades apresentaram classificações semelhantes, com exceção das unidades do último pavimento. Estas obtiveram classificação inferior, devido a maior exposição à radiação solar que estão sujeitas sob a sua superfície de vedação horizontal, que é de laje maciça. Logo, deve-se receber tratamento de cobertura adequado como forma de melhorar a sua classificação.

As unidades 101 e 103 apresentaram o equivalente numérico da envoltória para inverno inferior às unidades também de final 1 e 3, do segundo e terceiro pavimento. Isso pode ser explicado pelo fato destas unidades estarem sob pilotis. Assim, a ventilação no pilotis, local no qual situa-se a garagem, pode contribuir para o resfriamento das unidades que estão imediatamente acima deste espaço. O resultado da envoltória para inverno das unidades com final 1 e 3, dos pavimentos 2 e 3, foi beneficiado pela existência de aberturas para orientação Norte, já que essa orientação recebe radiação o dia todo e poderia impactar negativamente a pontuação deste critério. Portanto, como as unidades 202 e 302 não possuem aberturas para essa orientação, obteve-se o nível “B” para este quesito.

#### 4.3. Propostas de melhoria

Primeiramente, foram necessárias adaptações que possibilitassem o atendimento aos pré-requisitos. O não atendimento a essas condições impossibilita o alcance do nível máximo de eficiência.

Considerando que as suítes orientadas no sentido Oeste não atenderam ao pré-requisito da envoltória, propõe-se a alteração da cor da pintura externa, a fim de melhorar o desempenho da envoltória. A substituição da pintura na cor cinza pela branca, na fachada frontal da edificação, possibilitaria o atendimento do pré-requisito, já que a absorvância térmica da parede externa da APP seria de 0,15.

Não haveria, portanto, alteração no preço de aquisição da tinta nesta nova cor uma vez que os valores de ambas seriam semelhantes na etapa de definição de projeto. Desta forma não houve impacto nos custos para este quesito.

Como os pré-requisitos de iluminação e ventilação natural não foram atendidos para aberturas dos quartos, suítes e sala/cozinha de várias unidades, se mostrou necessária a adaptação no tamanho das aberturas externas e, conseqüentemente, de suas esquadrias. Portanto, modificou-se as janelas dos quartos que originalmente haviam sido especificadas como de correr de 2 folhas móveis de alumínio sem veneziana de 1,0 x 1,5 m para uma opção também de correr, porém com 1,40 x 1,50 m de alumínio com 2 folhas móveis e persiana integrada. Para a janela da cozinha propõe-se a alteração por uma de correr de alumínio de 3 folhas de 1,2 x 3,0 m, sendo que a original apresenta as dimensões de 1,0 x 1,8 m e com esquadria de alumínio.

Outro pré-requisito não atendido havia sido àquele relativo à envoltória das unidades habitacionais do último pavimento. Como o seu fechamento superior é feito em laje de concreto de 10 cm, sem pintura, a transmitância térmica (3,73 W/m<sup>2</sup>K) e capacidade térmica (220 kJ/m<sup>2</sup>K) foram elevadas, já que com absorvância térmica acima 0,6, o limite para a transmitância térmica é de 1,5 W/(m<sup>2</sup>K). Neste contexto, optou-se pela utilização de uma estrutura composta por telhas metálicas térmicas (tipo sanduíche) na cor branca sob a cobertura. Tal adaptação reduziria consideravelmente o valor da absorvância da cobertura para  $\alpha = 0,25$  e da transmitância térmica para  $U=0,68$  W/(m<sup>2</sup>K).

Como o RTQ-R (2012) permite o emprego de várias medidas para melhoria da classificação, foram aplicadas duas opções de propostas.

A primeira proposta visa o atendimento dos pré-requisitos do ambiente, que são critérios obrigatórios para atingir a classificação máxima. Além disso, promoveria a intervenção no sistema de aquecimento de água. Foi proposta a adaptação do sistema solar de aquecimento, o qual atende 64,18% da demanda da fração anual mínima, adicionando-se o Kit Boiler 400l Baixa Pressão (Aço 316) da Komeco e duas placas solares de 2x1 m. Assim, atingiria 70% de atendimento da demanda e, portanto, seria obtido o nível "A" para esse critério.

Como a opção previamente apresentada, a Proposta 2 deve obrigatoriamente atender aos pré-requisitos do ambiente, logo, aplicou-se as mesmas modificações para esse quesito. Porém, diferencia-se da anterior por não modificar o sistema de aquecimento de água e sim, os acessórios de promoção de eficiência que garantem pontuação extra em bonificações.

Neste contexto, optou-se pela instalação de restritor de vazão de 6 litros /minuto (0,04 ponto) e sistema de descarga de duplo acionamento de água nas bacias sanitárias (0,04 ponto), garantindo mais 0,08 ponto no critério 'Uso racional de Água'. A entrega das moradias com ventiladores de teto com Selo Procel em pelo menos 2/3 (dois terços) das APPs permite receber mais 0,1 ponto de bonificação.

Ao assegurar a entrega de iluminação artificial de lâmpadas com Selo Procel na especificação de projeto, foi obtido mais 0,1 ponto de bonificação.

Por fim, foi proposto a entrega de refrigeradores com Selo Procel do INMETRO nas unidades habitacionais, o que soma mais 0,1 ponto.

No Quadro 3, estão representadas as classificações finais da Edificação Multifamiliar para os dois conjuntos de modificações. Assim, ambas propostas resultaram no nível "A" de eficiência energética pelo método prescritivo do RTQ-R (2012).

Quadro 3: Classificação final para Edificação Multifamiliar de acordo com a proposta de modificação.

PROPOSTA	ENCE	
1	4,94	A
2	4,71	A

Fonte: Autores

## 5 ANÁLISES DOS RESULTADOS

O construtor informou o custo total do empreendimento, cujo término ocorreu em maio de 2021. O valor corrigido pelo INCC para o mês de agosto do mesmo ano resultou em um custo global de R\$ 2.650.022,19.

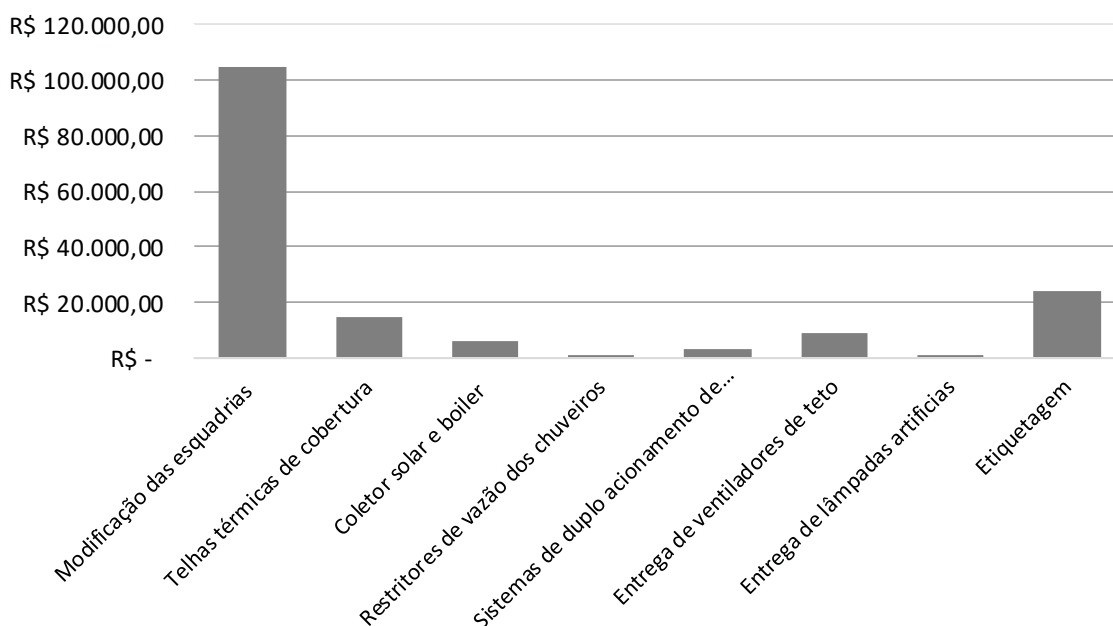
Além do custo adicional das alterações, deve-se considerar as despesas para realizar a etiquetagem da edificação. A definição dos custos teve como base o estudo de Rodrigues et al. (2012) e resultou no valor de R\$ 13.491,39. Como o estudo é relativo ao ano de 2012, o valor foi corrigido pelo INCC referente ao período. O valor atualizado para o mês de agosto de 2021 foi de R\$ 24.106,62.

Dentre as opções avaliadas, a Proposta 1 mostrou-se mais efetiva, pois foi

alcançado um nível de eficiência energética maior com um menor custo. O investimento adicional representou um aumento de 4,71% do custo total. Considerando o acréscimo observado por Kats (2010), pode-se considerar a proposta economicamente viável por ter se mostrado próximo dos valores médios observados em seu estudo para diversos tipos de edificação.

Pelo Gráfico 1, é possível comparar as despesas para aplicação de cada alteração sugerida.

Gráfico 1: Custos estimados para as modificações citadas.



Fonte: Autores.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As propostas de melhoria que visavam o atendimento das exigências para alcance do nível “A” de eficiência energética previsto pelo método prescritivo do RTQ-R aumentaram em 4,71% o custo total do empreendimento, sendo que o custo adicional por UH foi de R\$ 13.532,14. Portanto, as modificações mostraram-se economicamente viáveis para o cumprimento deste objetivo.

O RTQ-R (2012) possibilita a aplicação de várias soluções para se alcançar uma melhor pontuação em cada tópico do regulamento. Assim, projetistas e construtores interessados em obter uma melhor classificação energética podem estudar várias opções ao conceber o projeto e definir a viabilidade financeira de cada uma.

A adaptação da edificação aos critérios do RTQ-R (2012) para se obter um nível superior de desempenho energético gera custos adicionais. Porém, esse investimento adicional pode ser vantajoso para o construtor, já que pode resultar em valorização do imóvel, conforme o estudo de Newell, Macfarlane e Kok (2011). A procura dos consumidores por produtos e bens mais eficientes energeticamente pode ser um fator determinante para atrair clientes mais exigentes. Além disso, a economia potencial no consumo de energia pode beneficiar financeiramente os usuários das unidades residenciais.

Conclui-se, que as medidas propostas no RTQ-R (2012) para elevar a qualidade e

eficiência das edificações foram tangíveis para o objeto de estudo considerando opções corriqueiras do mercado da construção civil e adequações descomplicadas de projeto podendo, portanto, serem ampliadas e aplicáveis à empreendimentos similares. Contudo, a disseminação da sua aplicação poderia ser ainda mais efetiva caso fossem implementados incentivos fiscais aos construtores e campanhas mais intensificadas de divulgação do programa e de seus benefícios como fase de transição e auxílio da promoção da eficiência das edificações antes de passar a ser um procedimento compulsório.

## REFERÊNCIAS

- ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.
- BARBOSA, Maria Teresa Gomes; SANTOS, White José; FERREIRA, Isabel Christina de Almeida. Concreto ecológico. **Principia**, Juiz de Fora, v. 16, p. 27-35, jan./dez. 2012.
- MBE – MARCELO BARROS ENGENHARIA. **Projetos arquitetônicos da edificação**. Belo Horizonte, 2019. Disponível em: acervo digital da empresa. Acesso em: 15 mai. 2021.
- CALDEIRA, Norma do Nascimento Batista. **A concepção arquitetônica para a eficiência energética de edificações – o caso da etiquetagem no Brasil**. 2011. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação de Ciências em Planejamento Energético. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.
- COELHO, S. T.; SANCHEZ-PEREIRA, Alessandro; TUDESCHINI, Luís Gustavo; GOLDEMBERG, José. The energy transition history of fuelwood replacement for liquefied petroleum gas in Brazilian households from 1920 to 2016. **Energy Policy** n. 123, pp. 41-52, 2018.
- INMETRO. **Portaria nº 18, de 16 de janeiro de 2012**. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Rio de Janeiro: INMETRO, 2012. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/rtac001788.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2021.
- KATS, G. **Greening Our Built World: Costs, Benefits, and Strategies**. Washington DC: Island Press, 2010.
- LAMBERTS, Roberto. **Manual para o entendimento da etiquetagem de edificações pelo gestor público**. São Carlos: Centro Brasileiro de Eficiência Energética em Edificações - CB3e - UFSC, 2014. Disponível em [http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual\\_Gestor\\_Publico\\_20140613\\_1.pdf](http://www.pbeedifica.com.br/sites/default/files/Manual_Gestor_Publico_20140613_1.pdf). Acesso em: 17 mar. 2021.
- MAHLIA, T.M.I.; SAIDUR, R. A review on test procedure, energy efficiency standards and energy labels for room air conditioners and refrigerator-freezers, **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. Volume 14, Issue 7, 2010, páginas 1888-1900.
- MELO, C. A.; JANUZZI, G. de M.; BAJAY, S. V. Nonconventional renewable energy governance in Brazil: Lessons to learn from the German experience. *Renew. Sustain. Energy Rev.* n. 61, pp. 222-234, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032116300065?via%3DiHub>. Acesso em: 06 abr. 2021.
- NEWELL, Graeme; MACFARLANE, John; KOK, Nils. **Building better returns**: a study of the financial performance of green office buildings in Australia. Research by the University of Western Sydney and the University of Maastricht Netherlands in conjunction with Jones Lang LaSalle and CBRE. Sydney: Australian Property Institute / Property Funds Association, 2011.
- NOGUEIRA, Fábio; NASCIMENTO, Fernanda; BATISTA, Juliana; OLIVEIRA, Poliana; ALMEIDA, Reberth. Análise da envoltória pelo método prescritivo do RTQ-R: Etiquetagem de residência unifamiliar em Maceió-AL. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 14, Juiz de Fora. **Anais ...** Porto Alegre: ANTAC, 2012.
- PBE - PROGRAMA BRASILEIRO DE ETIQUETAGEM. Planilha de cálculo do desempenho da UH. Rio de Janeiro: PBE Edifica, 2017. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/etiquetagem/residencial/planilhas-catalogos>. Acesso em: 28 abr. 2021.
- PBE EDIFICA. **Sobre o PBE Edifica**. 2020. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br/sobre>. Acesso em: 05 mar. 2021.

PÉREZ-LOMBARD, Luis; ORTIZ, José; GONZÁLEZ, Rocío; MAESTRE, Ismael. A review of benchmarking, rating and labelling concepts within the framework of building energy certification schemes. **Energy and Buildings**, v. 41, mar. 2009.

PRESTES, J. A. **Programa brasileiro de etiquetagem de edificações** – PBE Edifica. Fórum Eficiência Energética em Edificações. São Paulo: Blucher, 2015.

RODRIGUES, C; DIAS, A; OLIVEIRA, P; HASBOUN, V; MARTINS, M; PACHECO, G; CARMO, F; PEDRINI, A. 12. Aplicação da Etiquetagem do Nível de Eficiência Energética de Edifícios RTQ-C. In: XIV ENTAC - Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 12 - Juiz de Fora. **Anais ...** Porto Alegre: ANTAC, 2012.

TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R.; SASSI, P. Characterization of representative building typologies for social housing projects in Brazil and its energy performance. **Energy Policy**, v. 87, p. 524-541, 2015.

# GERAÇÃO DE ELETRICIDADE EM COMUNIDADES RIBEIRINHAS: PROJETO BIOFLUXO

## ELECTRICITY GENERATING IN RIVERSIDE COMMUNITIES: THE BIOFLUXO PROJECT

Data de aceite: 09/09/2022 | Data de submissão: 26/08/2022

**MOREIRA, Simone Maria Reis,**

Universidade de Brasília, Brasília, DF, E-mail: [simonemesc@gmail.com](mailto:simonemesc@gmail.com).

**SHAYANI, Rafael Amaral, Dr.**

Universidade de Brasília, Brasília, DF, E-mail: [shayani@unb.br](mailto:shayani@unb.br).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4232-595X>.

### RESUMO:

Um dos problemas enfrentados pela população da Amazônia é a falta de energia elétrica, que segundo dados recentes, estima-se que cerca de 990 mil pessoas não têm acesso à energia elétrica na região da Amazônia Legal. Com o objetivo de fornecer energia elétrica de forma renovável, eficaz e simples criou-se Projeto Biofluxo, focando em gerar energia através das correntes de água, que causa um mínimo impacto ao meio ambiente e gera eletricidade para populações ribeirinhas isoladas, usando então um equipamento flutuante preso ao leito do rio, com o eixo em plano, que possui a segurança como prioridade. O presente artigo apresenta a concepção teórica do sistema de geração de energia elétrica.

### PALAVRAS-CHAVE:

Geração de energia elétrica. Energia renovável. Energia hidro cinética.

### ABSTRACT:

*One of the problems faced by the population of the Amazon is the lack of electricity, which according to recent data, it is estimated that about 990,000 people do not have access to electric energy in the Legal Amazon region. With the objective of supplying electricity in a renewable, efficient and simple way, Projeto Biofluxo was created, focusing on generating energy through water currents, which causes minimal damage to the environment and generates electricity for isolated riverside populations. then using floating equipment attached to the river bed, with the axis in plane, which has safety as a priority. This paper presents the theoretical idea of this electricity generation system.*

### KEYWORDS:

*Electricity generation. Renewable energy. Hydrokinetic energy.*

## 1 INTRODUÇÃO

Com o desenvolvimento tecnológico atual é inaceitável que, em pleno século 21, existam populações inteiras sem acesso aos serviços públicos básicos, no caso sem acesso à energia elétrica que, além de prover lazer, promove uma estabilidade de vida, como manter alimentos refrigerados, energizar máquinas elétricas para beneficiamento de produtos, gerando valor agregado e mais renda para a comunidade, e iluminação ao anoitecer, a qual permite o funcionamento de escolas e, conseqüentemente, uma melhor expectativa de vida, entre outros.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas já pontuam a necessidade de energia elétrica limpa e acessível. No mundo, 789 milhões de pessoas ainda não tem acesso à eletricidade. Além das implicações de educação e geração de renda, a falta de eletricidade causa graves problemas no combate ao Coronavírus, visto que, em determinados países em desenvolvimento, uma em cada quatro unidades hospitalares não tem acesso à eletricidade (ONU, 2020).

Em 2020 a matriz elétrica brasileira teve sua produção predominantemente gerada pelas usinas hidrelétricas (65,2%), seguida por biomassa (9,1%), eólica (8,8%), gás natural (8,3%), além de nuclear, derivados de petróleo, carvão e solar (EPE, 2021). Entretanto, a região amazônica possui peculiaridades que dificultam o uso das principais fontes energéticas brasileiras.

A energia solar, que além de ter um tempo reduzido por só funcionar durante o período de exposição ao sol, e por constar em uma região de floresta onde as chuvas são constantes, atingindo índices pluviométricos em torno de 2.300 mm até 5.000 mm ao ano (FRANCA E MENDONÇA, 2016), torna mais complexo o uso da mesma. Por necessitarem de baterias, seu descarte incorreto pode promover um dano ambiental à região, além de elevar o custo do sistema.

Por mais que pareça uma boa solução, a energia eólica, segundo estudo realizado pelo American wind wildlife institute, promove cerca de 214.000 a 368.000 mortes de pássaros por ano (ERICKSON et al, 2014), o que seria prejudicial para a grande fauna local, além de precisar de grandes parques eólicos para a produção de energia.

Como a Amazônia possui uma biodiversidade extensa por si só, é muito frágil para a geração de energia através de hidrelétricas, pois causaria muitos impactos para o meio ambiente por interromper o ciclo natural do rio, prejudicando diversos animais com suas turbinas, e ainda deslocaria a população local para a construção da barragem e alagamento do reservatório, gerando muitos problemas sociais.

Usinas nucleares não seriam recomendadas para o local, pois poderiam gerar grandes desastres ambientais, além do elevado rejeito térmico, onde o resfriamento do vapor é feito em rios próximos, aumentando a temperatura do local e reduzindo a solubilidade de oxigênio na água, impactando o ecossistema.

Apesar das características amazônicas dificultarem a produção de energia pelas fontes acima citadas, há vantagens inerentes ao local que podem ser aproveitadas de forma limpa e eficiente. Com cerca de 7.000 metros de extensão e com mais de 1.000 afluentes, o rio Amazonas possui um enorme potencial para gerar energia utilizando a energia cinética disponível em seu fluxo de água.

O presente artigo apresenta uma proposta de projeto de equipamento de tamanho reduzido, de fácil manuseio e baixa manutenção, para gerar eletricidade em



comunidades isoladas ribeirinhas, necessitando somente de um fluxo de água do rio a uma velocidade mínima. Trata-se de um projeto teórico original elaborado na disciplina de graduação “Eletricidade Básica” do curso de Engenharia da Universidade de Brasília, onde os estudantes foram instados a propor soluções sustentáveis de engenharia alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

## 2 REVISAO BIBLIOGRAFICA

A energia cinética pode ser convertida em elétrica por meio da indução eletromagnética, que ocorre quando a variação de um campo magnético nas proximidades de um condutor, causando o surgimento de uma força eletromotriz induzida, que pode ser associado ao movimento de translação e rotação dos dispositivos elétricos e imas de um dado equipamento (DA SILVA,2012), surgindo uma corrente elétrica.

O aproveitamento da energia cinética dos rios pode ser realizado por meio de turbinas hidrocínéticas. Conversores podem ser classificados de acordo com os seus princípios de funcionamento, sendo do tipo Oscillating water column (OWC), Oscillating bodies e Overtopping (ISHIKAWA,2017). Corpos oscilantes ou Oscillating bodies são tipos de conversores flutuantes, que geram energia a partir do movimento dos mesmos, seja vertical, horizontal, rotacional ou uma combinação das anteriores.

Os projetos de turbina hidrocínética de fluxo axial e eixo horizontal apresentados por (FARIA, 2017) e estudos numéricos apresentados por (SILVA, 2014) foram utilizados como base para a elaboração do projeto, que observou as turbinas squirrel cage darrius, savonius, darrius e gorlov, podendo ser colocadas de diferentes formas, tais como eixo inclinado, ancorada, com o gerador emerso ou submerso (ARAUJO, 2016).

## 3 PROCEDIMENTOS METODOLOGICOS

A proposta de geração de eletricidade para comunidades ribeirinhas, aqui denominado de Projeto Biofluxo, consiste em converter a energia cinética disponível no rio em energia elétrica, por meio de turbinas que ficariam instaladas em flutuadores próximos às residências. Como um rio tem vazão perene, será possível gerar eletricidade durante 24 horas por dia. Uma bateria poderia ser adicionada ao sistema para promover uma regularização do consumo, armazenando energia durante a noite e fornecendo durante o dia em momentos de pico.

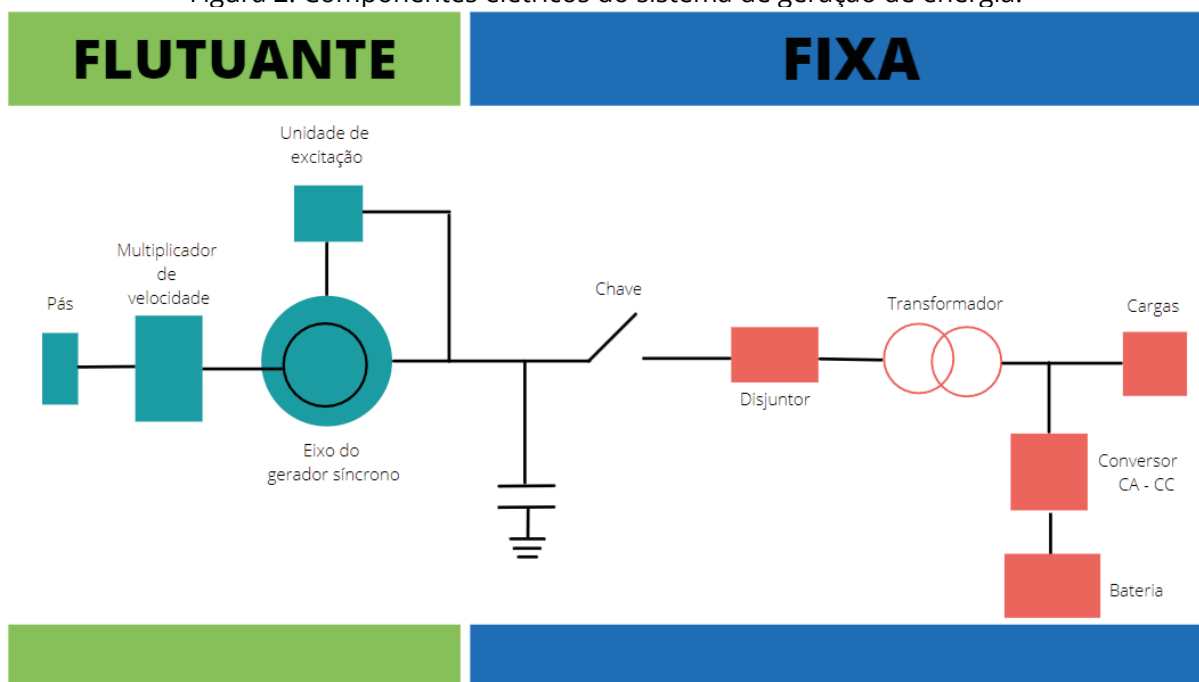
Uma família em média necessita de uma energia elétrica mensal de aproximadamente 152 kWh para manter as necessidades básicas. A partir deste dado inicial, deu-se início à concepção do projeto, o qual está ilustrado na Figura 1. O esquema do projeto está apresentado na Figura 2, com equipamentos localizados tanto na parte flutuante quanto na parte fixa (solo).

Figura 1: Imagem ilustrativa do projeto.



Fonte: Autores.

Figura 2: Componentes elétricos do sistema de geração de energia.



Fonte: Autores.

Como observado na Figura 2, os componentes em azul turquesa são ligados entre si para a transmissão de energia mecânica. As pás, o multiplicador de velocidade e o eixo do gerador síncrono que possui 4 polos com 60 Hz com 1800 rpm funcionam com o fluxo de água, que gira as pás conectadas ao multiplicador de velocidade que transforma de 1:40 rotações que é recebida pelo eixo do gerador, seguindo para a próxima conexão, onde transforma a energia mecânica em energia elétrica pelo gerador conectado à unidade de excitação que é responsável pelo controle de campo do gerador. Após esta parte, os componentes não transmitem mais energia mecânica e sim energia elétrica, que é conduzida por condutores

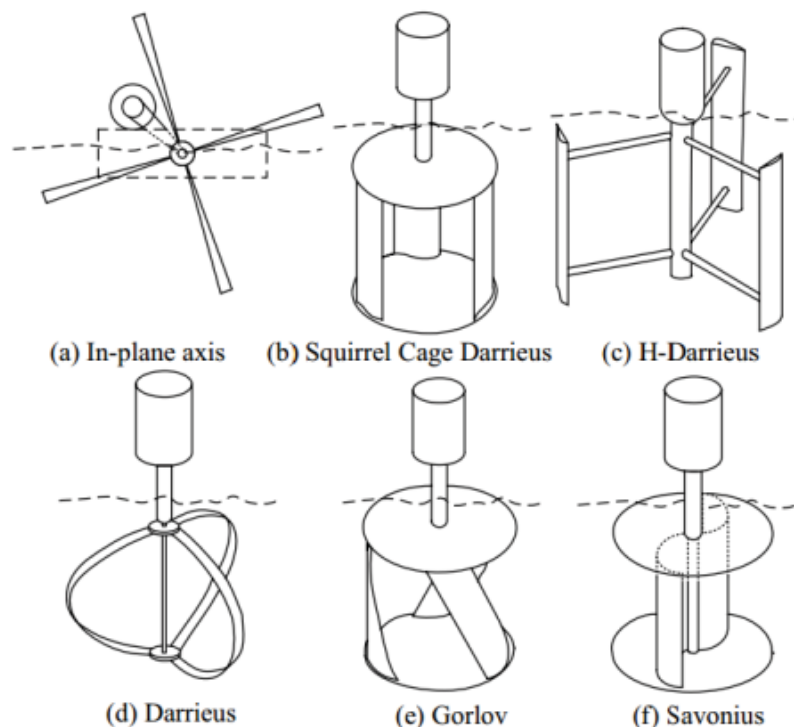
elétricos; os dispositivos não se encontram mais na parte flutuante do equipamento e sim em um local fixo onde se conectarão a uma rede de distribuição. A chave, como dispositivo de seccionamento, garante que, a qualquer momento, pode-se desconectar o equipamento; ela está junto ao disjuntor que, automaticamente, pode interromper o fluxo de energia caso haja um curto-circuito, com o objetivo de preservar o equipamento ligado à rede e a segurança das pessoas. Ligado a ele há um transformador, que adequará o nível de tensão do gerador para o valor utilizado nas residências. Para manter uma energia de reserva para ser usado quando necessário, há um conjunto de bateria, que é alimentada por um conversor, que transforma a corrente alternada em corrente contínua e vice versa, e por fim passa para uma mini rede de distribuição, que dependendo do fluxo da corrente de água e a quantidade de energia a ser utilizada pelos moradores poderia ser distribuída para mais de uma casa.

### 3.1. Classificação Turbinas

As turbinas hidrocinéticas podem ser classificadas segundo o alinhamento do seu eixo em função do escoamento (SILVA, 2014): eixo horizontal, que possuem seu eixo paralelo ao escoamento de água, e fluxo cruzado, que possuem seu eixo ortogonal ao fluxo de água.

As turbinas de fluxo cruzado podem ser divididas em dois, eixo em plano e eixo vertical, como na Figura 3. As turbinas em plano são movimentadas pelo arrasto das pás, e são conhecidas como rodas d'água (Figura 3a).

Figura 3: Turbinas de fluxo cruzado.



Fonte: KHAN et al., 2006.

### 3.2. Turbinas

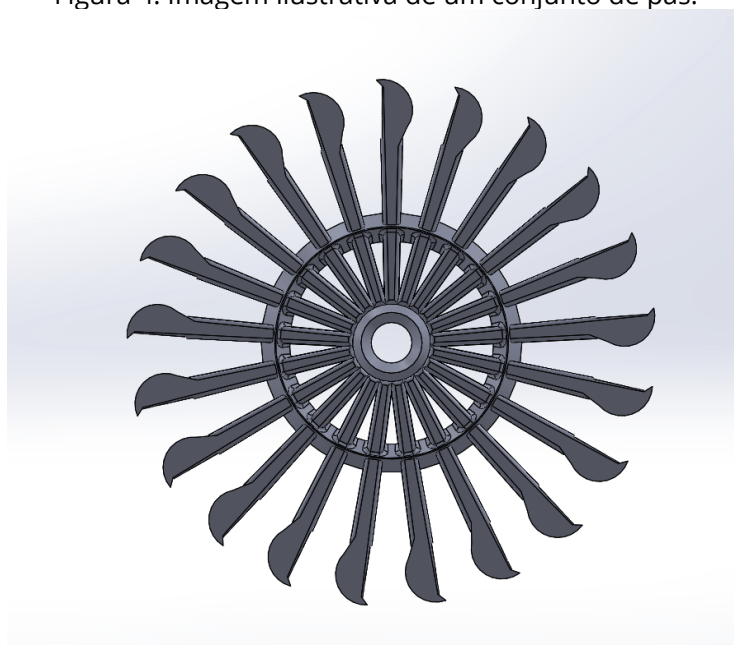
Ao observar os tipos de turbina apresentados para a produção de energia

hidráulica, obteve diversos modelos a serem estudados, sendo eles: Francis, Deriaz e Kaplan.

Todas estas turbinas possuem desvantagens em comum para serem colocadas neste projeto, como a necessidade de uma queda de no mínimo 10 metros de altura com tubos que direcionam a água diretamente para as pás, para funcionar, o que torna inviável pois o objetivo é gerar energia em locais sem grandes quedas d'água. Visando o menor impacto ao meio ambiente, deve-se evitar a construção de hidrelétricas, logo estas alternativas não podem ser utilizadas.

Desta forma, optou-se por não utilizar tubos direcionais que, além de modificar a paisagem, dificultaria a manutenção do equipamento. Assim, escolheu-se a roda com pás que fica parcialmente na água, visto ser menos complexo e de mais fácil manutenção. Optou-se por uma roda simples com pás na extremidade, como ilustrado na Figura 4, que possui 21 pás, conectadas uma à outra com diferença de  $17,5^\circ$  cada, e um diâmetro de 130 cm, com o espaçamento para contato da água de  $0,0225\text{m}^3$ . Foi projetado um conjunto de 6 rodas móveis que são conectadas por um tubo central que permite dividir o equipamento e retirar as peças defeituosas e repô-las por novas, facilitando a manutenção.

Figura 4: Imagem ilustrativa de um conjunto de pás.

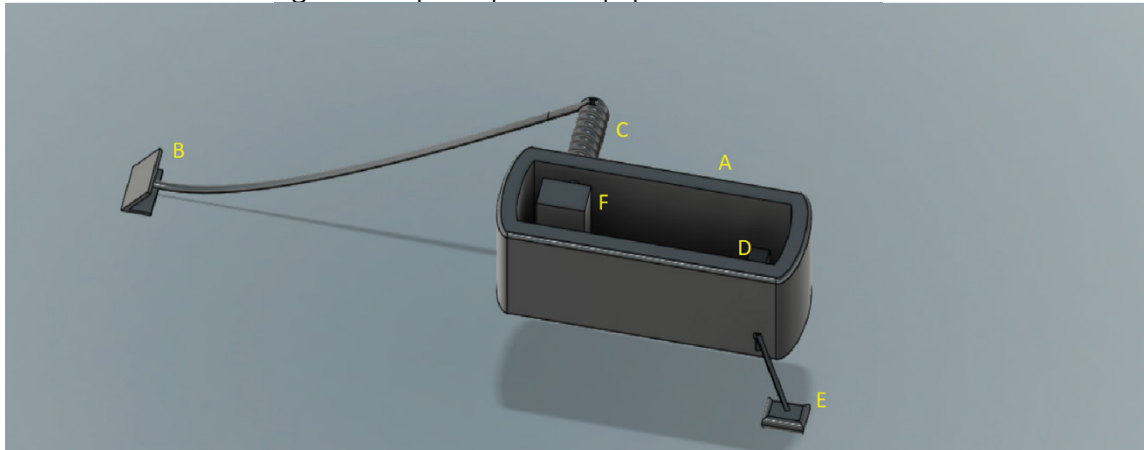


Fonte: Autores.

### 3.3. Fixação do sistema

Por causa do intenso ciclo hidrológico da Amazônia, o equipamento precisa acompanhar o nível de água no local, para evitar que ele seja submerso, então optou-se por não fixar em uma altura pré determinada, logo o equipamento fica em cima de boias como na letra A na Figura 5, que são fixadas ao leito do rio por meio de ganchos apresentado sendo letra B como forma menos invasiva e que não prejudicam o meio ambiente.

Figura 5: Suporte para o equipamento eletrônico.



Fonte: Autores

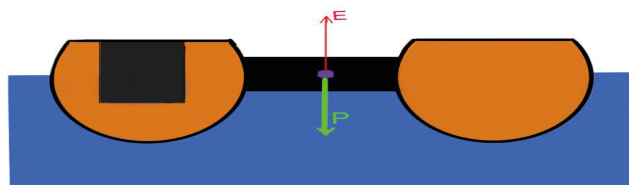
Como observado na Figura 5, utilizou-se grampos presos ao fundo do rio que são conectados por cabos sendo letra C podendo elas serem removidos e realocados. Os cabos são fixados na outra extremidade a um motor sendo letra F que por meio do esp32 como letra D e do sensor para medir a altura da água como letra E. O esp32 é um microcontrolador semelhante ao Arduino, que neste caso liga-se ao sensor de nível de água utilizando uma boia de nível sendo letra E que faz com que soltem à medida que o volume de água aumenta e diminui quando a água reduz, mantendo estabilidade na altura do equipamento.

### 3.4. Flutuadores

Com objetivo de manter o equipamento flutuando sobre a água, projetou-se acoplá-lo à flutuadores, a ser instalado na lateral do equipamento para mantê-lo boiando, mantendo o dispositivo no mesmo nível.

Quando o equipamento flutua, ele está sujeito a um conjunto de forças (RAMALHO,2007); pode-se citar a força peso e o empuxo, que possuem o mesmo módulo e sentidos diferentes (Figura 6). Para estabilizar o flutuante, a força peso é aplicado no centro de gravidade, e o empuxo no centro do empuxo, mantendo o centro de gravidade abaixo do centro de empuxo.

Figura 6: Forças aplicadas.



Fonte: Autores.

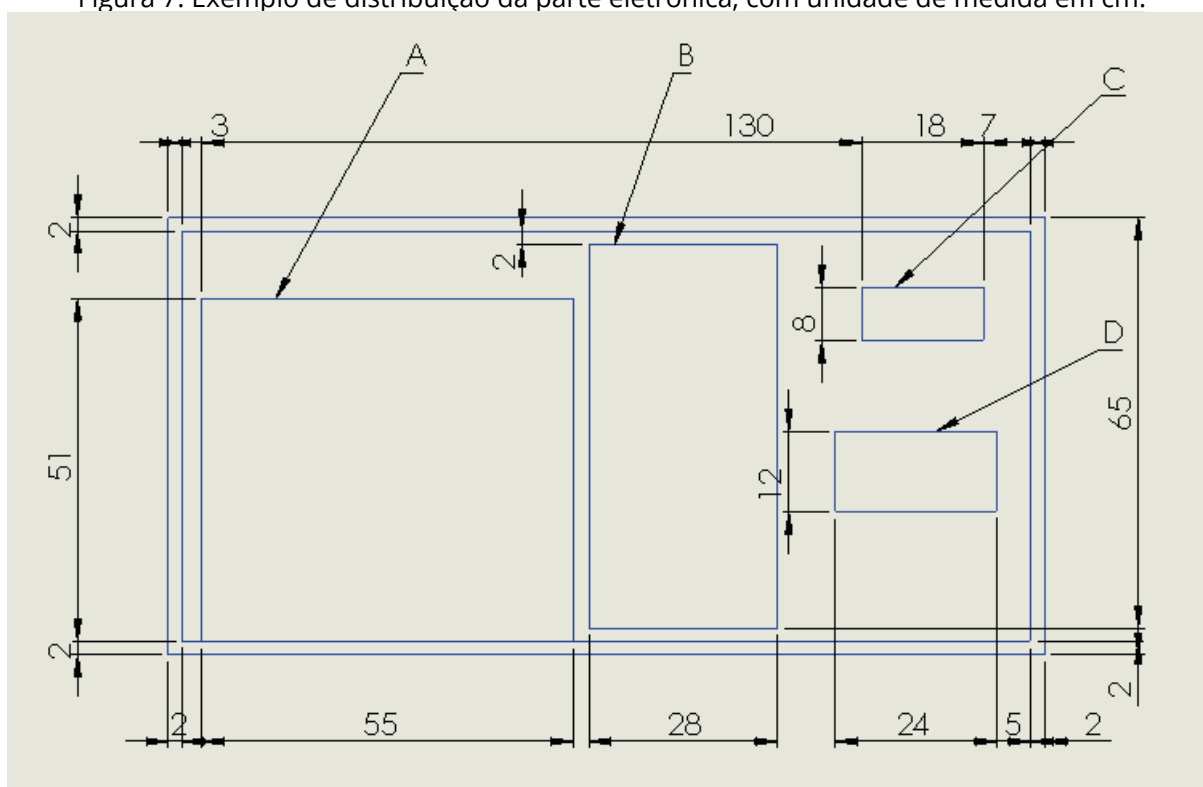
Como o centro de gravidade do corpo localiza-se no centro de aplicação do seu peso, para manter o seu equilíbrio deve deslocar o seu centro gravitacional mais para baixo. Assim, parte do equipamento elétrico será colocado dentro de um dos flutuadores, mantendo o centro de gravidade abaixo do centro de empuxo para manter o equilíbrio do equipamento.

### 3.5. Proteção do sistema elétrico contra a água

Por se tratar de eletricidade, um importante passo a se seguir para a segurança é garantir que ele esteja protegido contra a água. Desta forma, sua parte elétrica é colocada em um recipiente completamente à prova de água podendo ser formado por um plástico resistente e para melhor manuseio esta caixa é removível, podendo ser retirada do equipamento principal e ser levado a qualquer lugar, tornando a sua manutenção mais fácil.

Para melhor compreensão do tamanho do equipamento, a Figura 7 como forma de visualizar como o projeto se dividiria para acoplar o gerador síncrono indicado como letra A, a caixa multiplicadora de velocidade como letra B, o esp32 a letra C e o motor para regular a altura do equipamento sendo letra D. Foram diagramados para uma noção breve do tamanho que necessitara. Sendo assim, em caso de acidentes, mesmo que o equipamento seja completamente submerso, ele não causaria risco à população local.

Figura 7: Exemplo de distribuição da parte eletrônica, com unidade de medida em cm.



Fonte: Autores

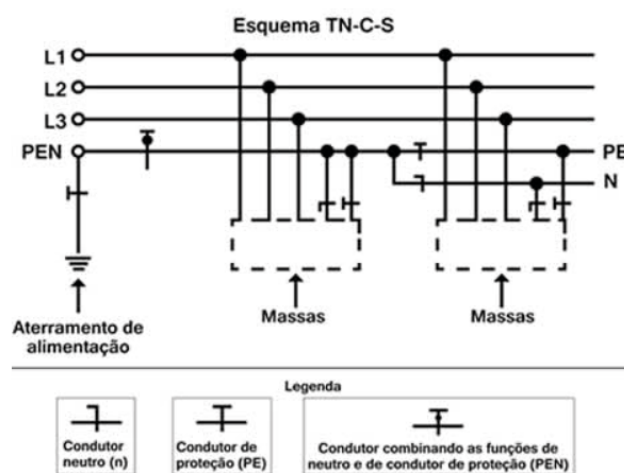
### 3.6. Segurança

Grades. O equipamento é rodeado por uma grade de barras chata de aço carbono, por ser um material versátil que se adere a formatos complexos. Este material é revestido por uma pintura levando em conta os níveis de Ph, a temperatura e a

velocidade do fluxo de água, com o intuito de controlar o comportamento do aço em frente a corrosão, assim evitando a manutenção corretiva do equipamento. O uso deste meio de proteção serve contra o contato de pessoas e animais com as pás. As grandes permitem o fluxo de água, mas impede o contato de terceiros. esp32. O esp32 também serve como meio de segurança pois envia diariamente dados do equipamento e, por possuir uma câmera, é possível observar o funcionamento mesmo não estando presente, facilitando o monitoramento do equipamento pelo técnico.

Aterramento. Utilizando as normas da ABNT NBR 5410:2004 subsecção 4.2.2.2.1, recomenda-se a adoção de aterramento do tipo TN-C-S (Figura 8).

Figura 8: Esquema de aterramento proposto.



Fonte: <https://www.cursor10.com/aterramento-tn/>

Por se tratar de um equipamento que vai acima da água, optou-se por um ponto diretamente aterrado, com massas ligadas ao ponto de alimentação aterrado, e as funções de neutro e de proteção são combinadas em um único condutor. O ponto de aterramento seria na parte fixa no solo.

#### 4 RESULTADOS

Para o cálculo inicial, supondo que se necessita de aproximadamente 152,2 kWh de energia elétrica para alimentar uma unidade consumidora residencial por mês, com um número limitado de equipamentos elétricos, pode-se definir o tamanho das pás utilizando a Equação 1.

$$p = \frac{1}{2} \rho A v^3 C_p n$$

$$A = \frac{2P}{nC_p \rho v^3}$$

(1)

Sendo: p = potência [W]; ρ = densidade da água [kg/m<sup>3</sup>], v = velocidade de escoamento [m/s], C<sub>p</sub> = coeficiente de potência, n = rendimento do conjunto, A = área da pá [m<sup>2</sup>].

Utilizando a densidade da água de  $997 \text{ kg/m}^3$  a uma temperatura de  $25^\circ\text{C}$ , com uma correnteza de aproximadamente  $1,5 \text{ m/s}$ , como o coeficiente de potência é um fator teórico, foi adotado o coeficiente de Betz máximo de  $0,59$ , e uma eficiência de aproximadamente  $70\%$ , assim é possível determinar a área da pá.

$$A = 0,219 \text{ m}^3$$

Como em cada roda 8 pás estão em contato perpendicular com a água e que para manter a forma reduzida se utilizará 6 rodas, a área de cada pá deve ser de

$$A = 4,56 \times 10^{-3} \text{ m}^3$$

Como se escolheu a forma de semicírculo para as pás, usa-se a Equação 2 para encontrar a área de contato.

$$A = \pi R \cdot c$$

$$R = \frac{A}{\pi c}$$

(2)

Sendo:  $A$  = área varrida pela pá [ $\text{m}^2$ ],  $R$  = raio da pá [ $\text{m}$ ],  $c$  = comprimento da pá [ $\text{m}$ ].

Considerando o comprimento da pá como sendo de  $0,2 \text{ m}$  para que seja mantido em forma reduzida, logo o raio obtido é:

$$R = 7,263 \times 10^{-3} \text{ m}$$

Considerou-se que a velocidade linear mínima do rio será de  $1,5 \text{ m/s}$  e o raio da roda d'água de  $0,65 \text{ m}$ . Utilizando a Equação 3 obtém a velocidade angular.

$$w = \frac{v}{r} = \frac{1,5}{0,65} = 2,3077 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

(3)

Sendo:  $w$  = velocidade angular [ $\text{rad/s}$ ] -  $v$  = velocidade linear [ $\text{m/s}$ ] -  $r$  = raio [ $\text{m}$ ].

Transformando a velocidade angular em rpm obtém-se  $22,0369 \text{ rpm}$ . Usando o multiplicador de velocidade de  $1:40$ , a quantidade de movimento que chega ao eixo do gerador (eg) é obtido pela Equação 4.

$$E_g = 2,3077 \cdot 40 = 881,476 \text{ rpm}$$

(4)



Após a obtenção dos cálculos é possível utilizar um conjunto de equipamentos próximo ao valor obtido para facilitar a obtenção do equipamento e diminuir o custo do projeto levando em conta os dados obtidos.

## 5 CONCLUSÃO

Por fim conclui-se que a ideia do Projeto Biofluxo, se aplicada corretamente, poderia ser uma alternativa para a geração de energia elétrica para populações isoladas próximas de corrente d'água. Por ser de porte pequeno e de fácil manuseio, instalação e manutenção, a solução proposta seria de baixo custo, facilitando a disseminação na região amazônica. O presente artigo apresenta a concepção do projeto e os cálculos teóricos. Como atividades futuras, deverão ser realizadas simulações computacionais e montagem de protótipo para teste.

## REFERÊNCIAS

- ARAUJO, MARCOS AURÉLIO DE. Prospecção de parques hidrocínéticos comparação entre projetos preliminares nos rios Iguaçu e Paraná. Engenharia de energia – UNILA. 2016.
- DA SILVA, R. T.; DE CARVALHO, H. B. A indução eletromagnética: análise conceitual e fenomenológica. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2012, 34: 1-6.
- ERICKSON, WP; WOLFE, MM; BAY, KJ; JOHNSON, DH; GEHRING, JL. A Comprehensive Analysis of Small-Passerine Fatalities from Collision with Turbines at Wind Energy Facilities. PLOS ONE 9(9): e107491. 2014. Disponível em <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107491>
- EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. Balanço Energético Nacional. Relatório Síntese. 2021. Disponível em: [https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN\\_S%C3%ADntese\\_2021\\_PT.pdf](https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-601/topico-588/BEN_S%C3%ADntese_2021_PT.pdf)
- FARIA, ALEX RODRIGO DE OLIVEIRA. Projeto de uma turbina hidrocínética de fluxo axial e eixo horizontal para geração de baixas potências. Engenharia Mecânica – UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.
- FRANCA, RAFAEL RODRIGUES; MENDONÇA, FRANCISCO DE ASSIS. A pluviosidade na Amazônia meridional: variabilidade e teleconexões extra-regionais», Confins Online, 29, 2016. Disponível em <http://journals.openedition.org/confins/11580>
- ISHIKAWA, Alexander Kataoka. Análise do desempenho de flutuadores com diferentes geometrias para otimização de um conversor de energia das ondas. Escola Politécnica/UFRJ, Rio de Janeiro, 2017.
- KHAN, M. J.; IQBAL, M.; QUACO, J. A technology review and simulation based performance analysis of river current turbine systems. Electrical and Computer Engineering, 2006. CCECE '06. Canadian Conference on, p. 2288–2293, 2006.
- RAMALHO, FRANCISCO JUNIOR; GILBERTO, NICOLAU FERRARO; SOARES PAULO ANTÔNIO DE TOLEDO. Os fundamentos da Física ,volume 1, Editora Moderna, 9ª edição, 2007.
- SILVA, PAULO AUGUSTO STROBEL FREITAS. Estudo numérico de turbinas hidrocínéticas de eixo horizontal. Ciências mecânicas – Universidade de Brasília, Brasília-DF, 2014.
- UNITED NATIONS. The Sustainable Development Goals Report 2020. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2020/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2020.pdf>



**VENHA FAZER PARTE DE  
NOSSA HISTÓRIA!**



**VOL. 1 | N.º 1  
OUTUBRO | 2022  
PUSC**

**SANTANA DO ARAGUAIA-PA  
UNIFESSPA**

**GRUPO DE PESQUISA PAISAGEM  
URBANA E SISTEMAS  
CONSTRUTIVOS - PUSC**

**IMPACT**  
ISSN 2764-9725 *projects*



  
**ENSUS  
2022**

**VOL. 1 | N.º 1  
OUT. | 2022  
PUSC**



**SANTANA DO ARAGUAIA-PA  
UNIFESSPA**