



EDIÇÃO ESPECIAL ENSUS  
VII ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO

# Mix Sustentável

ISSN 2447-0899  
ISSNe 2447-3073



**UFSC**

V5. N2 | 2019

JUNHO

VIRTUHAB | CTC | CCE



## EDITORES

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

## CONSELHO EDITORIAL

Aguinaldo dos Santos, PhD. (UFPR)  
Amilton José Vieira de Arruda, PhD. (UFPE)  
Carlo Franzato, Dr. (UNISINOS)  
Cristine do Nascimento Mutti, PhD. (UFSC)  
Giovanni Maria Arrigone, PhD. (SENAI)  
Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)  
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr. (UDESC)  
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)  
Rachel Faverzani Magnago, Dra. (UNISUL)  
Tomás Queiroz Ferreira Barata, Dr. (UNESP)  
Vicente de Paulo Cerqueira, Dr. (UFRJ)

## EQUIPE EDITORIAL

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

## DESIGN

João Luiz Martins (UFSC)  
Natalia Geraldo (UFSC)

## PERIODICIDADE

Four-monthly publication/Publicação quadrimestral

## CONTATO

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

## DIREITOS DE PUBLICAÇÃO

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

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

## AVALIADORES

Adriano Heemann, Dr. (UFPR)  
Aguinaldo dos Santos, PhD. (UFPR)  
Albertina Pereira Medeiros, Dra. (UDESC)  
Amilton José Vieira de Arruda, PhD. (UFPE)  
Almir Barros da Silva Santos Neto, Dr. (UFSC)  
Alexandre de Avila Leripio, Dr. (UNIVALI)  
Alice Theresinha Cybis Pereira, Dra. (UFSC)  
Ana Veronica Pazmino, Dra. (UFSC)  
Arnoldo Debatin Neto, Dr. (UFSC)  
Carla Arcoverde de Aguiar Neves, Dra. (UFSC)  
Carla Martins Cipolla, PhD. (UFRJ)  
Carlo Franzato, Dr. (UNISINOS)  
Carlos Humberto Martins, Dr. (UEM)  
Celso Salamon, Dr. (UTFPR)  
Cristine do Nascimento Mutti, PhD. (UFSC)  
Eduardo Rizzatti, Dr. (UFSC)  
Elvis Carissimi, Dr. (UFSC)  
Fabiano Ostapiv, Dr. (UTFPR)  
Fábio Gonçalves Teixeira, Dr. (UFRGS)  
Flávio Anthero Nunes Vianna dos Santos, Dr. (UDESC)  
Fernanda Hansch Beuren, Dra. (UDESC)  
Fernando Antônio Forcellini, Dr. (UFSC)  
Giovanni Maria Arrigone, PhD. (SENAI)  
Graeme Larsen, PhD. (University of Reading, England)  
Gregório Jean Varvakis Rados, PhD. (UFSC)  
Ignacio Guillén Guillamón, PhD. (CTF - UPV)  
Issao Minami, Dr. (USP - FAU)  
João Cândido Fernandes, Dr. (UNESP)  
Joel Dias da Silva, Dr. (FURB)  
Lisiane Ilha Librelotto, Dra. (UFSC)  
Luciana de Figueiredo Lopes Lucena, Dra. (UFRN)  
Luiz Fernando Mahlmann Heineck, PhD. (UECE)  
Marcelo de Mattos Bezerra, Dr. (PUC-Rio)  
Marcelo Gitirana Gomes Ferreira, Dr. (UDESC)  
Marco Antonio Rossi, Dr. (UNESP)  
Marcos Paulo Cereto, Mestre (UFAM)  
Michele Carvalho, Dra. (UNB)  
Normando Perazzo Barbosa, Dr. (UFPA)  
Paula Schlemper de Oliveira, Dra. (IFB)  
Paulo Cesar Machado Ferroli, Dr. (UFSC)  
Regiane Trevisan Pupo, Dra. (UFSC)  
Ronaldo Martins Glufke, MSc. (UFSC)  
Sérgio Ivan dos Santos, Dr. (UNIPAMPA)  
Sérgio Manuel Oliveira Tavares, Dr. (UP-PT)  
Silvio Burrattino Melhado, Dr. (USP)  
Sydney Fernandes de Freitas, Dr. (UERJ)  
Tomás Queiroz Ferreira Barata, Dr. (UNESP)  
Vicente de Paulo Cerqueira, Dr. (UFRJ)



# SOBRE O PERIÓDICO MIX SUSTENTÁVEL

---

O Periódico Mix Sustentável nasceu da premissa de que o projeto englobando os preceitos da sustentabilidade é a única solução possível para que ocorra a união entre a filosofia da melhoria contínua com a necessidade cada vez maior de preservação dos recursos naturais e incremento na qualidade de vida do homem. A sustentabilidade carece de uma discussão profunda para difundir pesquisas e ações da comunidade acadêmica, que tem criado tecnologias menos degradantes na dimensão ambiental; mais econômicas e que ajudam a demover injustiças sociais a muito estabelecidas.

O periódico Mix Sustentável apresenta como proposta a publicação de resultados de pesquisas e projetos, de forma virtual e impressa, com enfoque no tema sustentabilidade. Buscando a troca de informações entre pesquisadores da área vinculados a programas de pós-graduação, abre espaço, ainda, para a divulgação de profissionais inseridos no mercado de trabalho, além de entrevistas com pesquisadores nacionais e estrangeiros. Além disso publica resumos de teses, dissertações e trabalhos de conclusão de curso defendidos, tendo em vista a importância da produção projetual e não apenas textual.

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

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

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

O periódico está dividido em seções, quais sejam:

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

## CLASSIFICAÇÃO QUALIS

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

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

## MISSÃO

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

## **OBJETIVO**

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

## **POLÍTICAS DE SEÇÃO E SUBMISSÃO**

### **A) Seção Científica**

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

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

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

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

### **C) Seção Mercadológica**

É um espaço para resenhas e entrevistas (espaços de diálogo). Apresenta pelo menos duas entrevistas com profissionais atuantes no mercado ou pesquisadores de renome, mostrando projetos práticos que tenham aplicações na esfera da sustentabilidade. Deverá ainda disponibilizar conversas com especialistas em sustentabilidade e/ou outros campos do saber.

Todos os números possuem o Editorial, um espaço reservado para a apresentação das edições e comunicação com os editores.

## **PROCESSO DE AVALIAÇÃO PELOS PARES**

A revista conta com um grupo de avaliadores especialistas no tema da sustentabilidade, doutores em suas áreas de atuação. São 48 revisores, oriundos de 21 instituições de ensino Brasileiras e 3 Instituições Internacionais. Os originais serão submetidos à avaliação e aprovação dos avaliadores (dupla e cega).

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

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

## **PERIODICIDADE**

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

## **POLÍTICA DE ACESSO LIVRE**

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

## **ARQUIVAMENTO**

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

## **ACESSO**

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

## **DIRETRIZES PARA AUTORES**

O template para submissão está disponível em:

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

## **CONDIÇÕES PARA SUBMISSÃO**

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

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

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

As URLs para as referências devem ser informadas nas referências.

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

Envie separadamente todas as figuras e imagens em boa resolução.

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

## **POLÍTICA DE PRIVACIDADE**

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

## **EDITORES, CONSELHO EDITORIAL E EQUIPE DE EDITORAÇÃO**

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

O Conselho Editorial atual é composto por onze pesquisadores, três deles vinculados à UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina e os demais pertencentes a outras oito Instituições à saber: UFPR, UFPE, UNISINOS, SENAI, UDESC, UNISUL, UNESP e UFRJ. Desta forma, oitenta e dois por cento (82%) dos membros pertencem a instituições diferentes que não a editora.

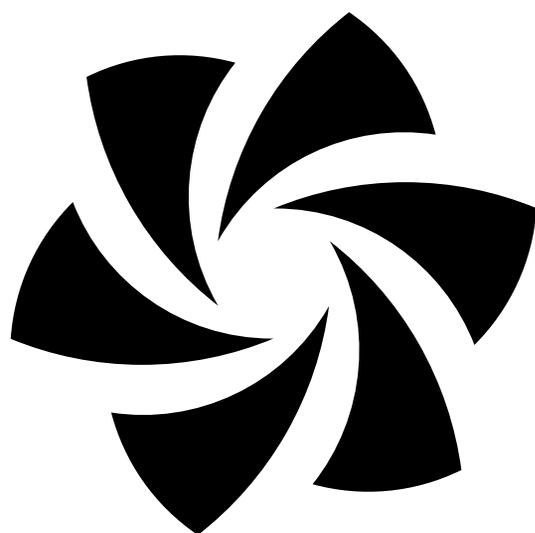
A editoração conta com o apoio de mestrandos e doutorandos do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo – PósARQ/ UFSC, membros do Grupo de Pesquisa Virtuhab. Os trabalhos gráficos são realizados por estudantes do curso de design da UFSC.

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

## **CRITÉRIOS DE COMPOSIÇÃO DA EDIÇÃO**

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





# Mix Sustentável



FLORIANÓPOLIS  
VIRTUHAB | CCE | CTC

ISSN 2447-0899  
ISSNe 2447-3073





---

**COPYRIGHT INFORMATION/INFORMAÇÕES DE DIREITO AUTORAL**

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

# SUMÁRIO

---

## ARTIGOS

- 19** ESTUDO COMPARATIVO DOS CASES DE HABITAÇÃO TEMPORÁRIA “PAPER LOG HOUSE” E APLICAÇÕES NO BRASIL | *COMPARATIVE STUDY OF CASES OF TEMPORARY HOUSING “PAPER LOG HOUSE” AND APPLICATIONS IN BRAZIL* | Luana Toralles Carbonari, Lisiane Ilha Librelotto
- 31** AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA EDIFICAÇÃO | *ASSESSMENT OF A BUILDING ENVIRONMENTAL IMPACTS* | Anelise Schmitz, Juliano Libraga, Miguel Aloysio Sattler
- 43** COMBUSTÍVEL SÓLIDO A PARTIR DE BIOMASSA RESIDUAL DE BORRA DE CAFÉ, CASCA DE ARROZ E CASCA DE BATATA | *SOLID FUEL FROM RESIDUAL BIOMASS OF COFFEE GROUNDS, RICE HULLS AND YELLOW POTATO PEEL* | Rachel Faverzani Magnago, Guilherme Domingos Garcia, Diego Valdevino Marques, Izoé Daysi Pedroso, Kênia Alexandra Costa Hermann, Nathan Roberto Lohn Pereira, Simone Perroni Mazon, Susana Claudete Costa
- 55** O DESIGN NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: REQUISITOS PARA KIT INTERDISCIPLINAR SOBRE A PERDA DA BIODIVERSIDADE NO BRASIL | *DESIGN IN ENVIRONMENTAL EDUCATION: REQUIREMENTS FOR THE INTERDISCIPLINARY KIT ON THE LOSS OF BIODIVERSITY IN BRAZIL* | Júlia Pereira Steffen Muniz, Ana Verônica Pazmino
- 71** COOLHOUSE – PROJETO DE INVESTIGAÇÃO EM ESTRATÉGIAS INOVADORAS DE VENTILAÇÃO E ARREFECIMENTO NO SUL DE PORTUGAL | *COOLHOUSE – INVESTIGATION PROJECT ON INNOVATIVE VENTILATION AND COOLING STRATEGIES IN SOUTHERN PORTUGAL* | Afonso Henriques Monteiro
- 85** DISCUSSÃO DE PROCESSOS PREVENDO A EFICIÊNCIA HÍDRICA AO BLOCO CETTAL DA UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA | *DISCUSSION OF PROCESSES PREDICTING WATER EFFICIENCY IN THE CETTAL BUILDING OF THE UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA* | Fernanda de Oliveira Dozol Lopes, João Vitório Dagostin, Joelma dos Santos
- 99** GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA ZONA DE CONSERVAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA NO MUNICÍPIO DO JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE | *GEOPROCESSING APPLIED TO THE USE AND OCCUPATION OF THE SOIL OF THE WATERBODY CONSERVATION ZONE IN THE MUNICIPALITY OF JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE* | Amaury Gouveia Pessoa Neto, Ioná Maria Beltrão Rameh Barbosa, Ronaldo Faustino da Silva
- 109** APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ANÁLISE DAS POLITICAS PUBLICAS | *ENERGETIC USE OF URBAN SOLID WASTE: ANALYSIS OF PUBLIC POLICIES* | Anny Key de Souza Mendonça, Antonio Cezar Bornia
- 123** DESIGN & ‘VIR-A-SER’: ABORDAGENS PARTICIPATIVAS EM CONTEXTOS URBANO-SOCIAIS | *DESIGN & ‘THE BECOMING’: PARTICIPATORY APPROACHES IN URBAN-SOCIAL CONTEXTS* | Marli Teresinha Everling, Amanda Godgig, Amanda Souza, Beatriz Azevedo, Camila Munhoz
- 135** O DESIGN COMO ABORDAGEM ESTRATÉGICA PARA FOMENTAR O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE MPES DO SETOR MOVELEIRO DO TRIÂNGULO MINEIRO/BRAZIL | *DESIGN AS A STRATEGIC APPROACH TO FOSTER THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT WITHIN MPES OF THE FURNITURE SECTOR OF TRIÂNGULO MINEIRO/BRAZIL* | Geovana Blayer R. de Assis, Viviane G. A. Nunes

**149** OLHARES SOBRE A DRENAGEM EM BRASÍLIA: EXPANSÃO URBANA E INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA NA SERRINHA DO PARANOÁ, DF | *A GLANCE OVER URBAN DRAINAGE IN BRASÍLIA: URBAN EXPANSION AND SOCIOECOLOGICAL INFRASTRUCTURE IN "SERRINHA DO PARANOÁ", DF* | Cátia dos Santos Conserva, Liza Maria Souza de Andrade, Daniel Richard Sant'Ana, Daniela Junqueira Carvalho, Maria Elisa Leite Costa, Sérgio Koide

**165** INTEGRANDO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL AO PORTFÓLIO DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO NO SETOR DE CONSTRUÇÃO | *INTEGRATING ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY TO PROJECT PORTFOLIO: CASE STUDY IN CONSTRUCTION SECTOR* | Marco Antonio Paula Pinheiro, Patricia Jacomini Froio, Daniel Jugend, Rosane Aparecida Gomes Battistelle

## ENTREVISTAS

**177** ENTREVISTA COM:  
MARCOS MARQUES

## TCC's

**179** AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE UMA BIOARGAMASSA COM MICRORGANISMOS ENCAPSULADOS | Roberto de Carli de Martini, Jupira Almeida

**181** EFICIÊNCIA TÉRMICA DOS ELEMENTOS DE COBERTURA NO MUNICÍPIO DE TEÓFILO OTONI/MG | Iara Ferreira de Rezende Costa, Lucas Pereira Braga, Alcino de Oliveira Costa Neto

**183** BIM PARA GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL | Verônica Martins Gnecco, Leticia Mattana

**185** ESTRATÉGIAS DE ECO-DESIGN E DE SUSTENTABILIDADE NA ÁREA DA CERÂMICA ESTRUTURAL EM PORTUGAL | Liliana Gouveia, Lia Gomes, José Manuel C. B. C. Frade

## DISSERTAÇÕES

**189** APRENDIZAGEM NO CONTEXTO ORGANIZACIONAL PARA A SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO | Gabriela Almeida Marcon Nora, Eduardo Juan Soriano-Sierra

**191** ESTUDO SOBRE A DURABILIDADE DO MOBILIÁRIO DA CIMO S.A.: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESIGN DE MÓVEIS CONTEMPORÂNEO | Michele T. D. Carbonare Zamoner, Dalton Luiz Razera

**193** RELAÇÃO ENTRE O AMBIENTE E O USUÁRIO: APLICAÇÃO DE MAPA COMPORTAMENTAL A UM LAR DE IDOSOS NA CIDADE DE PASSO FUNDO/RS | Felipe Buller Bertuzzi, Maurício Caron, Grace Tibério Cardoso

**195** TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA GESTÃO DE DESASTRES: UMA OPORTUNIDADE | Yuri Borba Vefago, Fabiana Santos Lima, Andréa Cristina Trierweiller, Maurício José Ribeiro Rotta

## TESES

**197** TECNOLOGIAS SOCIAIS E DESIGN: DIRETRIZES PARA EMPREENDIMENTOS SOCIOCRIATIVOS | Nadja Maria Mourão, Rita de Castro Engler



# EDITORIAL

---

Em sua edição de número 13, a MIX Sustentável apresenta uma coletânea de artigos apresentados no VII ENSUS – Encontro de Sustentabilidade em Projeto, que aconteceu de 08 a 10 de Maio de 2019, no Centro de Cultura e Eventos da Universidade Federal de Santa Catarina.

Foram enviados ao evento 289 artigos, oriundos de 76 universidades brasileiras, públicas e privadas, e 5 universidades estrangeiras. Ao compararmos com o primeiro ENSUS, quando recebemos 47 artigos, temos a grata satisfação da percepção de uma evolução continuada. Talvez o fato mais curioso seja que uma quantidade grande dos autores destes 47 artigos estavam presentes também, no evento de 2019, participando do encontro que, de certa forma, ajudaram a construir.

Fazer ciência no Brasil representa um desafio muito bem conhecido para quem atua neste meio! Entretanto a sociedade em geral pouco conhece sobre as dificuldades deste processo. Isto é válido para projetos de pesquisa, edições de periódicos ou mesmo organização de eventos. E comparando a realidade público e privada - e estes editores possuem anos de vivência em ambas as situações - pode-se identificar problemas e soluções em ambas as estruturas. Entretanto, neste comparativo as universidades públicas brasileiras de um modo geral disparam em ampla vantagem em termos de quantitativos. A universidade pública (federal e estadual) produz 95% das publicações científicas nacionais.

E, pasmem, nossa ciência, pelo menos em números, vêm evoluindo assustadoramente. A página do senado federal estampa este crescimento: de 20.000 artigos publicados em 2007; mais de 30.000 artigos publicados em 2008 e, em 2016, o Brasil ocupou o décimo terceiro lugar mundial em produção científica pelos dados da Clarivate Analytics, baseado-se nos dados da Web of Science (WoS).

Mesmo assim, ano após ano, registram-se cortes dos investimentos em educação e pesquisa. O orçamento das universidades públicas, que em volume, choca a sociedade (são muitos bilhões dedicados a estas instituições) quando analisados de forma isolada, quase em sua integridade, na média de 80%, é dedicado ao pagamento do funcionalismo.

Mas justamente aí reside o diferencial da universidade pública em relação as particulares, que afeta os números da produção. Os docentes e técnicos são contratados em ampla maioria com dedicação exclusiva, o que permite a dedicação à pesquisa, extensão, publicações e criação de muitos novos programas de pós-graduação que nas universidades privadas, ficam inviabilizados justamente pelo custo da dedicação dos docentes, que nestas instituições são contratados de forma geral como professores horistas dedicados - salvo poucas exceções de universidades privadas de renome no Brasil -, apenas a atuarem em salas de aula, nas atividades de ensino e que por vezes não chegam a receber nem para atendimento aos discentes extra-classe.

Nas universidades particulares, entretanto, percebe-se, mesmo nas menores instituições, um infraestrutura nova, bem mobiliada e equipada. Da mesma forma os laboratórios, que quando instalados, acabam subutilizados justamente porque os docentes que poderiam produzir pesquisas, não tem dedicação ou produção suficiente para utilizá-los. Na maioria das vezes estes docentes perdem a disputa nas agências de fomento para seus pares públicos, porque não possuem os recursos dos programas de pós-graduação das universidades federais e estaduais.

Este contraste não ocorre apenas entre os segmentos público e privado da educação superior brasileira. Internamente a fatia pública, o desequilíbrio é enorme. Três classes surgem como extratos deste desequilíbrio. Os ricos: pesquisadores experientes, que acabam por arrecadar quase todos os financiamentos de pesquisas e bolsas, que criam ao seu redor grandes estruturas de pesquisa e legislam em causa própria, porque monopolizam as representações nas agências de fomento ou mesmo internamente dentro das instituições públicas. A classe média: ainda empreendedora e dedicada, gera sua própria demanda de trabalho e acaba por competir pela migalhas, trabalhando duramente e nem sempre com produção de qualidade, em função da pouca fatia de recursos que lhe cabem. E, por fim, os pobres e miseráveis, em busca de formação, qualificação e lutando para sobreviver neste dura realidade científica.

Muitos pesquisadores deste extratos, acabam vencidos pelo sistema público, pela disputa de espaços, pela competição, pela supressão imposta pelos grupos dominantes, pela burocracia institucionalizada e a pecaminosa criação de regras na tentativa de coibir os abusos dos pares ricos que, acabam por ser flexíveis para esses pesquisadores no momento em que dominam a situação e conhecem os caminhos institucionalizados, mas engessam sobremaneira

as ações daqueles que querem apenas fazer a diferença na ciência brasileira. Assim caminha a ciência no Brasil: entre louvores, cobras e picadas, resta-nos a certeza de que se fazemos tanto com tão pouco, poderíamos fazer muito mais!

Em função destas nuances, todos os anos levamos a continuidade do ENSUS para discussão nas reuniões do Grupo de Pesquisa: fazendo uma analogia com a física, temos duas forças iguais e contrárias sobre nós, e resta-nos analisá-las para uma tomada consciente de decisão. Por um lado, os números do evento motivam e se analisados sob a ótica fria da matemática são incontestáveis no sentido da continuidade.

Confrontados com os pouco mais de 40 artigos apresentados no primeiro ENSUS, os 260 artigos que integram os anais desse ano representam um acréscimo motivador. A participação de estudantes e pesquisadores que no ENSUS I ficou restrita aos estados do Sul do País, hoje encontra representantes de todas as regiões, com mais de 400 inscritos entre articulistas, ouvintes, palestrantes, expositores e voluntários e ainda com o apoio de 150 revisores de pouco menos de 100 universidades brasileiras. Os anais do evento não ficam mais restritos a um único volume, mas sim, integram 5 volumes, com quase 3000 páginas de artigos. A análise das pesquisas de satisfação realizadas após os eventos de 2017 e 2018 (quando começamos a usar essa ferramenta), também são motivadoras, com percentuais de excelente e muito bom em torno de 80% em todas as questões do instrumento de avaliação.

O Brasil continua envolto em situações graves e a nuvem de hipocrisia parece não ter fim... pior, é contagiosa. Estamos vivenciando a era do discurso vazio, filosófico em essência, sem a real preocupação de torná-lo prático. São os milhares de defensores do meio ambiente que postam imagens chocantes de animais morrendo com o plástico dos oceanos e depois usam e abusam de sacolas nos supermercados; ou os entusiastas que discursam sobre aquecimento global numa sala mal projetada que para manter-se confortável precisa de um grande ar-condicionado.

Ao longo destes anos, estabelecemos importantes parcerias, que nos permitem editar uma revista, divulgar e promover nossas pesquisas. Estamos ensaiando uma rede de pesquisa para o estudo do bambu. Montamos uma materioteca e temos diversas pesquisas em andamento com muitas publicações de livros resultantes deste esforço.

Nossa ciência proporciona tudo isto. Acima de tudo esperamos que a forma como atuamos, represente uma saída para as crises que assolam o país. Uma parceria público/privada, onde não se pode esperar que tudo seja custeado pelo Governo. Parece-nos que a solução está longe de qualquer política assistencialista ou discurso populista e de ações extremas da direita radical. Que consigamos buscar as boas soluções em todos os lados e torná-las realidade de forma equilibrada. As reformas necessárias geram polêmicas e deixam claro que alguns tem de ceder um pouco para outros também ganharem e termos mais justiça social.

Nesta publicação estão reunidos 12 artigos, entre os melhores avaliados pelos revisores do evento ENSUS 2019 e que passaram por nova avaliação dos pareceristas deste periódico em suas versões extendidas. Aproveitem a leitura também da entrevista com o Engenheiro Marcos Marques do Sítio Vagalume e passem pelos resumos das monografias de final de curso. Boa leitura!

---

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





# ESTUDO COMPARATIVO DOS CASES DE HABITAÇÃO TEMPORÁRIA “PAPER LOG HOUSE” E APLICAÇÕES NO BRASIL

COMPARATIVE STUDY OF CASES OF TEMPORARY HOUSING “PAPER LOG HOUSE” AND APPLICATIONS IN BRAZIL

LUANA TORALLES CARBONARI, M.Sc. | UFSC

LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra. | UFSC

## RESUMO

Os desastres naturais têm gerado, em diversas localidades, um grande número de desabrigados e, conseqüentemente, a necessidade de habitações temporárias. Em resposta a isso, o arquiteto Shigeru Ban desenvolveu em 1995 o projeto de uma habitação temporária denominada "Paper Log House" para os desabrigados após um terremoto no Japão, reutilizando tubos de papel. Posteriormente, a Paper Log House foi utilizada como resposta a desastres em diferentes locais, sendo modificada para se adaptar a cada contexto. Este artigo tem como objetivo realizar uma análise comparativa dessas habitações temporárias, utilizadas no Japão, na Turquia, na Índia e nas Filipinas, e avaliar aplicações no contexto brasileiro. Utilizou-se de pesquisa bibliográfica para averiguar a reutilização de tubos de papel na arquitetura de Shigeru Ban e as características projetuais e construtivas da primeira Paper Log House. Após isso, foi realizada uma análise comparando os quatro casos e são apresentados estudos realizados no Brasil, referentes a ensaios laboratoriais e à construção de uma réplica da Paper Log House. Com os resultados da análise comparativa pode-se concluir que os aspectos culturais, econômicos e ambientais de cada contexto são de grande importância no projeto. Observou-se que seria possível construir obras semelhantes às do arquiteto Shigeru Ban com os tubos de papel fabricados no Brasil, a partir de soluções projetuais para compensar a baixa resistência mecânica dos tubos. Também se verificou que o sistema construtivo da Paper Log House pode ser vantajoso em termos econômicos como resposta a situações emergenciais no País.

**PALAVRAS CHAVE:** Desastres naturais; Habitação temporária; Reutilização; Tubos de papel.

## ABSTRACT

Natural disasters have generated, in several localities, a great number of homeless people and, consequently, the need of temporary housing. In response to this, the architect Shigeru Ban developed in 1995 the project of a temporary housing named "Paper Log House" for the homeless after an earthquake in Japan reusing paper tubes. Subsequently, it was used as a response to disasters in different places, being modified to adapt to each context. This paper aims to perform a comparative analysis of these temporary housing, used in Japan, Turkey, India and the Philippines, and evaluate applications in the Brazilian context. A literature review was performed to investigate the reuse of paper tubes in Shigeru Ban's architecture and the design and construction characteristics of the first Paper Log House. After this, an analysis is performed comparing the four cases and two studies are presented in Brazil, concerning laboratory tests and the construction of a replica of Paper Log House. With the results of the comparative analysis it can be concluded that the cultural, economic and environmental aspects of each context are of great importance in the project. It was observed that it would be possible to construct works like those of the architect Shigeru Ban with paper tubes manufactured in Brazil, from solutions to compensate the low mechanical resistance of the tubes. It has also been found that the construction system of Paper Log House can be economically advantageous in response to emergency situations in the country.

**KEY WORDS:** Natural disasters; Temporary housing; Reuse; Paper tubes



## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com a EIRD / ONU (2004), todos os anos mais de 200 milhões de pessoas são afetadas por desastres, principalmente de origem climática. Segundo o UFSC / CEPED (2013), este fato está relacionado com um aumento considerável na frequência e intensidade dos desastres e, também, nos impactos gerados. Um dos principais motivos para esse aumento é a intensificação das alterações realizadas pelo homem no meio ambiente a fim de modificá-lo e adaptá-lo às suas necessidades e usos.

De acordo com Bedoya (2004), a presença de desastres contribui para a deterioração do ambiente e da memória cultural de um lugar, destruindo infraestruturas públicas e estruturas habitáveis e causando muitas perdas de vidas humanas. Além disso, esses desastres deixam milhares de pessoas desabrigadas, levando a mobilizações nos governos e na sociedade e resultando na necessidade de abrigos e habitações temporários.

O direito à moradia está implícito na Declaração Universal dos Direitos Humanos e em diversos documentos elaborados por organizações multilaterais. Em 1996 foi realizada em Wisconsin, EUA, a primeira conferência para assentamentos emergenciais – First International Emergency Settlement Conferences e estabeleceu-se que o acesso à moradia básica e contextualmente apropriada é uma necessidade humana essencial. Os padrões para essa moradia podem variar dependendo do contexto cultural, da situação, do clima e de outros fatores (SCHRAMM e THOMPSON, 1996).

Somado a isso, Salado (2006), aponta um aumento na exploração de recursos naturais para suprir a demanda de consumo da população mundial, que tem experimentado um crescimento acelerado. Observa-se que a indústria da construção civil tem um grande impacto no meio ambiente, gerando uma grande quantidade de resíduos de construção que, segundo Santos, Cândida e Ferreira (2010), representam cerca de 50% da massa de resíduos sólidos urbanos. De acordo com Araujo (2012), para reduzir o impacto deste setor no meio ambiente devem-se estudar métodos construtivos que aproveitem os materiais disponíveis e ajudem a mitigar os seus efeitos. Uma das soluções construtivas que vem se consolidando é o uso de materiais reciclados ou reutilizados. Esta prática minimiza o impacto ambiental e contribui para o incremento da sustentabilidade das construções.

Em vista do atual contexto de grande preocupação com a preservação do meio ambiente e, ao mesmo tempo, às inúmeras pessoas desabrigadas em decorrência de desastres naturais, este artigo destaca o trabalho do arquiteto japonês Shigeru Ban, conhecido pelo uso

inovador dos materiais de construção e pelos seus projetos de caráter humanitário. Nos últimos anos, este arquiteto tem aplicado seus conhecimentos em materiais recicláveis e reutilizáveis, principalmente papel e papelão, utilizando-os, segundo Archdaily (2014), para construções de alta qualidade e habitações de baixo custo para vítimas de desastres naturais em todo o mundo. Além disso, Salado (2006) aponta outras vantagens no uso dos tubos de papel na construção, como baixo custo, facilidade na realocação e substituição quando danificados, baixa tecnologia e mínima geração de resíduos.

Neste estudo é analisado o trabalho de Shigeru Ban com tubos de papel reutilizados para a construção de habitações temporárias, com foco em seu projeto nomeado "Paper Log House" e algumas aplicações no Brasil. Esta habitação foi desenvolvida inicialmente em resposta aos desabrigados após o terremoto de 1995 em Kobe, no Japão. Posteriormente o mesmo foi utilizado como resposta a desastres naturais em diferentes locais, sendo modificado para se adaptar a cada contexto.

Este trabalho visa, inicialmente, realizar uma análise comparativa entre a primeira habitação temporária feita para Kobe e os projetos subsequentes, feitos no ano 2000, após um terremoto na Turquia; em 2001, após o terremoto Bluj na Índia e em 2014, após o furacão Yolanda nas Filipinas. A partir disso, almeja-se identificar as principais adaptações feitas em cada caso, visando destacar os aspectos mais relevantes do projeto e construção das habitações temporárias nos diferentes contextos. Após isso, são analisados estudos realizados no Brasil referentes a ensaios laboratoriais com os tubos de papel para verificar a possibilidade de uso deste material no País e à construção de uma réplica da Paper Log House, identificando a sua exequibilidade em termos econômicos no contexto brasileiro.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A revisão de literatura está dividida em dois subtópicos, abordando de modo sintético a reutilização de tubos de papel na arquitetura de Shigeru Ban e as características projetuais e construtivas da primeira habitação temporária "Paper Log House" desenvolvida em 1995 para Kobe, Japão.

### 2.1. A reutilização de tubos de papel na Arquitetura de Shigeru Ban

"What is a permanent and what is a temporary building? Even a building made in paper can be permanent as long as people love it" (BAN, 2013).

Segundo Salado (2006), o uso de tubos de papel na construção civil teve início em 1970, nos EUA. Nesse período, alguns experimentos isolados foram desenvolvidos, também realizados por pesquisadores europeus. No entanto, foi o arquiteto japonês Shigeru Ban quem mais se dedicou ao desenvolvimento e disseminação dessa tecnologia. Na maioria de suas obras, o arquiteto mantém as características simples do tubo de papel, utilizando-o oco e com tratamento contra a ação do fogo e da umidade. Além disso, aumenta as qualidades básicas dos tubos para obter um material estrutural com resistência satisfatória. Deste modo, Ban transforma os tubos de papel simples em grandes construções e espaços diferenciados, repensando a natureza efêmera do papel. Em suas obras observa-se que os tubos de papel são um material muito versátil e podem ser utilizados de muitas formas, permitindo diversos sistemas construtivos.

Shigeru Ban iniciou seus experimentos com tubos de papel utilizando esse material para construir painéis de divisórias em ambientes fechados, como na exposição Alvar Aalto, em 1986, em Tóquio. Depois disso, segundo Salado (2006), ele passou a testar os tubos de papel para utilizá-los como um material estrutural. Entretanto, para conhecer as características técnicas dos tubos foi necessário o desenvolvimento de testes laboratoriais. O primeiro sistema estrutural testado, denominado "Paper Arbor", foi feito em 1989, em Nagoya, no Japão. De acordo com Shigeru Ban Architects (2018b), nessa obra, 48 tubos de papel foram tratados com uma impermeabilização em parafina e montados em uma base de concreto pré-moldado. Os tubos foram endurecidos com cola e unidos em sua extremidade por um anel de compressão de madeira. Seis meses após a construção, a estrutura foi desmontada e a resistência dos tubos de papel foi analisada. Apesar de expostos às intempéries, os tubos tiveram sua resistência à compressão aumentada devido ao endurecimento da cola utilizada em sua fabricação.

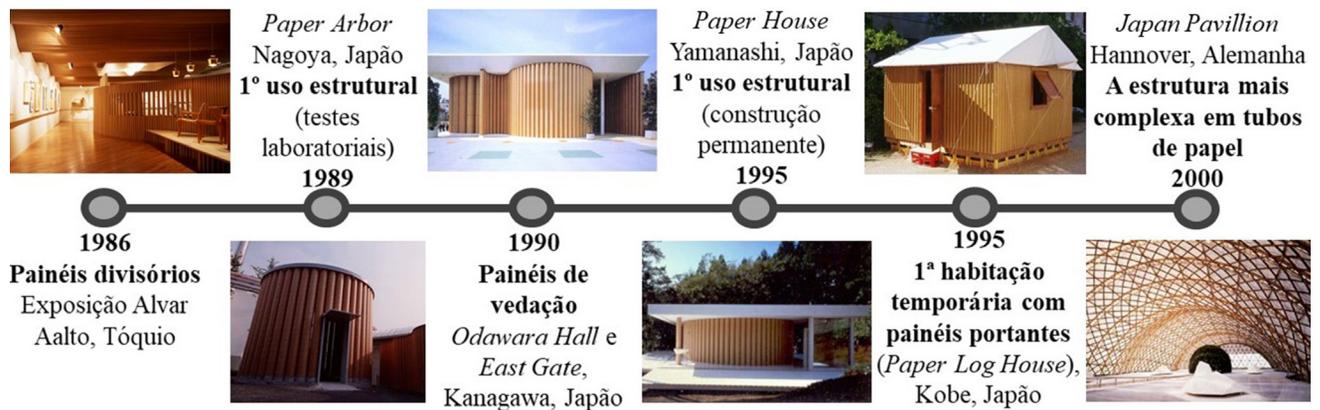
O arquiteto também explorou as possibilidades plásticas do material usando-o em painéis de vedação, como no salão temporário multiuso construído em Odawara, Japão, em 1990. Segundo Shigeru Ban Architects (2018c), nesta obra foi utilizada uma estrutura metálica para dar suporte à cobertura. Os tubos de papel serviram para vedar o espaço e fornecer proteção contra chuva e ventos fortes. Os espaços entre os tubos foram preenchidos com tubos de vinil transparente para filtrar a luz natural. No ano de 1995, o arquiteto construiu sua própria casa no Lago Yamanaka,

no Japão. De acordo com Salado (2006), esta foi sua primeira construção permanente que obteve autorização oficial do governo japonês para utilizar os tubos de papel estruturalmente.

Depois de 1995, Shigeru Ban começou a trabalhar em áreas atingidas por desastres naturais, construindo abrigos e habitações temporárias e reconstruindo edificações danificadas. Um exemplo é a habitação temporária denominada "Paper Log House", utilizada no Japão, na Turquia, na Índia e nas Filipinas. O arquiteto também desenvolveu o "Paper Partition System" com o objetivo de fazer partições dentro dos centros de evacuação, dando privacidade aos desabrigados. Segundo Archdaily (2014), outro importante projeto humanitário foi a reconstrução de uma igreja com tubos de papel após um desastre natural em 1995 em Kobe, Japão. Esta igreja foi desmontada em junho de 2005 e todos os materiais foram enviados para uma cidade em Taiwan após um grande terremoto, tornando-se um edifício permanente. Em 2008, um projeto cooperativo entre universidades japonesas e chinesas, coordenado por Shigeru Ban, trabalhou na construção de salas de aula temporárias usando tubos de papel para uma escola em Chengdu, na China, após um terremoto. Durante as férias de verão, cerca de 120 voluntários trabalharam juntos e, em um mês, nove salas de aula foram concluídas.

Além dos diversos projetos humanitários realizados pelo arquiteto, ele também desenvolveu grandes obras, como museus, bibliotecas, pavilhões, pontes, ateliers, entre outros. Alguns destes compostos de treliças e arcos feitos de elementos tubulares de papel, formando estruturas ousadas e complexas. Segundo Salado (2006), a estrutura mais complexa construída pelo arquiteto em tubos de papel foi o Pavilhão Japonês na Feira Internacional de Hannover, na Alemanha, em 2000. A construção temporária de 3.100 m<sup>2</sup> de área conformou um imponente espaço, com uma estrutura de formato irregular e orgânico, feita a partir de uma trama de tubos de papel. Considerando o desenvolvimento sustentável, o sistema construtivo e os materiais utilizados foram especificados para reduzir o desperdício e reciclar ou reutilizar o máximo de componentes possível após a sua desmontagem.

Na Figura 1 pode ser vista uma linha do tempo com alguns dos principais projetos de Shigeru Ban com tubos de papel.



**Figura 1** – Linha do tempo com alguns projetos de Shigeru Ban  
**Fonte:** Autor.

Segundo Buck (1997), as obras de Shigeru Ban levam a uma reflexão sobre a relação entre arquitetura e materiais, comprovando que a força e a estabilidade de uma estrutura estão relacionadas ao conhecimento do material e à técnica construtiva adotada.

## 2.2. Habitação temporária Paper Log House desenvolvida para Kobe, Japão

*"So I thought, even as architects, we can be involved in the reconstruction of temporary housing. We can make it better. So that is why I started working in disaster areas"* (BAN, 2013).

Segundo Brasil (2012), desastre é o resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem, sobre um ambiente vulnerável, que excede a capacidade de resposta do sistema social atingido. Uma ação importante para minimizar os danos causados por desastres é a redução do número de pessoas residentes em áreas de risco, pois após desastres podem ter que abandonar suas casas e se convertem em desabrigadas ou desalojadas. De acordo com o UFSC / CEPED (2014), desabrigado é aquele cuja habitação foi danificada ou destruída por desastres, ou que está localizado em áreas de risco, e que necessita de abrigo para ser alojado. Já o desalojado é aquele cuja habitação foi danificada ou destruída, mas que não necessita de abrigo, pois buscará hospedar-se na casa de amigos ou parentes. Quarantelli (1995) define quatro etapas na provisão de abrigo e habitação pós-desastre:

- Abrigo de emergência: tem curta duração, geralmente de algumas horas a um dia, e exige pouca infraestrutura e serviços.
- Abrigo temporário: com duração de dias a semanas. Exige mais infraestruturas e serviços, porém, ainda não se restabelece a rotina diária.

- Habitação temporária: que se refere à retomada da rotina e das atividades diárias dos desabrigados e se estende por meses a anos.
- Habitação permanente: referente ao retorno dos desabrigados para suas casas reconstruídas ou reparadas, ou o reassentamento a outra localidade.

A Paper Log House é uma habitação temporária desenvolvida pelo arquiteto Shigeru Ban para ajudar os desabrigados após um terremoto de magnitude 7,2 na escala Richter, que atingiu a cidade de Kobe, no Japão, em 1995. Segundo Osamu, Akagi e Kita (1995), este desastre gerou trezentas e vinte mil pessoas desabrigadas e as consequências do terremoto deixaram a cidade em ruínas, destruindo cerca de cento e dois mil edificações. De acordo com McQuaid (2003), um grupo de dez voluntários, incluindo um líder, foi designado para construir cada unidade. Os seis primeiros módulos foram concluídos em menos de seis horas e no final foram montadas vinte e sete unidades. Como apontado por Ferreira (2011), os critérios para a Paper Log House eram materiais locais e de baixo custo, métodos construtivos simples, isolamento térmico satisfatório, baixo impacto ambiental e, ao mesmo tempo, qualidade estética. A habitação é facilmente montável e desmontável e seus elementos pré-fabricados foram manufaturados em um espaço próximo ao local de trabalho, em uma espécie de oficina improvisada.

Segundo Salado (2006), famílias com filhos mais velhos recebiam duas unidades. Os módulos foram dispostos lado a lado e o espaço de 1,8 m entre eles foi utilizado como área comum. As dimensões em planta da habitação temporária são de 4 por 4 m, totalizando 16 m<sup>2</sup> de área privativa. Internamente não há divisórias, configurando um único espaço. De um lado da habitação está localizada a porta e nas outras três faces foram dispostas janelas para favorecer a entrada de luz natural e a circulação de ar em seu interior. Nas Figuras 2 e 3 pode ser vista a Paper Log House externa e internamente.

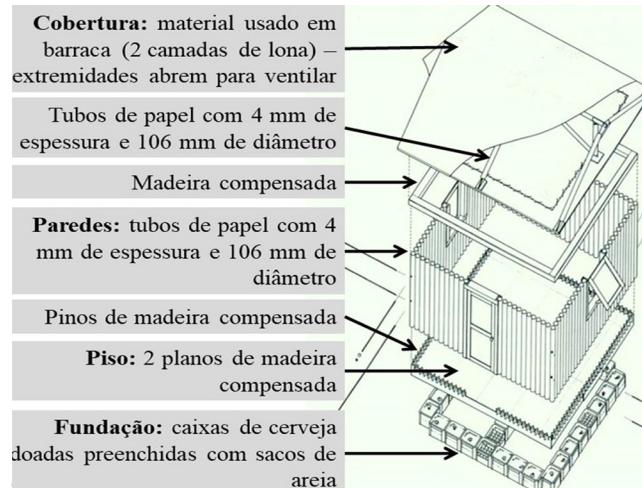


**Figura 2** – Paper Log House externamente  
**Fonte:** Ferreira (2011).



**Figura 3** – Paper Log House internamente  
**Fonte:** Ferreira (2011).

Segundo Salado (2006), a fundação consiste em caixas de cerveja doadas, preenchidas com sacos de areia, para ajudar a ancorar as mesmas no local. No piso foram utilizadas duas placas de madeira compensada com 4 por 4 m, contornadas por pinos de madeira compensada. As paredes são feitas de tubos de papel com 4 mm de espessura e 106 mm de diâmetro, que têm função estrutural e de vedação. Esses tubos são encaixados nos pinos de madeira compensada, sendo unidos com fita adesiva expansiva, de modo a obter maior resistência à água. A cobertura de duas águas foi apoiada em uma estrutura feita com tubos de papel e revestida com uma dupla camada de lona. As extremidades da cobertura são operáveis, para melhorar a ventilação no verão. . Nas Figuras 4, 5 e 6 é possível visualizar as partes componentes da Paper Log House.



**Figura 4** – Perspectiva com informações dos materiais utilizados  
**Fonte:** Adaptado de McQuaid (2003)



**Figura 5** – Montagem da Paper Log House  
**Fonte:** Ferreira (2011).



**Figura 6** – Montagem da Paper Log House  
**Fonte:** Ferreira (2011).

Após o desastre em Kobe, os resultados positivos da Paper Log House levaram o arquiteto Shigeru Ban a propor projetos semelhantes para outros países.

### 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A metodologia aplicada parte de levantamento bibliográfico, identificando conceitos referentes a reutilização de tubos de papel na arquitetura de Shigeru Ban e às características projetuais e construtivas da primeira Paper Log House desenvolvida para Kobe, no Japão, em 1995. Em seguida, é realizada uma análise comparando esta primeira habitação temporária com as principais adaptações feitas em três projetos subsequentes: para a Turquia, a Índia e as Filipinas. Em cada caso, o projeto, os materiais e as técnicas construtivas foram analisados, referentes às dimensões, à forma, à fundação, ao piso, às paredes e à cobertura de cada uma das habitações temporárias. Os dados obtidos foram sintetizados em um quadro, a fim de fornecer uma visão sistêmica dos resultados. Por fim, foram analisadas três aplicações no Brasil, referentes a execução de testes laboratoriais com tubos de papel fabricados no País e a construção de uma réplica da Paper Log House. Em duas pesquisas é verificada a possibilidade de uso deste material, compondo sistemas construtivos no Brasil. No terceiro estudo é analisada a exequibilidade da Paper Log House em termos econômicos no contexto brasileiro.

### 4. ADAPTAÇÕES DA PAPER LOG HOUSE À DIFERENTES CONTEXTOS

Depois de um terremoto que atingiu a Turquia em 1999, Shigeru Ban construiu algumas Paper Log Houses para as vítimas em Kaynashi. Com base no primeiro projeto desenvolvido para Kobe, algumas melhorias foram aplicadas para se adequar ao ambiente na Turquia. As unidades tinham uma configuração maior e mais isolamento térmico, devido ao clima frio do local. No ano de 2001, o terremoto Bluj atingiu a Índia e o arquiteto também usou a Paper Log House como solução temporária para as vítimas. De acordo com Shigeru Ban Architects (2018a), as principais diferenças das habitações feitas para a Índia estão na fundação e na cobertura, devido a alterações feitas para adequá-las às tradições, materiais e técnicas construtiva locais. Recentemente, no ano de 2013, o furacão Yolanda atingiu as Filipinas, e algumas Paper Log Houses foram construídas em Daanbantayan, Cebu. Nesta habitação temporária, Shigeru Ban utilizou outro método construtivo denominado "Paper Partition System", para simplificar a montagem das unidades e acelerar a obra. A síntese analítica das principais características projetuais e construtivas das habitações temporárias feitas para Kobe, Turquia, Índia e Filipinas é apresentada no Quadro 1. Assim, é possível visualizar claramente os dados obtidos, permitindo uma visão sistêmica dos resultados.

Características e adaptações		Lugar / Ano / Imagem
Dim./ forma	- 4 x 4 m em planta sem divisórias	Kobe, 1995 
Fundação	- Caixas de cerveja doadas preenchidas com sacos de areia	
Piso	- 2 planos de madeira compensada	
Paredes	- Tubos de papel com 4 mm de espessura e 106 mm de diâmetro - Isolamento: fita adesiva expansiva impermeável aplicada entre os tubos de papel	
Cobertura	- Cobertura de duas águas com dupla camada de lona. As extremidades abrem para ventilar	
Dim./ forma	- Unidades maiores: 3 x 6 m em planta sem divisórias devido à medida padrão dos contraplacados de madeira (piso) fabricados na Turquia e às famílias turcas serem mais numerosas	Turquia, 2000 
Fundação	- Caixas de cerveja doadas preenchidas com sacos de areia	
Piso	- 2 planos de madeira compensada	
Paredes	- Tubos de papel com 4 mm de espessura e 106 mm de diâmetro - Mais isolamento: resíduos de papel retalhados inseridos no interior dos tubos das paredes e fibra de vidro no teto	
Cobertura	- Cobertura de duas águas com dupla camada de lona. As extremidades abrem para ventilar	

Dim./forma	- Unidades maiores: 6,8 x 3,3 m em planta, com uma área interna sem divisórias de 5 x 3,3 m e uma varanda externa com 1,8 x 3,3 m	 <p>Índia, 2001</p>
Fundação	- Entulhos de construções destruídas usados na fundação ao invés de caixas de cerveja (não foram encontradas na área)	
Piso	- Pavimentação tradicional de barro com estreme (aspecto cultural)	
Paredes	- Tubos de papel com 4 mm de espessura e 106 mm de diâmetro - Isolamento: fita adesiva expansiva impermeável aplicada entre os tubos de papel	
Coertura	- Metades de bambus aplicadas nas abóbadas nervuradas e peças inteiras de bambu usadas nas vigas de cumeeira. Esteira de cana local colocada sobre a estrutura de bambu, seguida por uma lona de plástico transparente (proteger da chuva) e por outra camada de esteira de cana - Ventilação: fornecida através dos frontões, onde pequenos buracos nas esteiras permitem a circulação de ar.	
Dim./forma	- 4 x 4 m em planta sem divisórias	 <p>Filipinas, 2014</p>
Fundação	- Caixas de cerveja doadas preenchidas com sacos de areia	
Piso	- Painéis feitos com madeira de coco e madeira compensada	
Paredes	- Requadros estruturais feitos com tubos de papel revestidos por uma trama de bambu. O arquiteto incorporou o sistema de conexão do Paper Partition System	
Coertura	- Colmos de palmeiras Nypa colocadas sobre lona de plástico	

**Quadro 1** – Cases de uso da Paper Log Houses  
**Fonte:** Elaborado pelas autoras.

A partir da análise do Quadro 1, pode-se concluir que, com base na habitação temporária feita para Kobe, as outras três Paper Log Houses, feitas para a Turquia, a Índia e as Filipinas, receberam algumas melhorias para se adequar a cada contexto. Na Turquia, as unidades tinham maiores dimensões em planta devido à medida padrão dos contraplacados de madeira no local e às famílias turcas serem mais numerosas. Além disso, foi adicionado mais isolamento térmico devido ao clima mais frio e às necessidades dos usuários.

Na Índia as principais adaptações foram feitas no layout, na fundação e na cobertura das Paper Log Houses. Neste caso, foi adicionada uma varanda externa, com o objetivo de se adaptar ao clima quente da Índia e aos costumes da população local. Na fundação foram utilizados entulhos de construções destruídas em vez de caixas de cerveja e o piso foi revestido com um material tradicional. Além disso, as habitações foram elevadas do solo para se tornarem mais semelhantes aos edifícios locais. A cobertura abobadada foi feita com materiais locais como bambu e foi aplicada uma trama nos frontões semicirculares para obter ventilação no interior das habitações. Isto proporcionou um clima mais agradável, permitiu cozinhar dentro das unidades e ajudou a repelir os mosquitos.

Por fim, nas Filipinas as principais mudanças foram feitas nas paredes, na cobertura e no sistema construtivo. Como o método utilizado nos projetos anteriores era muito complicado e demorado para construir em grandes volumes, neste caso o arquiteto usou o Paper Partition System, desenvolvido para fazer partições em centros de evacuação. Com isso, foi possível simplificar o trabalho e agilizar a construção. Também foram incorporados materiais locais nas paredes e na cobertura das habitações.

## 5. APLICAÇÕES NO BRASIL

A seguir serão abordados três estudos relacionados ao tema no Brasil. Dois destes referem-se à execução de ensaios de laboratório com tubos de papel fabricados no País (SALADO, 2006; SALADO e SICHIERI, 2008). O terceiro aborda o desenvolvimento de uma réplica da Paper Log House na Universidade Paulista – UNIP (ZAPAROLI, 2013).

### 5.1. Ensaios de laboratório

Com base em uma pesquisa desenvolvido por Salado (2006), Salado e Sichieri (2008) publicaram um trabalho com o objetivo de aferir a resistência à compressão axial e à flexão de tubos de papel fabricados no Brasil, identificando o comportamento deste material quando submetido a esses esforços. A partir disso, fizeram uma

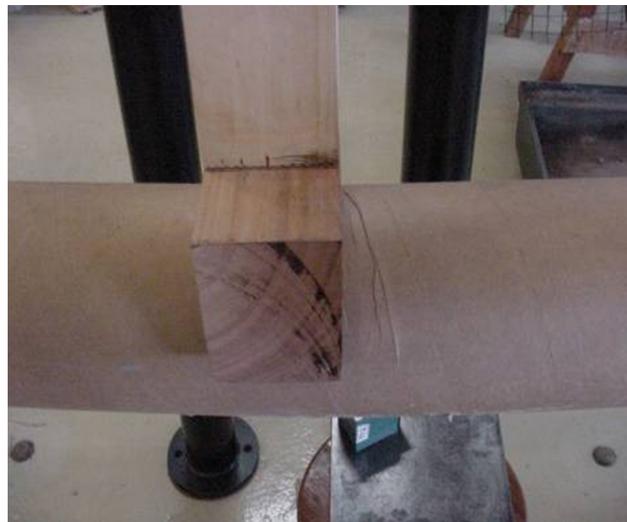
comparação dos resultados obtidos com os resultados de ensaios feitos pelo arquiteto Shigeru Ban com os tubos de papel de origem japonesa utilizados em suas obras. Os ensaios foram feitos com base em normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT e nos procedimentos de ensaios adotados por Shigeru Ban. Para os ensaios foram utilizadas amostras de tubos de papel fabricados por uma indústria brasileira, secos e sem revestimento.

Como não existe uma norma específica para o ensaio de resistência à compressão axial em tubos de papel, foi utilizada como referência a NBR 5739 (ABNT, 1994). Após o ensaio, pode-se observar que os corpos-de-prova rotacionaram cerca de 0,5° no sentido horário e sofreram esmagamento da borda superior, junto à aplicação de carga. Também apresentaram ondulações paralelas às emendas de papel kraft na face externa e interna (Figura 07). Além disso, os resultados demonstraram que a resistência à compressão dos tubos de papel é menor que a de materiais como o concreto, o aço, a madeira e os blocos para alvenaria estrutural. No entanto, isso não impossibilita o seu uso como elemento de estrutura ou vedação (SALADO, 2006; SALADO e SICHERI, 2008).



**Figura 7** – Ondulações formadas no corpo-de-prova  
**Fonte:** Salado (2006).

Para o ensaio de resistência à flexão utilizou-se o Método dos Três Pontos, conforme prescreve a NBR 14576 (ABNT, 2000). Após o ensaio, observou-se que os corpos-de-prova sofreram um pequeno amassamento em seus pontos de apoio, devido aos prismas-suporte. Além disso, ao ultrapassar o limite de sua resistência, os corpos-de-prova amassaram no local de aplicação de carga, devido à curvatura gerada, apresentando rugas e ondulações (Figura 08) (SALADO, 2006; SALADO e SICHERI, 2008).



**Figura 8** – Rugas e ondulações no local de aplicação da carga  
**Fonte:** Salado (2006)

Quando analisados os esforços, os tubos de papel apresentaram uma resistência à flexão (cerca de 10,5 MPa) um pouco maior que à compressão (cerca de 8 Mpa). Em comparação com os ensaios realizados por Shigeru Ban, os resultados obtidos demonstraram que os tubos testados apresentaram resistências à flexão e à compressão cerca de 30% e 20%, respectivamente, inferiores aos tubos japoneses. Essa discrepância pode ter ocorrido devido às matérias-primas constituintes dos tubos japoneses e brasileiros serem de qualidades diferentes, assim como o processo de fabricação. No entanto, com soluções em projeto, tais como o uso de enrijecedores, ligações menos espaçadas e amarrações seria possível construir obras semelhantes às do arquiteto Shigeru Ban no Brasil (SALADO, 2006; SALADO e SICHERI, 2008).

## 5.2. Réplica desenvolvida na UNIP

Em 2012, foi iniciado no curso de Arquitetura e Urbanismo da UNIP (unidade de São José dos Campos) um projeto prático embasado em uma pesquisa sobre abrigos emergenciais, com o objetivo de entender a importância do profissional arquiteto frente a um tema de grande relevância social. Este projeto foi desenvolvido por um grupo de pesquisa composto por alunos do primeiro ano do curso de Arquitetura e Urbanismo e coordenado pela prof<sup>ª</sup>. Dra<sup>ª</sup>. Dilene Zaparoli. O resultado do projeto culminou na construção de uma réplica da habitação temporária Paper Log House, desenvolvida por Shigeru Ban. A habitação sofreu poucas modificações e teve como objetivo testar a técnica construtiva, aplicando-a à realidade brasileira. Assim como na Paper Log House utilizada em Kobe, na réplica os tubos de papel foram utilizados na vedação

e estrutura, constituindo uma habitação de 16 m<sup>2</sup> de área interna (ZAPAROLI, 2013).

Nas Figuras 09 e 10 podem ser vistas algumas etapas do processo construtivo da habitação temporária e na Figura 11 pode ser vista a réplica finalizada.



**Figura 9** – Fundação feita de caixas de fruta com sacos de areia  
**Fonte:** Zaparoli (2013).



**Figura 10** – Estrutura da cobertura com tubos de papel  
**Fonte:** Zaparoli (2013).



**Figura 11** – Réplica da Paper Log House finalizada  
**Fonte:** Zaparoli (2013).

Durante o desenvolvimento do projeto foram levantados todos os quantitativos e valores dos materiais utilizados na fundação, piso, vedação, cobertura, janelas e porta da réplica, totalizando um custo de 4.312,00 reais (ZAPAROLI,

2013). O valor de cada módulo da habitação utilizada em Kobe, em 1995, foi de 2.200 euros (MCQUAID, 2003). De outra parte, o valor do Custo Unitário Básico – CUB (2019), em Santa Catarina, para Projeto de Interesse Social – PIS, em abril de 2019, com exoneração de mão de obra, é de 1.091,06 / m<sup>2</sup>, que para uma área de 16 m<sup>2</sup> daria um custo de 17.456,96 reais. A partir disso, observa-se que a réplica construída na UNIP pode ser uma alternativa viável em termos econômicos, podendo ser utilizada como resposta às diversas situações emergenciais que ocorrem no Brasil.

## 6. CONCLUSÕES

A partir da pesquisa realizada e da síntese analítica dos resultados, observou-se que os tubos de papel reutilizados são um material muito versátil e podem ser utilizados de diversas formas, permitindo variados sistemas construtivos, com diferentes composições e usos. Em suas obras, o arquiteto Shigeru Ban conseguiu responder às necessidades de diferentes populações utilizando materiais disponíveis localmente, com baixo impacto ambiental e alta qualidade estética.

Depois de analisar os quatro casos em que a Paper Log House foi utilizada, pode-se concluir que essa habitação temporária foi modificada para se adaptar às diferentes condições de cada localidade e às necessidades dos desabrigados em cada contexto. Observou-se que deve ser priorizado o uso de materiais e técnicas construtivas locais, a agilidade construtiva, o conforto e a privacidade dos usuários, a qualidade estética, a participação da população local, a reutilização e reciclagem de materiais, entre outros aspectos. Assim, pode-se dizer que essa habitação temporária assume os preceitos de uma arquitetura sustentável, pois os aspectos socioeconômicos, culturais e ambientais são de grande importância no seu projeto e construção.

Deste modo, pode-se concluir que a habitação temporária Paper Log House desenvolvida pelo arquiteto Shigeru Ban evidencia que, com criatividade e conhecimento, é possível adaptar a mesma arquitetura a diferentes realidades, provando um importante conceito de sustentabilidade: soluções globais considerando as condições locais.

Com relação às aplicações desenvolvidas no contexto brasileiro, observou-se que, é possível executar sistemas construtivos com os tubos de papel fabricados no País. No entanto, são necessárias soluções projetuais para compensar a sua baixa resistência mecânica, como associá-los a outros materiais e reforçar os pontos de apoio. De outra parte, verificou-se que o sistema construtivo da Paper Log House pode ser vantajoso em termos econômicos no Brasil, podendo ser utilizado como resposta a situações emergenciais no País.

## AGRADECIMENTOS

A UFSC, ao grupo de pesquisa Virtuhab e a Capes pelo apoio com bolsa de pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Concreto - Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos – Método de ensaio: NBR 5739: 1994**. Rio de Janeiro: ABNT, 1994.

\_\_\_\_\_. **Papel e cartão – Tubetes – Determinação da resistência à flexão – Método dos três pontos: NBR 14576: 2000**. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

ARAUJO, C. **Contêiner ganha espaço em projetos de construção civil**. 2012. Disponível em: <[http://www.sindusconrio.com.br/sindusletter/sindusletter\\_280312/n7.htm](http://www.sindusconrio.com.br/sindusletter/sindusletter_280312/n7.htm)>. Acesso em: 05 jan. 2018.

ARCHDAILY. **The Humanitarian Works of Shigeru Ban**. 2014. Disponível em: <<http://www.archdaily.com/489255/the-humanitarian-works-of-shigeru-ban>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

BUCK, D. N. **The Architecture of Shigeru Ban**. (GG Portfolio), Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona: 1997.

BAN, S. **Emergency shelters made from paper**. 2013. Disponível em: <[https://www.ted.com/talks/shigeru\\_ban\\_emergency\\_shelters\\_made\\_from\\_paper](https://www.ted.com/talks/shigeru_ban_emergency_shelters_made_from_paper)>. Acesso em: 04 jan. 2018.

BEDOYA, F. Hábitat transitório y vivienda para emergências. **Tábula Rasa**, Colombia, p. 145-166, dez. 2004.

BRASIL. Instrução normativa nº 1, de 24 de agosto de 2012. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 2012. Seção 1.

ESTRATEGIA INTERNACIONAL PARA LA REDUCCIÓN DE DESASTRES –NAÇÕES UNIDAS (EIRD / ONU). **Vivir con el Riesgo**: informe mundial sobre iniciativas para la reducción de desastres. Secretaría Interinstitucional de la Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, Naciones Unidas: EIRD / ONU, 2004.

FERREIRA, J. F. C. **House in a box**: Um estudo sobre o pré-fabricado na arquitetura. Dissertação (Mestrado). Coimbra: Faculdade de Ciências e Tecnologia – Universidade de Coimbra, 2011. 126p.

McQUAID, M. **Shigeru Ban**. Nova Iorque: Phaidon Press, 2003.

OSAMU, K.; AKAGI, M.; KITA, E. The medical and public health response to the Great Hanshin-Awaji Earthquake in Japan: a case study in disaster planning. **International Medical Center of Japan**, 1995.12. p.214-226 (excerpt from "Medicine & global survival, vol.2 no.4)

QUARANTELLI, E. L. Patterns of shelter and housing in US disasters. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, v. 4. 3 ed., pp.43-53, 1995.

SALADO, G. C. **Construindo com tubos de papelão**: Um estudo da tecnologia desenvolvida por Shigeru Ban. Dissertação (Mestrado). São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, 2006. 186p.

SALADO, G. C.; SICHIERI, E. P. Resistências à compressão axial e à flexão de tubos de papelão brasileiros e japoneses utilizados em sistemas construtivos. **In: NUTAU 7º Seminário Internacional: Espaço Sustentável, Inovações em edifícios e cidades**. São Paulo: NUTAU 2008.

SANTOS, H. N.; CÂNDIDA, A.; FERREIRA, T. K. S. Ações referentes a gestão de resíduos da construção civil em Araguari-MG. **In: ENCONTRO NACIONAL DOS GEÓGRAFOS**, 16, 2010, Porto Alegre. Anais eletrônicos... Porto Alegre.

SCHRAMM, D. (Coord); THOMPSON, P. (Coord). **First International Emergency Settlement Conference**: New approaches to new realities. Wisconsin, Madison, U.S. University of Wisconsin. Disaster Management Center. Department of Engineering Professional Development, 1996. 508 p.

SHIGERU BAN ARCHITECTS. 2018a. Disponível em: <<http://www.shigerubanarchitects.com/works.html>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Paper Arbor, Nagoya, Japan, 1989.** 2018b. Disponível em: <<http://www.shigerubanarchitects.com/>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

\_\_\_\_\_. **Odawara hall and east gate, Odawara, Kanagawa, Japan, 1990.** 2018c. Disponível em: <<http://www.shigerubanarchitects.com/>>. Acesso em: 05 jan. 2018.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA. Centro Universitário de Pesquisas e Estudos sobre Desastres (UFSC / CEPED). **Atlas Brasileiro de Desastres Naturais:** 1991 a 2012. 2. ed. Florianópolis: CEPED / UFSC, 2013a. 126 p. v. Brasil.

\_\_\_\_\_. **Capacitação básica em Defesa Civil.** 5. ed. v. Santa Catarina. Florianópolis: CEPED / UFSC, 2014.

ZAPAROLI, D. **Abrigos Emergenciais:** construindo com tubos de papelão. Projeto de pesquisa, 2013, UNIP, SP. Disponível em: <[http://feiraconstruivale.com.br/wp-content/themes/Construivale\\_2013\\_Theme/cont/abrigo\\_para\\_situa%C3%A7oes\\_de\\_emerg%C3%A7oes.pdf](http://feiraconstruivale.com.br/wp-content/themes/Construivale_2013_Theme/cont/abrigo_para_situa%C3%A7oes_de_emerg%C3%A7oes.pdf)> Acesso em: 18 de mar. de 2019.

CUSTO UNITÁRIO BÁSICO – CUB. 2019. **CUB / m<sup>2</sup> estadual.** Disponível em: <<http://www.cub.org.br/cub-m-2-estadual/SC/>> Acesso em: 02 de abr. de 2019.

## AUTORES

ORCID: 0000-0003-2132-3389

**LUANA TORALLES CARBONARI, M.Sc.** | UFSC | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Campus UFSC - Trindade, PósARQ / CTC, Caixa Postal 476, Florianópolis – SC, 88040-900 | E-mail: [luanatcarbonari@gmail.com](mailto:luanatcarbonari@gmail.com)

ORCID: 0000-0002-3250-7813

**LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra. Eng.** | UFSC | Arquitetura e Urbanismo | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Campus UFSC - Trindade, PósARQ / CTC, Caixa Postal 476, Florianópolis – SC, 88040-900 | E-mail: [lisiane.librelotto@gmail.com](mailto:lisiane.librelotto@gmail.com)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

CARBONARI, Luana Toralles; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Estudo Comparativo dos Cases de Habitação Temporária "Paper Log House" e Aplicações no Brasil. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 19-29, jun. 2019.** ISSN 24473073.. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.19-29>.

**DATA DE ENVIO:** 13/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 16/04/2019



# AVALIAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE UMA EDIFICAÇÃO

ASSESSMENT OF A BUILDING ENVIRONMENTAL IMPACTS

ANELISE SCHMITZ, M.Sc. | UFRGS

JULIANO LIBRAGA | UFRGS

MIGUEL ALOYSIO SATTLER, Ph.D. | UFRGS

## RESUMO

O presente trabalho apresenta a quantificação, caracterização e avaliação dos impactos ambientais relacionados ao subsistema de vedação e respectivos revestimentos, para uma edificação a ser executada em um centro de referência para estudos de sustentabilidade, no município de Feliz/RS. O objetivo do estudo é analisar qualitativamente os impactos ambientais do subsistema de vedação, identificando materiais ou processos que possam ser substituídos ou otimizados para melhor desempenho. São abordados: o consumo energético e emissão de gases de efeito estufa relacionados ao transporte dos insumos; perdas; e o consumo energético, nos processos de manufatura, tendo, como método, os coeficientes unitários relacionados a cada tipo de impacto, encontrados na literatura referenciada. Por meio dos resultados, conclui-se que há um acréscimo de cerca de 40% no consumo total de massa do sistema, decorrentes de perdas na execução, o que poderá ser mitigado através de otimização e melhorias na gestão da construção.

**PALAVRAS CHAVE:** Avaliação de impacto ambiental; Subsistema de Vedação; Sustentabilidade.

## ABSTRACT

*The present work presents the quantification, characterization and evaluation of the environmental impacts related to the subsystem of walls and its renderings, for a building to be constructed in a Reference Center for Sustainability Studies, in the municipality of Feliz, RS. The objective of this study is to qualitatively analyze the environmental impacts of the subsystem of walls, identifying materials or processes that can be replaced or optimized to improve its environmental performance. Energy consumption and emission of greenhouse gases related to the transport of materials and building components, as well as construction losses and energy consumption in manufacturing processes are discussed, using the appropriate coefficients related to each type of impact found in the literature. Among others, the results show that there is an increase of approximately 40% in the total mass consumption of the analysed subsystem, due only to losses in the execution, which could be mitigated through optimization and improvements in construction management.*

**KEY WORDS:** Environmental impact assessment; Wall's Subsystem; Sustainability.



## 1. INTRODUÇÃO

O setor da construção civil desempenha um papel significativo para o alcance de sociedades mais sustentáveis. Mesmo quando a análise de sustentabilidade fica restrita apenas aos aspectos ambientais, observa-se serem enormes os impactos determinados pela grande quantidade de recursos consumidos, e de resíduos gerados, bem como pela falta de projetos em busca de uma maior sustentabilidade. No Brasil, bem como em países em desenvolvimento, os impactos ambientais do setor da construção civil são potencializados, devido a sua associação com outros problemas críticos de ordem econômica e social, como, por exemplo, o déficit habitacional (KUHN, 2006).

Segundo Kuhn (2006), as construções, particularmente a produção de moradias conduzem a intervenções no meio ambiente, que não estão relacionadas apenas aos impactos gerados no local onde se constrói, mas a todos os processos envolvidos na produção, uso e disposição final das edificações e de seus componentes. Ademais, tais impactos comprometem a saúde, conforto e bem-estar das populações envolvidas.

Neste sentido, o presente trabalho se insere no contexto da sustentabilidade ambiental na construção civil. Em busca de alternativas, busca quantificar os impactos de opções construtivas mais sustentáveis, tomando por referência o atendimento às necessidades de uma edificação projetada para integrar o Centro de Estudos Regenerativos e Sustentabilidade (CERES), na cidade de Feliz, RS. Este trabalho embasou-se nos métodos de avaliação ambiental adotados pela equipe de estudos focados em sustentabilidade, do Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação (NORIE), da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Neste trabalho restringimo-nos à caracterização e avaliação ambiental do subsistema de vedação e revestimentos da referida edificação, avaliando a proposta para a edificação e, complementarmente, quantificando os materiais, e as cargas e os impactos ambientais envolvidos.

Além disso, tem o objetivo de avaliar se tesouras de bambu são viáveis estruturalmente para execução em coberturas de edificações, comparando com os resultados experimentais obtidos nos ensaios.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Conceito de sustentabilidade

A definição de sustentabilidade vem evoluindo ao longo de diversos e importantes congressos e encontros mundiais, envolvendo a todos os recursos necessários para o desenvolvimento das atividades humanas (EDWARDS, 2005).

A sustentabilidade visa a melhoria contínua da qualidade de vida das gerações presentes e futuras e a preservação do planeta, conjugando o desenvolvimento econômico, proteção ambiental e a justiça social. É na união harmoniosa destes três fatores que é embasado o conceito de sustentabilidade (SOUSA, 2010).

Conforme afirmam Florim e Quelhas (2005), esses três macros temas compõem o chamado "triple bottom line". A sinergia entre esses aspectos permeia o conceito de sustentabilidade, onde quer que ele seja aplicado, tanto em nível governamental, como da sociedade civil ou no aspecto empresarial. Pode-se também trabalhar com outras dimensões do desenvolvimento sustentável, como, por exemplo, os aspectos culturais, tecnológicos e políticos.

Em 1987, o Relatório Brundtland - "Nosso Futuro Comum", esclarece pela primeira vez o conceito de sustentabilidade como sendo a de "suprir as necessidades da geração presente, sem afetar a habilidade das gerações futuras de suprir as suas". A partir de então, pesquisas e estudos em todo o mundo aprofundaram tópicos relevantes para que se tenha uma construção sustentável, nos parâmetros vigentes quanto às questões ambientais (SOUSA, 2010; MANHÃES E ARAÚJO, 2014).

### 2.2. Projeto e construção sustentáveis

Um dos maiores desafios de um projeto que busca avanços em termos de sustentabilidade envolve a redução das mudanças climáticas, por meio da economia energética e do uso de certas técnicas, como a de avaliação do ciclo de vida. No entanto, projetar de forma mais sustentável também requer a criação de espaços saudáveis, viáveis economicamente, e sensíveis às necessidades sociais. Significa, adicionalmente, respeitar os sistemas naturais e aprender por meio dos processos ecológicos (EDWARDS, 2005).

A construção sustentável requer o desenvolvimento sustentável da indústria da construção civil, em seu todo, o que pressupõe, também, uma abordagem interdisciplinar. A construção sustentável visa contribuir no sentido de deixar às gerações futuras um planeta mais sustentável, constituindo uma moderna estratégia, direcionada à produção de edificações mais seguras e saudáveis, fundamentada na redução da poluição; na economia de energia e água; na diminuição da pressão de consumo sobre matérias-primas naturais; e no aprimoramento das condições de segurança e saúde dos trabalhadores, usuários finais e comunidade, em geral (FLORIM e QUELHAS, 2005).

De acordo com a Agenda 21, no que concerne ao setor da construção civil, as edificações se tornaram alvos de pesquisas para a melhoria das relações da vida humana

com o meio ambiente. Assim, foi dado início a uma busca, não somente de eficiência energética, mas também de fontes de energias renováveis, tratamento de esgotos, reutilização da água e até de materiais de construção que tornem os impactos gerados menos agressivos ao meio ambiente, começando uma corrida para o desenvolvimento sustentável para a área da construção civil (MANHÃES e ARAÚJO, 2014).

### 2.3. Sistema construtivo de vedações e revestimentos

Um subsistema de vedação pode ser constituído por diversas alternativas construtivas, unidas por materiais ligantes, com a finalidade de otimizar, dentro do limite de recursos financeiros disponíveis, as suas condições de desempenho. Destaque-se que as vedações podem ser revestidas ou não. As paredes de vedação são constituídas, basicamente, pelas unidades de alvenaria tradicional (tijolo, pedra ou bloco), sendo o seu desempenho resultante das características destes componentes e da interação entre eles; ou seja, das características de integridade do conjunto. Compete ao projetista a definição destes componentes, frente às exigências de desempenho estabelecidas para o subsistema de vedações verticais; à disponibilidade local de componentes para alvenaria; mão de obra; ferramentas e equipamentos; além das condicionantes específicas relativas aos prazos, custos e gastos de energia (SILVA, 2003; AZEREDO, 2013).

Conforme Silva (2003), devem ser relacionados, sinteticamente, os aspectos considerados relevantes às vedações e as análises quanto às propriedades dos componentes e às características locais de: resistência mecânica; estabilidade dimensional; peso; regularidade geométrica; resistência a agentes agressivos; propriedades térmicas; resistência à transmissão sonora e resistência ao fogo; características regionais e culturais; características da mão de obra; características construtivas; e custo total.

### 2.4. Avaliação de impacto ambiental

A finalidade de uma avaliação de impacto ambiental é fornecer aos tomadores de decisão uma avaliação de impactos de sistemas construtivos, em termos de perspectivas de curto e longo prazo, a fim de ajudá-los a determinar quais ações devem, ou não, ser realizadas, na tentativa de proporcionar à sociedade avanços em direção à sustentabilidade. Além disso, a avaliação de sustentabilidade tem o propósito de comunicar ao público os esforços e o progresso de uma organização nas dimensões econômica, ambiental e social (TELES et al., 2016).

A utilização de materiais naturais, que exijam o mínimo de processamento, traduz-se em impactos benéficos para o ambiente. As construções naturais fazem uso de materiais disponíveis no local da obra ou adjacências, utilizando tecnologias sustentáveis, de baixos custos e dispêndio energético (TEIXEIRA, 2006).

Os materiais reciclados, assim como os materiais naturais, apresentam valores baixos de energia incorporada. A energia incorporada varia consideravelmente de material para material, sendo os valores de energia expressos por unidade de massa (MJ/kg) ou por unidade de volume (MJ/m<sup>3</sup>) (SOUSA, 2010).

Os impactos dos produtos da construção, no meio ambiente, apresentam-se de diversas formas. Enquanto alguns efeitos, como a geração de poeira e barulho, durante a fase de construção, têm impactos transitórios; outros, tais como emissões de dióxido de carbono, por queima de combustíveis, podem ter impactos permanentes. A diversidade e complexidade desses impactos são de difícil caracterização, mas não são, entretanto, especificidades dos produtos da construção (KUHN, 2006).

Sattler (2002) afirma que quando se avaliam os danos determinados pela atividade construtiva, estes são normalmente classificados quanto aos seguintes aspectos: gradativo esgotamento de matérias primas; dano ecológico causado pela extração destes materiais; consumo de energia em todos os estágios de produção (incluindo transporte); consumo de água; poluição por ruídos e odores; emissões danosas, entre as quais aquelas diretamente relacionadas à redução da camada de ozônio; mudanças climáticas e chuvas ácidas; aspectos relativos à saúde humana; risco de desastres; durabilidade e manutenção; reuso e desperdícios.

## 3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta pesquisa foi aplicada ao projeto para o protótipo de uma edificação, concebida para se tornar um Centro de Estudos Regenerativos e Sustentabilidade, - CERES, a ser localizada no município de Feliz, RS. Por meio da coleta de dados de referências de índices de carga ambiental, fatores de perda, cálculo de quantitativos, entre outros, foram avaliados os impactos ambientais associados ao subsistema de vedações e revestimentos da edificação em estudo. Portanto, é classificada como uma pesquisa descritiva, de caráter quantitativo, pois aborda um estudo de caso, com a estimativa de valores de cargas ambientais, comparados a uma base de referência.

O município de Feliz está situado entre os dois principais polos econômicos do Estado: a região metropolitana (80 km de Porto Alegre) e a região serrana do Estado (45

km de Caxias do Sul). A cidade possui fácil acesso e está ligada às principais rodovias estaduais e federais locais, como a RS-122, RS-240, BR-116 (IBGE, 2018).

De acordo com Sattler et al. (2003) apud Michel e Novello (2017), o CERES é definido como um local onde se poderá observar e contemplar, para se viver e aprender com a natureza no entorno da construção. Tem como objetivo a aplicação prática de pesquisas e de técnicas que considerem corretamente os critérios ambientais, que levam à sustentabilidade relacionada a diferentes contextos, sendo eles: social, político, econômico, cultural e ambiental, sempre fazendo análises, desenvolvendo e definindo as soluções de forma sistêmica, focando-se basicamente em educação e construção de conhecimentos voltados a construções mais sustentáveis.

A coleta dos dados para a realização deste estudo considerou a utilização de insumos, materiais e serviços, disponíveis e usuais no mercado, para a tipologia de obra almejada, e priorizando, sempre que possível, mitigar os impactos ambientais nos processos construtivos. De posse dos dados, foi realizada a análise dos consumos de energia gerados na produção dos materiais, com principal ênfase naqueles que consomem mais energia, e nos que não apresentam um bom desempenho. Os resultados obtidos foram comparados com os parâmetros de referência do trabalho de Kuhn (2006), entre outros autores referenciados. A partir disso, foi possível propor melhorias pontuais e fundamentadas, a fim de mitigar os impactos ambientais associados.

Os levantamentos de quantitativos e a coleta de dados foram realizados a partir da análise do projeto arquitetônico, com especial atenção nos tipos de vedação e de revestimentos propostos. Para a quantificação dos serviços, foram utilizados os coeficientes de produtividade e previstos nas composições do SINAPI (Sistema Nacional de Preços e Insumos) da Caixa Econômica Federal, que é o sistema referencial de preços da Administração Pública para execução de obras de padrão construtivo habitacional comum, e o qual considera os coeficientes usuais de mercado para os diversos tipos de insumos e serviços da construção civil. A seguir são apresentadas perspectivas gerais da edificação projetada para o CERES (Figura 1).



Figura 1 – Perspectivas em 3D do CERES

Fonte: Projeto executivo arquitetônico do CERES (2018)

#### 4. ANÁLISES E RESULTADOS

Primeiramente, foi realizada uma análise dos materiais disponíveis no local, que fossem passíveis de utilização na construção da edificação e, posteriormente, foram avaliados os materiais que deveriam ser adquiridos, com seu respectivo levantamento de quantitativos e cálculo de energia incorporada. No sistema de vedações e revestimentos foram considerados, além das alvenarias em tijolo maciço, os pilares de tijolos maciços e os revestimentos básicos considerados necessários (por exemplo, a cerâmica, em áreas molhadas).

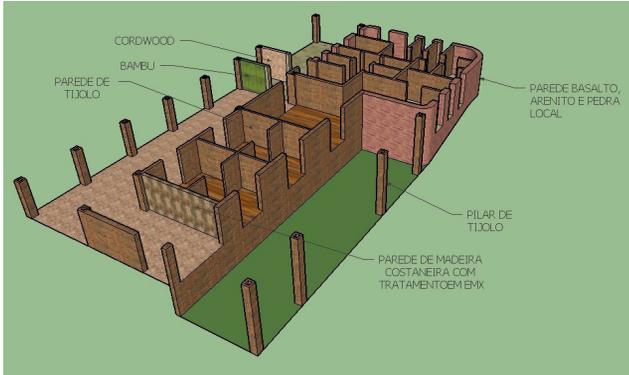
No Apêndice “A” consta uma tabela com o cálculo dos quantitativos, fatores e impactos ambientais gerados e quantificados para a execução do sistema de vedação e seus revestimentos, que serão explanados ao longo das análises.

Os quantitativos gerais foram expressos em massa, para cada material computado. Os coeficientes para conversão em massa foram extraídos do estudo de Kuhn (2006), exceto no que se refere à areia, para a qual foi considerada a sua massa específica, e para a conversão da pedra local (basalto) se considerou o que dispõe o estudo de Rojas et al. (2009).

Os quantitativos (em kg), para os principais materiais avaliados foram, por ordem decrescente: 40%, para tijolos maciços com espessura de 20 cm; seguido por 29%, para a pedra local; 15%, para tijolos maciços com espessura de 10 cm; 7%, para a areia; 6%, para tijolos maciços com espessura de 15 cm; 1%, para o cimento; 1%, para o revestimento cerâmico; e 1%, para a cal.

Para os fechamentos com painéis de bambu, pedras, cordwood e em madeira, pelo fato de os materiais serem disponíveis no próprio local da obra, eles não foram considerados na presente avaliação de impacto ambiental.

Cumprir informar que para o item pedra local foi considerado o basalto. Com base no projeto arquitetônico e nos materiais selecionados para utilização, foi criada uma imagem em perspectiva, contemplando a composição do subsistema de vedações e revestimentos, a qual pode ser visualizada na Figura 2.



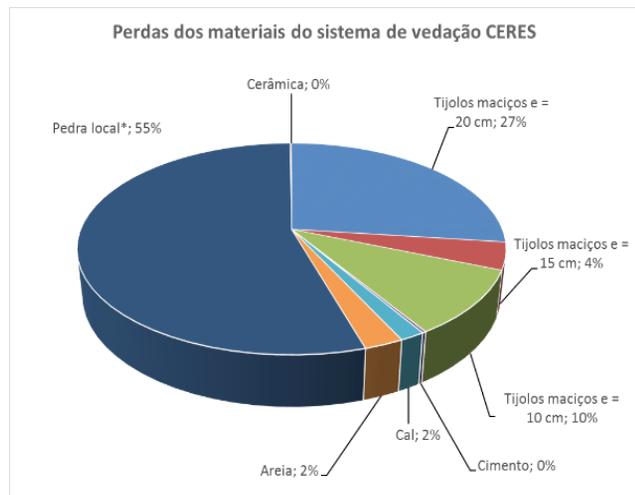
**Figura 2:** Perspectiva com caracterização dos diferentes tipos de vedação  
**Fonte:** Autores, baseado no projeto arquitetônico do CERES (2018).

Quanto às perdas geradas no processo construtivo, elas se referem a um impacto ambiental importante, que pode ser minimizado por meio da otimização de processos, do melhor aproveitamento dos insumos e de um controle tecnológico durante a execução dos serviços relacionados. A minimização de perdas passa também por questões culturais, dos processos de execução utilizados pelos profissionais envolvidos diretamente em cada serviço, e envolve a conscientização e treinamento, para um melhor aproveitamento e utilização dos insumos. De qualquer modo, ainda se verificam percentuais significativos de perdas incorporados aos processos construtivos convencionais. A quantificação das perdas geradas é uma forma de demonstrar os prejuízos ambientais e econômicos decorrentes da falta de ações para mitigação deste tipo de impacto, promovendo uma maior conscientização da área técnica sobre a necessidade de atenção ao tema. Os percentuais médios de perdas mais significativos, adotados com base em literatura específica, são apresentados na Tabela 1.

Material	Perda (%)
Tijolos maciços cerâmicos	27
Cimento	17
Cal	102
Areia	14
Pedra	75
Cerâmica	10

**Tabela 1:** Percentuais de perda adotados para os principais materiais  
**Fonte:** Autores, com base em estudos sobre perdas de Kuhn (2006); Pinto (1989) apud Rosa (2001); e Formoso et al. (1993) apud Kuhn (2006); e Pinto (1995) apud Zordan (2005).

Os percentuais apresentados na Tabela 1 foram aplicados sobre o quantitativo necessário de cada item para a execução do subsistema, resultando na massa de perdas de cada insumo. Na Figura 3 são apresentados os percentuais de perdas, para cada componente do subsistema, em relação ao somatório da massa total de perdas, em quilogramas. Importante diferenciar que a Tabela 1 apresenta a perda considerada para cada material, em percentual, e a Figura 3 expõe a representatividade das perdas de cada material em relação aos demais itens do subsistema. Os percentuais apresentados na Tabela 1 foram aplicados sobre o quantitativo necessário de cada item para a execução do subsistema, resultando na massa de perdas de cada insumo. Na Figura 3 são apresentados os percentuais de perdas, para cada componente do subsistema, em relação ao somatório da massa total de perdas, em quilogramas. Importante diferenciar que a Tabela 1 apresenta a perda considerada para cada material, em percentual, e a Figura 3 expõe a representatividade das perdas de cada material em relação aos demais itens do subsistema.



**Figura 3:** Perdas dos materiais do sistema de vedação e revestimentos do CERES  
**Fonte:** Autores (2018).

Entre os materiais de construção, com uso previsto no CERES, o que mais apresenta perdas em seu consumo é a pedra local, que possui um percentual de 55%; seguido de tijolos maciços com espessura de 20 cm, com 27%; tijolos maciços com espessura de 10 cm, com 10%; tijolos maciços com espessura de 15 cm, com 4%; cal, com 2%; areia, com 2% e a cerâmica de revestimento, a qual não apresenta perda representativa no processo.

Para mitigar os impactos ambientais, apresenta-se, como uma boa prática, limitar a utilização de pedras aos quantitativos disponíveis no local da obra, tendo em vista o elevado percentual de perdas relacionado a estes

materiais, em adição a todos os impactos adicionais em sua cadeia produtiva. Para os tijolos maciços, segundo item com maior índice de perdas, o controle do processo executivo pode ser uma forma de mitigar estas ocorrências, com a otimização e o reaproveitamento das unidades utilizadas em cada alvenaria. Cuidados no processo de transporte, entrega e armazenamento deste material também poderão contribuir para diminuir quebras, danos e inutilizações das peças, diminuindo assim os impactos ambientais decorrentes das perdas deste item.

Salienta-se que a cal, por ser um produto em pó, também apresenta um percentual de perda considerável, embora o seu uso, neste caso, é em menor proporção, se comparado ao dos demais materiais. Deve-se dar atenção, para evitar perdas, principalmente no transporte que é feito por caminhões, no manuseio de carga e descarga deste tipo de material. Quando embalados, também consomem mais energia e impactam mais o meio ambiente, por isso, sempre que possível, devem ser utilizadas embalagens retornáveis.

Kuhn (2006) afirma que além dos processos industriais, outra grande fonte de emissões por consumo de energia, relacionada aos materiais de construção, é o transporte. O consumo devido ao transporte de materiais e componentes ao canteiro de obras, inserido na energia embutida direta, depende das distâncias entre os produtores e o local da edificação. Na etapa de construção, considerada pouco consumidora de energia, o transporte de trabalhadores representa a maior demanda, e o consumo dentro do canteiro de obras é variável em função do sistema e técnica construtiva adotada.

A identificação do consumo para transporte de trabalhadores e para a operação do canteiro de obras é relevante, mas conforme relata Kuhn (2006), é inviabilizada pela falta de registros previstos para a etapa de construção.

Para o cálculo da energia consumida no transporte dos materiais, foram considerados os indicadores da pesquisa de Kuhn (2006), para o caso de cargas de materiais nacionais, a utilização de veículos rodoviários usualmente é movida a diesel. Foi considerado o transporte mais severo, ou seja, levou-se em conta o consumo energético do caminhão semipesado com 3 eixos (consumo energético =  $0,78 \times 10^3 \text{ MJ/kg.km}$ ), com o objetivo de apresentar a pior situação de impacto ambiental.

Tendo em vista que o consumo energético associado a transporte está diretamente relacionado à massa transportada e à distância percorrida, para a obtenção deste índice foi realizada pesquisa no comércio local, para obtenção da distância às principais fábricas, ou origem dos insumos a serem utilizados no subsistema de vedação e

revestimentos. O cenário de transporte utilizado foi considerado com as menores distâncias possíveis, a fim de evitar que os impactos fossem superestimados.

Em relação ao consumo energético para o transporte dos materiais empregados no sistema de vedação e revestimentos, o material que apresenta maior consumo energético é a cal, consumindo 35% de energia; seguida de tijolos maciços, de 20 cm espessura, com 22%; areia, com 21%; cerâmica, 9%; tijolos maciços, de 10 cm de espessura, com 8%; tijolos maciços de espessura 15 cm, com 3%; cimento, 2%; sendo que o consumo relativo à pedra local é insignificante, já que o material está disponível no local. A Figura 4 apresenta os percentuais do consumo energético do subsistema de vedação e revestimentos do CERES.

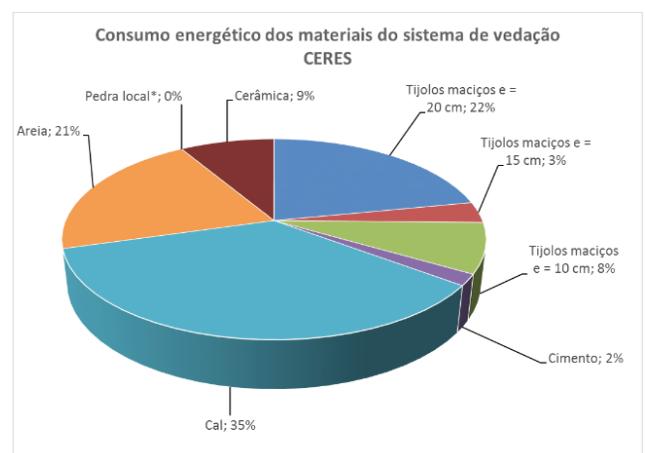


Figura 4: Consumo energético associado a transporte para o sistema de vedação e revestimentos do CERES  
Fonte: Autores (2018)

A cal é o material com pior desempenho, no que se relaciona ao consumo energético para transporte. Para mitigar tal impacto ambiental, pode-se, na fase de implantação do projeto, buscar outros fornecedores de cal, mais próximos ao CERES.

No que se refere ao segundo item com maior consumo energético, o tijolo maciço, mesmo que o seu local de produção esteja próximo da obra, o consumo energético deste item se demonstra elevado devido à quantidade de material desta natureza empregada no subsistema. Uma alternativa para diminuição do consumo energético para o transporte deste material seria a utilização de materiais locais para as vedações internas, substituindo as alvenarias entre os ambientes por outros fechamentos alternativos, como coordwood ou fechamento em bambu, além dos locais já previstos em projeto para utilização destas técnicas construtivas.

A energia embutida não depende dos ocupantes da edificação. Ela está contida nos materiais e processos presentes

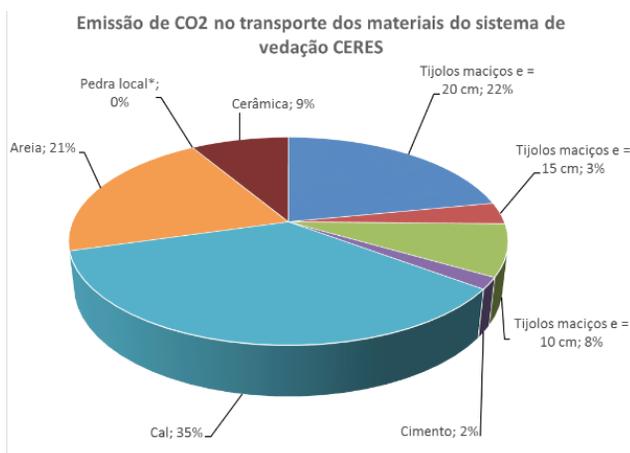
na edificação e, por isso, seu uso varia largamente com a técnica construtiva adotada. Já a energia operacional, não considerada neste trabalho, é dependente dos ocupantes da edificação (MILNE; REARDON, 2005 apud Kuhn 2006).

Em relação à emissão de CO<sub>2</sub> no transporte dos materiais do subsistema de vedação e revestimentos, os fatores de emissão de poluentes foram considerados de acordo com os identificados no Intergovernmental Panel on Climate Change (1996b) apud Kuhn (2006), conforme Tabela 2.

Fatores de emissão para veículos de carga europeu						
	NOx	CH <sub>4</sub>	NMV OC	CO	N <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>
Total g/km	10	0,06	1,9	9,0	0,03	770
g/kg de combustível	42	0,2	8,0	8,0	0,1	3140
g/MJ	1,0	0,006	0,2	0,9	0,003	74

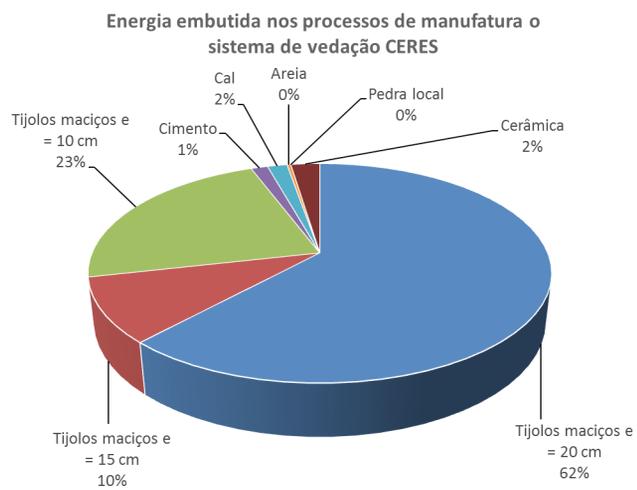
**Tabela 2:** Fatores de emissão estimados para veículos europeus pesados de transporte de cargas, movidos a diesel  
**Fonte:** INTERGOVERNMENTAL PANEL ONCLIMATE CHANGE (1996b) apud Kuhn (2006)

O material com maior representação na emissão de CO<sub>2</sub> associado a transporte é a cal, responsável por 35% das emissões; seguida pelos tijolos maciços com espessura de 20 cm, com 22%; areia, com 21%; cerâmica, com 9%; tijolos maciços com espessura de 10 cm, com 8%; tijolos maciços com espessura de 15 cm, com 3%; cimento, com 2%; sendo que o emprego da pedra local não implica em emissões de CO<sub>2</sub> por ser um material disponível no local, sem transporte. Os itens com maior representatividade para este impacto estão associados à sua maior distância de transporte até a obra e pelos quantitativos a eles correspondentes. A Figura 5 apresenta os percentuais de emissão de CO<sub>2</sub> no transporte dos materiais.



**Figura 5:** Emissão de CO<sub>2</sub> no transporte dos materiais  
**Fonte:** Autores (2018).

A energia embutida nos processos de manufatura para o subsistema de vedação e revestimentos pode ser visualizada na Figura 6 e foi obtida a partir dos coeficientes constantes no estudo de Kuhn (2006). Os tijolos maciços com 20 cm de espessura apresentaram o maior valor de energia consumida para manufatura, representando 62% do consumo total de energia; seguido pelos tijolos maciços com 10 cm, com 23%; tijolos maciços de 15 cm, com 10%; cerâmica de revestimento, com 2%; cal, com 2%; sendo que a areia e a pedra local apresentaram um consumo de energia desprezível, em relação ao consumido pelos demais materiais.



**Figura 6:** Energia embutida nos processos de manufatura, no subsistema de vedação e revestimentos do CERES  
**Fonte:** Autores (2018).

O Apêndice “B” apresenta, em quadros sintéticos, o consumo de energia nos processos de manufatura, para os materiais do subsistema de vedações e revestimentos, assim como para os demais impactos e emissões avaliados neste estudo. É de se destacar o significativo consumo de energia no processo de manufatura de tijolos maciços.

Na eventual substituição dos materiais por outros, com maior energia embutida, será necessário realizar uma análise de sensibilidade, quanto aos novos materiais ou insumos que vierem a ser escolhidos, considerando os demais critérios de sustentabilidade, perfazendo uma avaliação global.

Por fim, considerando a geração de gases de efeito estufa durante os processos de manufatura, especialmente as emissões de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), foram quantificadas as emissões, em kg de CO<sub>2</sub>, para cada um dos principais itens avaliados, com base nos coeficientes extraídos do estudo de Hammond e Jones (2008), conforme apresentado na Tabela 3.

<b>Emissões de CO2 na manufatura dos materiais</b>			
<b>Material</b>	<b>Massa (kg)</b>	<b>Coefficiente unitário (kg CO2/kg)</b>	<b>CO2 total emitido (kg)</b>
Tijolos maciços e = 20 cm	81895,68	0,220	18017,05
Tijolos maciços e = 15 cm	12630,52	0,220	2778,71
Tijolos maciços e = 10 cm	30108,67	0,220	6623,91
Cimento	1227,03	0,830	1018,44
Cal	1280,43	0,740	947,52
Areia	14548,82	0,005	72,74
Pedra local	59676,00	0,005	298,38
Cerâmica	1097,39	0,650	713,30

**Tabela 3** – Emissão de CO2 nos processos de manufatura dos materiais do sistema de vedação do CERES  
**Fonte:** Autores, com base nos coeficientes de Hammond e Jones (2008).

O impacto ambiental associado à manufatura dos materiais utilizados no subsistema de vedação corresponde à emissão de 30.470,05 kg de CO2, sendo que deste montante, cerca de 90% das emissões estão relacionadas ao tijolo maciço. Assim, a utilização de sistemas alternativos de vedação auxiliaria significativamente para a redução dos impactos ambientais relacionados à manufatura dos insumos previstos no sistema de vedação.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho objetivou quantificar e avaliar os impactos ambientais relacionados à execução do subsistema de vedação e respectivos revestimentos de uma edificação concebida para integrar um centro de educação ambiental, o CERES, a ser localizado no município de Feliz/RS.

Com base nos resultados obtidos, foi possível analisar que para a execução integral do subsistema de vedação e revestimentos, incluindo todos os materiais quantificados, seria necessária uma massa total de 202.464,53 kg. Se forem consideradas nas bases referenciais utilizadas para cálculo, as perdas relacionadas a cada material, o quantitativo total de massa para o subsistema de vedação aumentaria para 284.547,45 kg, o que representaria um acréscimo de 40,54%, em relação ao quantificado originalmente. Assim, verifica-se um alto impacto ambiental

gerado por decorrência de perdas no processo construtivo, demonstrando a necessidade de otimização, conscientização e melhorias nos processos de gestão e execução dos serviços relacionados aos materiais ofertados.

Por meio da pesquisa, verificou-se, também, que o consumo energético relacionado ao transporte dos insumos para o subsistema analisado geraria o total de 3.663,56 MJ, o que poderá ser reduzido com uma busca de fornecedores de insumos mais próximos à obra da edificação, ou alternativas de materiais localmente disponíveis.

Outro impacto ambiental significativo está associado à geração do total de 271.103,18 g de CO2 no transporte de materiais. Este impacto ambiental, associado à geração de gases de efeito estufa, poderia ser reduzido, desde que diminuídas as distâncias de transporte dos materiais.

Por fim, a energia embutida total, relacionada aos processos de manufatura, geraria um total de 371.151,68 MJ, sendo que se verificou também o substancial impacto da utilização de tijolos maciços, com contribuição de 90% para a emissão do total de CO2 dos insumos do sistema, no que diz respeito aos processos de manufatura.

Cabe, portanto, uma análise global do subsistema de vedação, em especial sobre a possibilidade de emprego de fechamentos internos que utilizem coordwood, bambu ou alternativas mais sustentáveis, de modo a diminuir o uso de tijolos maciços e argamassa, reduzindo assim os impactos relacionados à energia de manufatura e ao transporte destes itens.

Na pesquisa, pôde-se identificar os impactos ambientais de maior significância para o sistema de vedação e revestimentos do CERES, verificando-se que estes estão relacionadas às atividades impactantes de manufatura e/ou transporte. Numa análise global, destacam-se as dificuldades encontradas para obtenção de dados técnicos relativos ao consumo de energia e de recursos naturais junto às empresas fabricantes de materiais construtivos, bem como em referências mais atualizadas.

Desta forma, destaca-se a importância de projetos que empreguem materiais com um consumo reduzido de energia, assim resultando em um menor impacto ambiental em sua fase construtiva.

## REFERÊNCIAS

AZEREDO, H. A. De. **O edifício até sua cobertura**. 2ª edição, Editora Blucher, São Paulo, SP. 2013.

EDWARDS, B.O **Guia Básico Para a Sustentabilidade**. Gustavo Gili edição. 2005.

FLORIM, L. C.; QUELHAS, O. L. G. **Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional ecoeficiente**. 2006. Dissertação de mestrado em arquitetura e urbanismo, área de tecnologia. Brasília, DF.

**IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em URL: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/feli>. Acesso em 11 jun 2018.

HAMMOND, G.; JONES, C. **Inventory of Carbon & Energy (ICE). Version 2.0**. Sustainable Energy Research Team (SERT). Department of Mechanical Engineering. University of Bath, UK. 2011.

KUHN, E. A. **Avaliação de sustentabilidade ambiental do protótipo de habitação de interesse social Alvorada**. 2006. Dissertação (Mestrado): Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Engenharia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Porto Alegre, RS.

MANHÃES, G. S.; ARAÚJO, R. De S. Sustentabilidade nas construções. **Humanas Sociais & Aplicadas**, [S.l.], v. 4, n. 11, dez. 2014. ISSN 22368876. Disponível em: <[http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/humanas\\_sociais\\_e\\_aplicadas/article/view/555](http://www.seer.perspectivasonline.com.br/index.php/humanas_sociais_e_aplicadas/article/view/555)>. Acesso em: 07 jun. 2018.

MICHEL, P. D. L.; NOVELLO, M. S. Caracterização e avaliação de impacto ambiental do sistema de cobertura de uma construção do CERES "residência unifamiliar" na cidade de Feliz, RS. **Trabalho da disciplina de sustentabilidade na construção**. DINTER: Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e Faculdade Meridional (IMED). Passo Fundo, RS, 2017.

ROJAS, J. W. J; BASSI, M. R; FONSECA P. A. DA; ZUCCHETTI, L.; BONATTO, F. S. Avaliação ambiental de edificação de basalto. **Anais do III Encontro de Sustentabilidade em Projeto do Vale do Itajaí**. Itajaí, SC, 2009.

ROSA, T. F.; SEDREZ, M. M.; SATTLER, M. A. Conforto ambiental em um contexto de sustentabilidade: o protótipo Alvorada. **Ciência e Ambiente: Conforto Ambiental**. Santa Maria, v. 1, n. 22, p 90-106, 2001.

SATTLER, M. A. Edificações e comunidades sustentáveis: atividades em desenvolvimento no NORIE/UFRGS Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Brasil. **Anais do IV Seminário Ibero-Americano da Rede CYTED XIV.C**. 2002.

**SINAPI – Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil**. Índices da Construção Civil. Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/sinapi/Paginas/default.aspx>. Acesso em 19 jun. 2018.

SILVA, M. M. DE A. **Diretrizes para o projeto de alvenarias de vedação**. 2003. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil. São Paulo.

SOUSA, F. A. F. De. **Otimização de métodos de escolha de materiais com base no desempenho sustentável**. 2010. Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de mestre em engenharia civil. Especialização em construções. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto, Portugal.

TEIXEIRA, A. A. Painéis de bambu para habitações econômicas: Avaliação do Desempenho de Painéis Revestidos com Argamassa. **Revista Produção Online**. Florianópolis, SC. ISSN1676-1901, Vol. 5, Num. 2, junho. 2005.

TELES, C. D.; DUTRA, C. C.; RIBEIRO, J. L. D.; GUIMARÃES, L. B. DE M. Uma proposta para avaliação da sustentabilidade socioambiental utilizando suporte analítico e gráfico. **Revista Produção** [online]. 2016, vol.26, n.2 [citado 2018-06-09], pp.417-429. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-65132016000200417&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-65132016000200417&lng=pt&nrm=iso)>. Epub 08-Mar-2016.

ZORDAN, S. E. Entulho da indústria da construção civil. Reciclagem de resíduos como materiais para a construção: reciclar para construir. **Artigos técnicos: Fichas de resíduos**. São Paulo: PCC-USP, 2005.

## APÊNDICE “A” - AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DO SISTEMA DE VEDAÇÃO E SEUS REVESTIMENTOS DO PROJETO CERES, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE FELIZ/RS

Avaliação de impacto ambiental do sistema de vedação e seus revestimentos do Projeto CERES, localizado no município de Feliz/RS																				
Item	Material/Insumo	Quantificação				Perdas			Consumo energético para transporte				Emissão de CO2 no transporte (g)					Consumo de energia nos processos de manufatura		
		Quantitativo	Unidade	Fator de conversão para peso	Peso (kg)	Perda (%)	Perda (kg)	Consumo teórico + perda (kg)	Distância (km)	Localidade	Consumo energético unitário (MJ/kg.km)	Consumo energético total (MJ)	NOx	CH4	NMVOc	CO	N2H	CO2	Energia Embutida Unitária (MJ/kg)	Energia Embutida Total (MJ)
1	Tijolos maciços e = 20 cm	38269,01	unid.	2,14	81895,68	27,00%	22111,83	104.007,51	9,90	Vale Real/RS	0,00078	803,15	803,15	4,82	160,63	722,83	2,41	59.432,80	2,21	229.856,60
2	Tijolos maciços e = 15 cm	5902,11	unid.	2,14	12630,52	27,00%	3410,24	16.040,76	9,90	Vale Real/RS	0,00078	123,87	123,87	0,74	24,77	111,48	0,37	9.166,14	2,21	35.450,08
3	Tijolos maciços e = 10 cm	14069,47	unid.	2,14	30108,67	27,00%	8129,34	38.238,01	9,90	Vale Real/RS	0,00078	295,27	295,27	1,77	59,05	265,75	0,89	21.850,27	2,21	84.506,00
4	Cimento	1227,03	kg	-	1227,03	16,77%	205,77	1.432,80	59,40	Esteio/RS	0,00078	66,38	66,38	0,40	13,28	59,75	0,20	4.912,46	3,59	5.143,76
5	Cal	1280,43	kg	-	1280,43	101,94%	1305,27	2.585,71	643,00	Colombo/PR	0,00078	1296,84	1296,84	7,78	259,37	1167,15	3,89	95.965,79	2,35	6.076,41
6	Areia	8,56	m³	1700	14548,82	14,15%	2058,66	16.607,48	58,90	Sapucaia do Sul/RS	0,00078	762,98	762,98	4,58	152,60	686,68	2,29	56.460,57	0,07	1.162,52
7	Pedra local*	19,89	m³	3000	59676,00	75,00%	44757,00	104.433,00	0,00	Feliz/RS (disponível in loco)	0,0000	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Revestimento cerâmico	60,97	m²	18	1097,39	9,35%	104,80	1.202,19	336,00	Criciúma/SC	0,00078	315,07	315,07	1,89	63,01	283,56	0,95	23.315,15	7,45	8.956,30

## APÊNDICE “B” - AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE CADA MATERIAL CONSTITUINTE DO SISTEMA DE VEDAÇÕES E SEUS REVESTIMENTOS DO PROJETO CERES, LOCALIZADO NO MUNICÍPIO DE FELIZ/RS

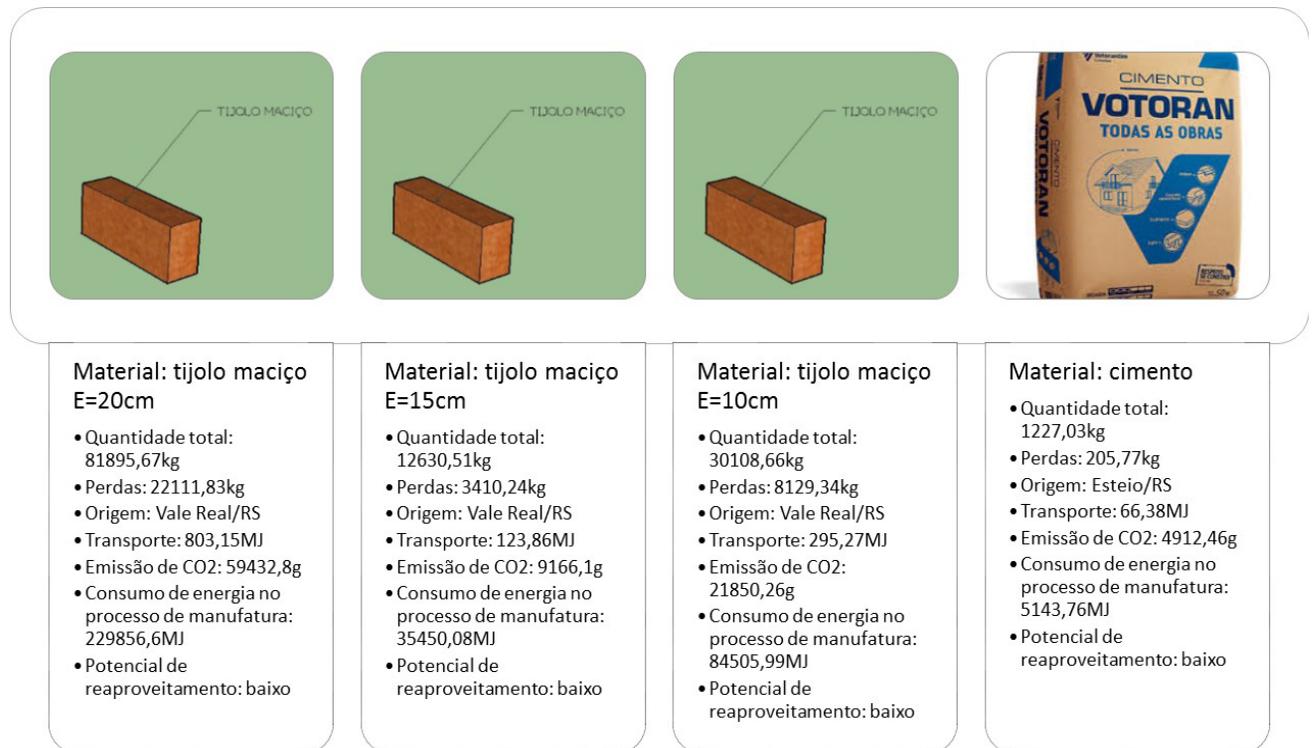
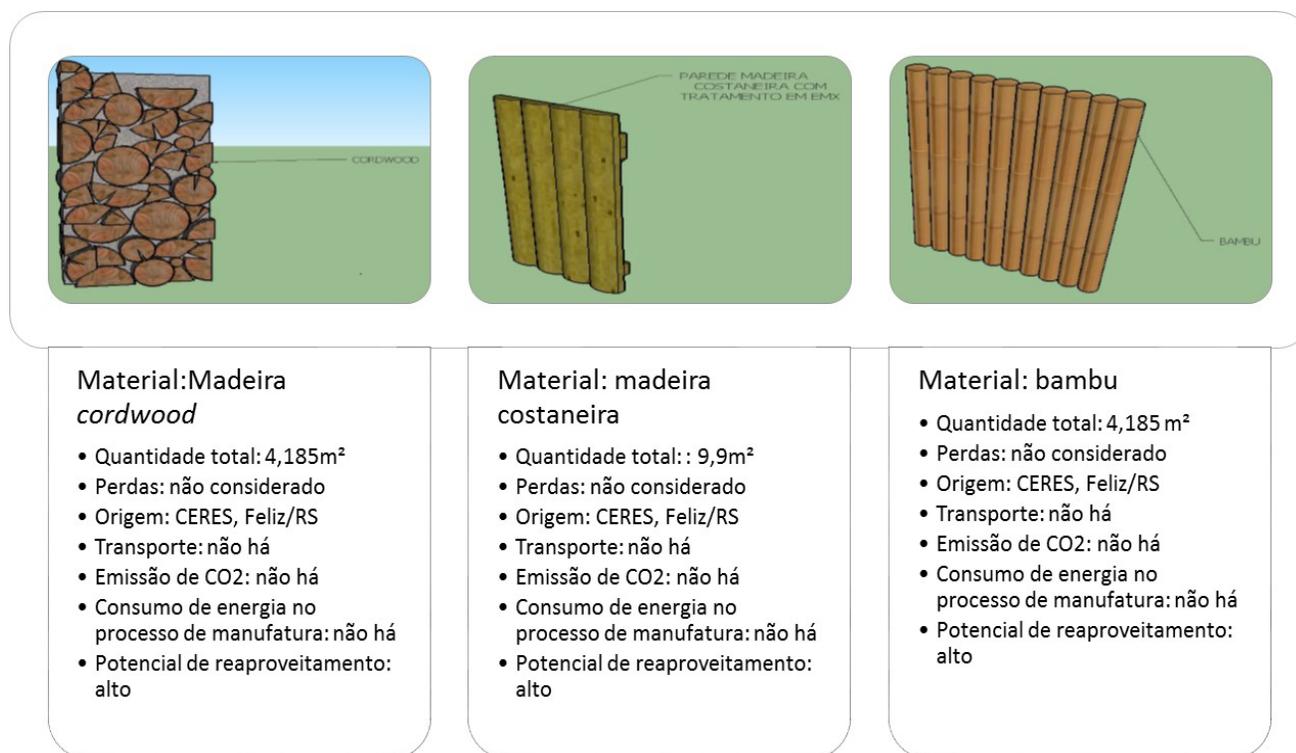


Figura 7: Contribuição de cada material constituinte do sistema (A)  
 Fonte: Autores (2018)



**Figura 8:** Contribuição de cada material constituinte do sistema (B)  
**Fonte:** Autores (2018)



**Figura 9:** Contribuição de cada material constituinte do sistema (C)1i  
**Fonte:** Autores (2018)

1 Os itens apresentados na figura 3, pelo fato de possuírem um alto potencial de reaproveitamento não foram considerados na análise dos cálculos, pois o impacto ambiental é praticamente nulo.

## AUTORES

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-3028-1320>

**ANELISE SCHMITZ, M.Sc. Eng.** | Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) | Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura (PPGCI) | Porto Alegre, RS – Brasil | Correspondência para: Av. Osvaldo Aranha, nº 99, 7º andar, sala 706, Porto Alegre - RS, 90035-190 | E-mail: [anelise.schmitz@gmail.com](mailto:anelise.schmitz@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2592-2218>

**JULIANO LIBRAGA DA SILVA, Eng. Civil** | Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) | Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura (PPGCI) | Porto Alegre, RS - Brasil | Correspondência para Av. Osvaldo Aranha, nº 99, 7º andar, sala 706, Porto Alegre - RS, 90035-190 | E-mail: [jlibraga@gmail.com](mailto:jlibraga@gmail.com)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5113-4074>

**MIGUEL ALOYSIO SATTLER, Ph.D.** | Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) | Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil: Construção e Infraestrutura (PPGCI) | Porto Alegre, RS – Brasil | Correspondência para Av. Osvaldo Aranha, nº. 99, 7º andar, sala 706, Porto Alegre – RS, 90035-190. | E-mail: [masattler@gmail.com](mailto:masattler@gmail.com)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

SCHMITZ, Anelise; SILVA, Juliano Libraga da; SATTLER, Miguel. Avaliação de Impactos Ambientais de uma edificação. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 31-42, jun. 2019.** ISSN 24473073.. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.31-42>.

**DATA DE ENVIO:** 11/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 12/04/2019

# COMBUSTÍVEL SÓLIDO A PARTIR DE BIOMASSA RESIDUAL DE BORRA DE CAFÉ, CASCA DE ARROZ E CASCA DE BATATA

*SOLID FUEL FROM RESIDUAL BIOMASS OF COFFEE GROUNDS, RICE HULLS AND YELLOW POTATO PEEL*

**RACHEL FAVERZANI MAGNAGO, Dra.** | UNISUL

**GUILHERME DOMINGOS GARCIA** | UNISUL

**DIEGO VALDEVINO MARQUES** | UNISUL

**IZOÉ DAYSI PEDROSO** | UNISUL

**KÊNIA ALEXANDRA COSTA HERMANN** | UNISUL

**NATHAN ROBERTO LOHN PEREIRA** | UNISUL

**SIMONE PERRONI MAZON** | UNISUL

**SUSANA CLAUDETE COSTA** | UFSC

## RESUMO

A borra de café é um resíduo de biomassa que geralmente se tem desprezado o seu valor energético, mas acessível para a conversão em combustível. O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades de cinco espécimes produzidas com borra de café (passado e/ou expresso), com e sem casca de arroz, e com casca de batata inglesa. A casca de batata foi moída com 70 mL de água, misturada com outros resíduos de biomassa e aquecidos por 15 min, após moldagem permaneceram em estufa por 48 h a 50° C. Para todos os espécimes foram determinados teor de umidade, teor de cinza, poder calorífico superior (PCS) e inferior (PCI), resistência mecânica e monitorado a cor da fumaça. Os valores de PCS e PCI foram entre 15,45-17,02 MJ/Kg e 13,99-15,67 MJ/Kg, respectivamente. A fumaça liberada durante a queima foi branca (Ringilmann 2-3) e apresentaram resistência mecânica adequada para manipulação, transporte e armazenamento. Os combustíveis sólidos apresentados mostram-se capazes de desempenhar satisfatoriamente a substituição das fontes caloríficas tradicionais, comparando-se inclusive aos tradicionais briquetes de carvão e lenha.

**PALAVRAS CHAVE:** Biocombustível sólido; Biomassa residual; Borra de café; Batata inglesa.

## ABSTRACT

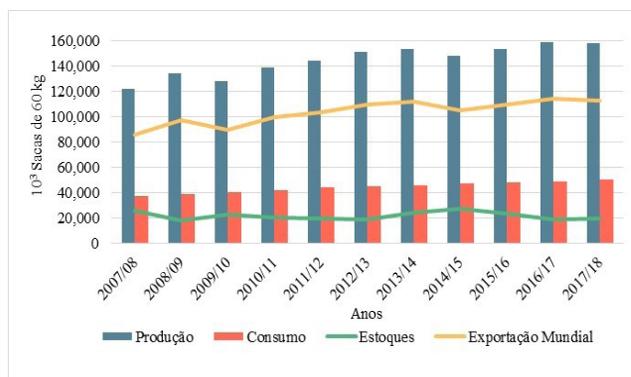
Coffee grounds are a biomass residue that has generally been neglected its energy value, but accessible for conversion into fuel. The objective of this work was to evaluate the properties of five specimens produced with coffee grounds (past and/or espresso), with and without rice husk, and with yellow potato peel. The potato peel was ground with 70 mL of water, mixed with other biomass residues and heated for 15 min, after molding they remained in the oven for 48 h at 50° C. For all specimens were determined moisture content, ash content, upper and lower heating values (UHV and LHV), mechanical resistance and monitored the color of the smoke. The UHV and LHV values were between 15,35-17,02 MJ/Kg and 13,99-15,67 MJ/Kg, respectively. The smoke released during burning was White (Ringilmann 2-3) and showed adequate mechanical strength for handling transport and storage. The solid fuels shown are able to perform satisfactorily the substitution of the traditional heat sources, comparing even to the traditional coal and wood briquettes.

**KEY WORDS:** Solid biofuel; Residual biomass; Coffee grounds; Yellow potato.



## 1. INTRODUÇÃO

O café é globalmente a segunda maior commodities mundial, perdendo apenas para o petróleo e derivados (JANISSEN; HUYNK, 2018; KOVALCIK et al., 2018; TUCKER, 2011). Segundo a Organização Internacional do Café, no ano-safra 2017/18 a produção mundial foi de 158,6 milhões de sacas de 60 kg e os cinco maiores países produtores de café nesse período foram: Brasil, em primeiro, com 51,0 milhões de sacas, seguido de Vietnã (29,500 milhões), Colômbia (14 milhões), Indonésia (10,902 milhões) e Honduras (8,349 milhões) (ICO, 2018). Na década de setenta a produção anual foi de aproximadamente de 80 milhões de sacas, a produção dobrou e arbitra para o fim da safra de 2018 um volume mundial de 162,12 milhões de sacas. Na América do Sul o maior consumo estimado para 2018 foi de 26,97 milhões de sacas, 3% superior que em 2017, sendo o Brasil maior responsável por elevar a taxa de consumo (ICO, 2018; ALMEIDA; ZYLBERSZTAJN, 2017). Para o crescimento das exportações brasileiras na safra de 2018 foi previsto mais de 24%, qualificando o país também como o principal exportador do produto. A Figura 1, ilustra a última década do café com base na produção, consumo, estoques e exportações em nível mundial.



**Figura 1** – Produção, consumo, estoques e exportação mundial do café para os anos de 2008 a 2018  
**Fonte:** Adaptado de ICO, 2018

Segundo o relatório da ICO (2018), na Figura 1, mostra uma queda na produção nos anos de 2010, 2015 e 2017, mas exibindo de modo geral crescimentos nos últimos 10 anos. Em 2017 a safra fechou com 158,560 milhões de sacas, com crescimento de 3,235 em relação a 2014, ao comparar a safra de 2017/2018 com a 2016/2017 houve queda de 0,31%. No entanto, o consumo mundial tem crescido 2% ao ano (Figura 1), aumentando de 90,28 milhões de sacas em 1991 para uma estimativa de 162,12 milhões de sacas em 2017/18. Os maiores ganhos ocorrem, na América do Sul, com o consumo estimado de 26,97 milhões de sacas, 3,3% superior ao de 2016/17, com grande parte do crescimento atribuído ao Brasil (ICO, 2018). Ainda na Figura 1, os estoques mundiais

mostram um declínio de 28,66% ao relacionar as safras passadas; 2017/18 com 19,357 milhões de sacas. Com relação às exportações mundiais, do ano base de 2013/14 foram exportadas 111,978 milhões de sacas de 60 kg de café, declinando em 2014/15 e 2015/16 para 105,492 e 109,902 milhões de sacas, correspondendo a quedas de 5,79% e 1,85% respectivamente no biênio. Para a safra de 2016/17 houve aumento das sacas de café exportada de 2,34% somando 114,596 milhões de sacas em relação a 2013/14. No ano de 2017/18 as exportações voltam a ter queda, finalizando o ano com 112,949 milhões de sacas, correspondente uma queda de 1,44% em relação ao ano anterior.

Deste modo tem-se um panorama da importância econômica do movimento global do café, mas que pode ter impacto ambiental negativo, pois o cultivo do café produz resíduos desde a colheita até o consumo final. O processo pós-colheita inclui as etapas úmida, semiúmida e seca. Cada uma delas gera resíduos como casca, polpa, pergaminho e águas de lavagem, sendo a gestão destes subprodutos um desafio para todos os países produtores (THENEPALLI et al., 2017). As águas residuais provenientes das indústrias de café também representam alto risco de contaminação de águas do entorno se descartada sem tratamento, por conter alta concentração de poluentes orgânicos. Mais de 50% do fruto do café pós-colheita não é aproveitado comercialmente, podendo causar problemas ambientais se todo o volume de resíduo da produção não for tratado de forma adequada (ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012). Segundo Fernandes (2014), a palha do café, resíduo sólido dos processos pós-colheita, pode voltar para a lavoura em forma de composto para adubação. Meneghelli e colaboradores (2016) mostram que o resíduo do processo de secagem dos grãos pode substituir uma parte do substrato tradicional para produção de mudas de café, se aplicado na concentração adequada. Quanto a água de fermentação e lavagem, que é rica em matéria orgânica, está sendo utilizada em propriedades do centro do Brasil para irrigação da plantação, reduzindo o potencial risco contaminante das águas de superfície e o consumo de água tratada na produção (SOARES et al., 2009; SOARES et al., 2007). Deste modo, diferentes trabalhos enfocam os resíduos proveniente da plantação e indústria de café (MENEGHELLI et al., 2016; ESQUIVEL; JIMÉNEZ, 2012; SOARES et al., 2009; SOARES et al. 2007).

Devido ao crescimento do comércio de café em todo mundo, principalmente por se tratar de uma bebida de consumo frequente, também gera resíduo sólido nesta etapa. O impacto ambiental negativo do consumo desta bebida tem sido estudado por meio de pesquisas que

visam processos sustentáveis para a destinação destes resíduos (JENKINS, 2014; PAGE et al., 2017; MATA et al., 2018). Cerca de 90% de todo o café consumido acaba em forma de resíduo sólido, sendo que a borra é parte deste, e é gerada após a extração dos compostos solúveis do café torrado durante a preparação da bebida, seja para café expresso ou café passado (KOURMENTZA, 2018; PESHEV, 2108). Murthy (2012) estima que para cada tonelada de grão de café, 650 kg permanecem no ambiente como borra após o consumo. De acordo com esta estimativa, teriam no ambiente cerca de 6,2 mil toneladas de borra em 2016/17, se considerado o consumo mundial de 9,5 mil toneladas neste período (ICO, 2018). Este resíduo é usualmente descartado e encaminhado aos aterros sem nenhum tratamento ou valorização e podem ter efeitos negativos sobre o meio ambiente (RODRIGUES et al., 2017; PANUSA et al., 2013).

A borra do café é caracterizada pelo alto conteúdo orgânico (polissacarídeos, proteínas, carboidratos, cafeína, aminoácidos, polifenóis) e minerais, o que desperta o interesse na sua valorização (VEGA-CAMPOS, 2015). Esses resíduos não apresentam valor comercial para ração, devido à presença de substâncias como taninos e cafeína considerados antinutricionais para alimentação animal e, quando em concentração acima de 2,5% são tóxicos para plantas e microrganismos do solo (JANISSEN; HUYNH, 2018; FULLER, 2004), mas Zhang e Sun (2017) mostraram que o uso da borra do café, associado ao esterco de vaca, reduziu o tempo de compostagem de outros resíduos orgânicos. Diversos trabalhos relatam seu uso como fonte de energia (KARMEE, 2018; ZHANG; SUN, 2017; CAETANO, 2014; CAETANO, 2012), compostagem (ZHANG; SUN, 2017; KOUTINAS, 2013), componentes farmacêuticos (PESHEV, 2018; RIBEIRO et al., 2018; GARCÍA-GUTIÉRREZ et al., 2017), ingredientes potenciais na indústria alimentícia (GIROTTI, 2018; VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, 2018; MATINEZ-SAEZ, 2017).

O potencial de queima do café pós-consumo para produção de energia é descrito por Kang e colaboradores (2017) como sendo mais baixo que as biomassas de serragem, cinza de madeira e casca de trigo, devido ao teor de umidade presente na borra. Entretanto, quando desidratada, a borra tem um aumento no potencial de queima, ficando equivalente ao da semente de girassol e, segundo Pilusa e colegas (2013), as emissões tóxicas são mais baixas quando comparadas às dos combustíveis fósseis. Apesar destes achados, não foram encontrados na literatura estudos com objetivo a densificação da borra do café com biomassa residual de casca de batata inglesa com e sem casca de arroz para avaliar o poder calorífico superior e inferior dos briquetes obtidos.

O setor alimentício, incluindo agricultores, atacadistas e varejistas, produz e gerencia grande quantidade de valores e recursos em escala global. Alcançar a sustentabilidade na produção, distribuição e consumo desses recursos é um fator significativo, tendo em vista que envolve o desenvolvimento social, o bem-estar, a competitividade dos atores da cadeia de abastecimento alimentar, condições ambientais, entre outros aspectos (HOOGE et al., 2018; CHABADA et al. 2013).

A Organização das Nações Unidas (ONU) incluiu nos "Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas (ODS)" (2015) uma meta específica para a redução de desperdícios de alimentos (ONU, 2015). O Objetivo 12, "Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis", estabelece como meta para os países signatários reduzir até 2030 "pela metade o desperdício de alimentos per capita mundial, nos níveis de varejo e do consumidor, e reduzir as perdas de alimentos ao longo das cadeias de produção e abastecimento, incluindo as perdas pós-colheita" (ONU, 2015). Também, inclui reduzir substancialmente a geração de resíduos por meio da prevenção, redução, reciclagem e reuso até 2030 (ONU, 2015). Tem ocorrido um crescente interesse em estabelecer programas de prevenção e recuperação de resíduos alimentares em todo o mundo. Essa preocupação ocorre visando a conservação de recursos, e a diminuição dos custos ambientais e econômicos provenientes do desperdício de alimentos. Devido a estes fatores, há uma tendência na indústria de gerenciamento de resíduos para a utilização de práticas mais sustentáveis (THYBERG; TONJES, 2016). Cultivar e distribuir alimentos que tornando-se resíduos gera uma grande perda, tanto em aspectos econômicos, quanto ambientais e/ou sociais (CHABADA et al., 2013; AKKERMAN et al., 2010). Considerando que a agricultura consome mais de 25% da água doce para irrigação; a agroindústria corresponde a geração de aproximadamente um terço de todas as emissões de gases que ocasionam o efeito estufa, exigindo uso extensivo de terra, água e energia (HOOGE et al., 2018; SCHERHAUFER et al., 2018; GARNETT, 2011). Devido a quantidade de resíduos alimentares gerada em todo o mundo, seu descarte se torna um desafio. Estes são resíduos biodegradáveis caracterizando um importante grupo de resíduos que ameçam o meio ambiente quando destinados por exemplo para aterros, pois são conhecidos por gerar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) e outras substâncias gasosas. Especificamente o metano é o mais abundante gás de efeito estufa gerado a partir de aterros sanitários (GIROTTI; ALIBARDI; COSSU, 2015).

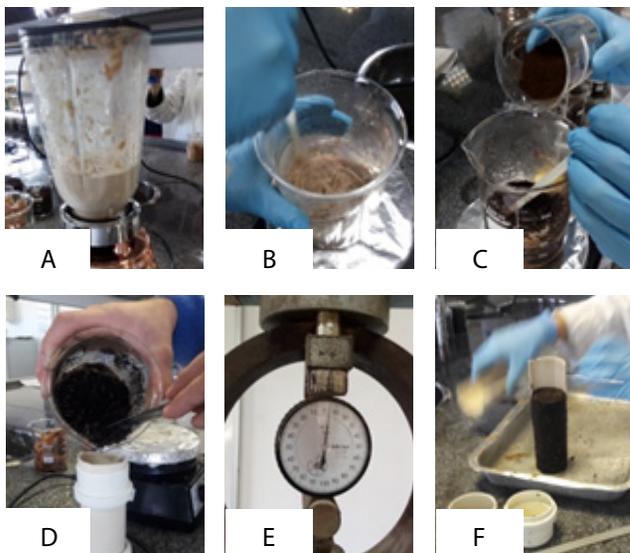
O objetivo deste trabalho foi avaliar as propriedades de diferentes composições contendo borra de café (passado e/ou expresso), com e sem casca de arroz e casca de batata inglesa quanto ao teor de umidade, teor de cinzas, poder calorífico superior e inferior, resistência mecânica e cor da fumaça emitida.

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a produção de combustíveis sólidos foi utilizada como matéria-prima a biomassa da casca de arroz, borra de café passado e expresso, e casca de batata inglesa in natura. A borra de café passado foi doada pelo restaurante Vô João e a borra de café expresso pelo restaurante Pedra Branca, localizados na praça de alimentação no campus Pedra Branca da Universidade do Sul de Santa Catarina.

### 2.1. Preparação dos corpos de prova

Para a preparação dos corpos de prova, foram liquidificados 100 g de casca de batata com 70 ml de água (Figura 2A), a mistura foi vertida para um bécquer e aquecida em chapa de aquecimento Fisaton® por cerca de 10 min na temperatura de 100 °C (Figura 2B). Quando a mistura apresentou aspecto de gel, foi acrescentada casca de arroz e/ou borra de café e agitou-se até uniformizar (Figura 2C). As massas utilizadas estão na Tabela 1, com resultados correspondentes. A mistura foi vertida em moldes PCV com 10 cm de altura e 4,5 cm de diâmetro (Figura 2D), comprimidas por cerca de 1 min com 5 kg (Figura 2E). As amostras foram retiradas do molde que estavam cortados ao meio no sentido da altura (Figura 2F) e secas em estufa por 48 horas a 50 ± 2 °C. Os corpos de provas foram confeccionados em quintuplicada.



**Figura 2:** Preparação dos corpos de resíduos de biomassa borra de café, casca de arroz, casca de batata inglesa, sendo (A) moagem casca de batata com água, (B) aquecimento, (C) adição dos demais componentes, (D) molde, (E) prensagem e (F) desmolde.

Fonte: Autores.

### 2.2. Resistência mecânica à compressão

Os corpos de prova cilíndricos (10 cm de altura e 4,5 cm de diâmetro) foram usados para realizar testes de compressão. Os espécimes foram submetidos a incrementos de carga até deformação plástica do material à temperatura ambiente.

### 2.3. 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 ± 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).

### 2.4. 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 et al., 2012; ABNT, 1986).

### 2.5. Volume e densidade aparente

O diâmetro da amostra e a altura em centímetros foram medidos com um paquímetro e o volume calculado de acordo com fórmula do volume do cilindro. A densidade aparente foi calculada através da massa do corpo de prova e o seu volume (DIAS et al., 2012).

### 2.6. Poder calorífico superior e inferior

Foi utilizado o método descrito por Dias e colaboradores (2012), cuja referência foi a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, onde o Poder Calorífico Superior (PCS) em MJ/kg foi calculado utilizando o teor de cinzas (A) e o teor de umidade (M) do combustível usando a seguinte Equação 1:

$$\text{PCS} = 20,0 \times (1 - A - M) \quad (1)$$

Para o cálculo do Poder Calorífico Inferior (PCI) em MJ/kg, foi utilizado o teor de cinzas (A) e o teor de umidade (M) do combustível foi calculado segundo a Equação 2:

$$\text{PCI} = 18,7 \times (1 - A) - 21,2 \times M \quad (2)$$

### 2.7. Cor da fumaça

O ensaio foi realizado em capela de exaustão, onde os

espécimes foram queimados com bico de Bunsen dentro de uma capsula de porcelana. O registro das imagens foi com o software VirtualRingelmann® (<http://virtualringelmann.com/>) de forma estacionário e a 1 m de distância da fumaça. A escala de Ringelmann foi utilizada para este teste, sendo este adotado como sistema de medição mundial da emissão de fumaça preta de motores a diesel e chaminés industriais por meio digital (MF-0520.R-4).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os combustíveis sólidos foram obtidos a partir de biomassas da casca de arroz, borra de café passado e/ou expresso e casca de batata inglesa. A Figura 3 mostra os espécimes 2, sendo que os demais espécimes (1, 3, 4 e 5) tiveram características visuais semelhantes.



**Figura 1** – Combustíveis sólidos confeccionados com biomassas de 100 g de casca de batata inglesa e 70 g borra de café expresso  
**Fonte:** Autores.

Na Figura 3 podem ser visualizados pedaços de casca de batata que não foram completamente triturados e estão presentes em todas as composições (Tabela 1).

Na Tabela 1 constam os valores determinados para umidade total, teor de cinzas, poder calorífico inferior e superior para as cinco composições preparadas.

Os resultados das médias do teor de umidade total dos espécimes preparados (Tabela 1) foram entre 9,40% a 15,11%, mostrando-se inferiores à umidade da lenha (25% - 30%). Portanto, este quesito foi atendido para que os espécimes sejam viáveis para o uso como fonte de calor (GONÇALVES et al., 2006).

O teor de cinzas para cada composição também pode ser observado na Tabela 1, e foram entre 4,95-8,06% para os cinco espécimes preparados, sendo que o menor teor de cinzas foi para o espécime 3 (DIAS et al., 2012; FOLETTO; HOFFMANN, 2005; GONDIM et al., 2005). Todas as amostras apresentam teor de cinzas inferiores aos teores de 42,16% encontrados por Morais e colaboradores (2006) em briquetes de carvão de cascas de arroz e aos encontrados

por Costa e colegas (2017) para briquetes com biomassa de casca de arroz. Os resultados também estão de acordo com Dias e colaboradores (2012), que afirma que a maioria dos resíduos de biomassa têm baixo teor de cinzas, exceto a casca de arroz, que pode conter até cerca de 25% de cinzas. Por isto, almeja-se que após a queima de um combustível sólido haja a menor quantidade de resíduos sólidos possíveis, para que o material seja utilizado na geração de calor. Deste modo evita-se problemas gerados pelas cinzas como a corrosão de equipamentos.

Toda cinza formada também deve ter um destino correto. O uso de biomassa como fonte de energia para ajudar a mitigar a mudança climática e aumentar a segurança energética deve ter um ciclo fechado de carbono. Os resíduos carbonosos da produção de bioenergia com potencial para a contenção de carbono e manejo de resíduos foram amplamente empregados como condicionadores de solo, uma vez que continham uma quantidade significativa de nutrientes vegetais (macro e micronutrientes) (Singh et al., 2015). Diferentes estudos mostraram os efeitos de diferentes biocombustíveis sólidos de diferentes fontes têm nas propriedades do solo (Mohan et al., 2018; Hussain et al., 2017; Jeffery et al., 2017). No entanto, deve-se atentar para o manuseio das cinzas devido à presença de elementos que desencadeiam a preocupação ambiental, mas são comumente encontrados na biomassa. Além disso, o aproveitamento integral do resíduo e sua contribuição para a melhoria das propriedades químicas do solo dependem principalmente dos teores de nutrientes encontrados nas cinzas da biomassa. Como continuação do estudo de cinzas recomenda-se determinação de sílica, macro e micronutrientes dos biocombustíveis sólidos preparados.

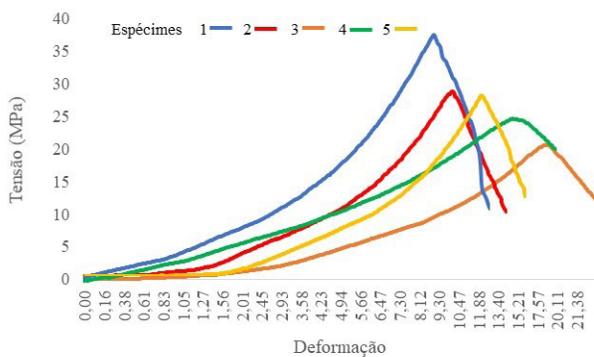
O PCS é aquele em que a combustão se efetua a volume constante, no qual a água formada durante a queima condensa e o calor é recuperado. O PCS dos espécimes (Tabela 1) foram na faixa de 15,35-17,02 MJ/kg (Tabela 1). Para os cinco espécimes o melhor resultado foi encontrado para o espécime 4, cuja a composição foi 10 g de casca de arroz e 60 g de borra de café expresso. Segundo Dias e colaboradores (2012), os briquetes com resíduos de casca de arroz apresentam geralmente PCS de 15,90 MJ/Kg, os materiais desenvolvidos apresentaram valores próximos ou superiores. Os resultados de PCS dos espécimes ficaram próximos ou abaixo dos valores de referência da Food and Agriculture Organization (FAO) que são de 17-18 MJ/kg (ERIKSSON et al., 1990), mas foram superiores aos valores de 13,47-11,61 MJ/kg, encontrados em trabalho anterior com biomassa de casca de arroz (COSTA et al., 2017).

Espécimes	100g de casca de batata e 70ml de água			Teor de umidade (%)	Cinzas (%)	PCS (MJ/Kg)	PCI (MJ/Kg)
	Casca arroz (g)	Borra café passado (g)	Borra café expresso (g)				
1	-	70	-	9,79 ±0,69	7,86 ±2,14	16,44 ±0,78	15,12 ±0,45
2	-	-	70	15,11 ±2,46	8,06 ±2,85	15,35 ±0,3	13,99 ±0,29
3	10	60	-	10,00 ±0,73	4,95 ±0,63	17,01 ±0,27	15,65 ±0,27
4	10	-	60	9,40 ±0,52	5,52 ±1,25	17,02 ±0,35	15,67 ±0,34
5	-	35	35	14,96 ±4,55	5,00 ±0,92	16,01 ±0,89	14,59 ±0,99

**Tabela 1:** Teor de umidade, teor de cinzas, Poder Calorífico Superior (PCS) e Inferior (PCI) para cinco espécimes de combustível sólido.  
**Fonte:** Autores.

O PCI é a energia livre por unidade de massa de um combustível, depois de reduzidas as perdas com a evaporação da água (JARA, 1997). Por isso, é fundamental avaliar o PCI de um combustível, pois é a forma de quantificar a energia efetiva do material. O PCI dos espécimes também está descrito na Tabela 1, sendo que os valores foram na faixa de 13,99-15,67 MJ/Kg. Os valores encontrados foram superiores ao da lenha (7,12-10,47 MJ/kg), acima dos avaliados por Vieira (2014) e aos encontrados para os briquetes de casca de arroz desenvolvidos anteriormente em nosso grupo de pesquisa (10,27-12,07 MJ/Kg) (COSTA et al., 2017), mas inferiores aos indicados pela FAO, que prediz a faixa de 15,4-16,5 MJ/kg (ERIKSSON et al., 1990).

A Figura 4 mostra a resistência à compressão máxima para os espécimes preparados, sendo importante, pois estes devem suportar carga suficiente para serem manuseados, transportados e armazenados sem sofrer desgaste, perda de massa ou quebras.



**Figura 4** – Tensão de compressão versus deformação para espécimes 1, 2, 3, 4 e 5.  
**Fonte:** Autores.

Na Figura 4, o espécime que apresentou maior resistência mecânica a compressão foi o 1, com 70 g de borra de café passado. Também pode ser observado que a

resistência mecânica dos combustíveis sólidos. A resistência mecânica das diferentes composições (Tabela 1) foram devido a aglutinação da celulose e hemicelulose das biomassas, além de intertravamento por meio de fibras vegetais, deste modo produziu-se espécimes com resistência mecânica apropriada para aproveitamento energético (COSTA et al., 2017; VIEIRA, 2014; PILUSA et al., 2013; CHOU et al., 2009; PAULA et al., 2011; LUZ et al., 2006; QUIRINO et al., 2005).

Para o monitoramento da cor da fumaça durante a combustão foi utilizado o software VirtualRingelmann®. A Figura 5 mostra as imagens captadas da fumaça emitida pelos espécimes 2 (Tabela 1) durante a queima, as quais foram conferidos na escala de Ringelmann.



**Figura 5** – Queima de combustíveis sólido confeccionados com biomassa de 100 g de casca de batata inglesa e 70 g borra de café expresso  
**Fonte:** Autores.

Como pode ser visto nas imagens da Figura 5, a fumaça emitida durante a queima foi branca para todos os registros, encontrando-se na escala 2-3 de Ringelmann. Todos os espécimes mantiveram-se nesta faixa da escala de Ringelmann que equivale a densidade entre 40-50% da fumaça, sendo que demonstra característica predominante de combustão completa formando dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e água (H<sub>2</sub>O).

O uso de borra de café e casca de batata inglesa para geração de energia é capaz de reduzir o descarte inadequado destes e aproveitamento de biomassa residual para geração de energia.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os espécimes preparados com biomassas de borra de café, com e sem casca de arroz e casca de batata inglesa mostram-se aptos para serem utilizados como combustível sólido quanto ao Poder Calorífico Superior e Inferior. O melhor resultado de PCS e PCI foi para a composição de 10 g de casca de arroz, 100 g de casca de batata inglesa e 60 g de borra de café expresso, sendo de 17,02 MJ/Kg e 15,67 MJ/Kg, respectivamente. No entanto este combustível sólido foi o segundo em resistência mecânica a compressão, que foi de 25 MPa, mas sendo suficiente para manuseio, armazenamento e transporte destes.

A incorporação de biomassa alavanca a produção de novos produtos a partir de descartes da agricultura ou de alimentos. Os combustíveis sólidos preparados tratam-se de geração descentralizada de energia, e de produção nacional, podendo ser usado, por exemplo, na secagem do café ou ainda em caldeiras para diversas finalidades. O uso de biomassas pode ser ambientalmente interessante considerando-se que o gás CO<sub>2</sub> gerado é absorvido pelas plantas durante a fotossíntese, mantendo constante a sua quantidade na atmosfera. Vantagens como estas fazem com que a biomassa seja uma opção estratégica para o país. De maneira geral, a biomassa assim empregada enquadra-se perfeitamente no conceito do desenvolvimento sustentável, pois permite a criação de empregos na região, dinamiza as atividades econômicas, reduz os custos relativos à distribuição e transmissão da energia gerada e, quando utilizada de forma sustentável, não agride o meio ambiente.

Os combustíveis sólidos preparados apresentaram resistência mecânica suficiente para serem transportados e armazenados. Para trabalhos futuros sugere-se estudar a constituição das cinzas tal como determinação de sílica, macro e micronutrientes dos biocombustíveis sólidos preparados e também estudos dos gases gerados no processo de combustão.

#### AGRADECIMENTOS

Aos restaurantes Vô João e Universitário Pedra Branca, localizados na praça de alimentação no campus Pedra Branca da Universidade do Sul de Santa Catarina. Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina – Fapesc pela concessão da bolsa de mestrado para o Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (UNISUL). Também aos mestrandos Adriano Andrade Rambo, Fernando Da Silva Osório, José Ricardo Tavares e

Márcio Zapicán Camargo Abella do PPGCA/UNISUL 2018 e a graduanda em Engenharia Química Karina Suldoovski Pilarski.

#### REFERÊNCIAS

AKKERMAN, Renzo; FARAHANI, Poorya; GRUNOW, Martin. Quality, safety and sustainability in food distribution: a review of quantitative operations management approaches and challenges. **OR Spectrum**, v. 32, p. 863-904, 2010.

ALMEIDA, Luciana Florêncio de; ZYLBERSZTAJN, Decio. Key success factors in the brazilian coffee agrichain: Present and future challenges. **International Journal on Food System Dynamics**, v. 8, n. 1, p. 217-222, 2017.

CAETANO, Nídia Sá; SILVA, Vania; MATA, Tereza. Valorization of coffee grounds for biodiesel production. **Chemical Engineering Transactions**, v. 26, p. 267-272, 2012.

CAETANO, Nidia Sá; SILVA, Vania; MATA, MELO, Ana Carolina; MATA, Tereza Maria. Potential of spent coffee grounds for biodiesel production and other applications. **Chemical Engineering Transactions**, v. 35, p. 1063-1068, 2014.

CAMPOS-VEGA, Racio; LOARCA-PINA, Guadalupe; VERGARA-CASTAÑEDA, Haydé; OOMAH, Dave. Spent coffee grounds: A review on current research and future prospects. **Trends in Food Science & Technology**, v. 45, n. 1, p. 24-36, 2015.

CHABADA, Lukas; DREYER, Heidi Carin; ROMSDAL, Anita; POWELL, Daryl John. Sustainable Food Supply Chains: Towards a Framework for Waste Identification. **International Federation for Information Processing**, v. 397, p. 208-215, 2013.

DIAS, Jose Manuel Cabral de Sousa; SOUZA, Daniela Tatiane de; BRAGA, Melissa; ESQUIAGOLA, Marcia Mitiko Onoyama; MIRANDA, Cesar Heraclides Behling; BARBOSA, Patricia Flavio Dias; ROCHA, Jose Dilcio. **Produção de briquetes e péletes de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais**, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Brasília, Distrito Federal, Brasil, 2012.

ESQUIVEL, Patrícia; JIMÉNEZ, Victor. Functional properties of coffee and coffee by-products. **Food Research International**, v. 46, n. 2, p. 488-495, 2012.

FAO. Food and Agriculture Organization. **Save Food: Global Initiative on Food Loss and Waste Reduction**, 2013. Disponível em <http://www.fao.org/save-food/pt/>. Acesso em: 28 out. 2018.

FULLER, Malcolm. **The Encyclopedia of Farm Animal Nutrition**. CABI Publishing, Oxon UK, p. 111. 2004.

GARCÍA-GUTIÉRREZ, Nataly; MALDONADO-CELIS, Maria Elena; ROJAS-LÓPEZ, Mauricio; LOARCA-PIÑA, Guadalupe Flavia; CAMPOS-VEGA, Racio. The fermented non-digestible fraction of spent coffee grounds induces apoptosis in human colon cancer cells (SW480). **Journal of Functional Foods**, v. 30, p. 237-246, 2017.

GARNETT, Tara. Where are the best opportunities for reducing greenhouse gas emissions in 747 the food system (including the food chain)? **Food Policy**, v. 36, p. 23-32, 2011.

GIROTTI, Francesca; ALIBARDI, Luca; COSSU, Raffaello. Food waste generation and industrial uses: A review. **Waste Management**, v. 45, p. 32-41, 2015.

GIROTTI, Francesca; PIVATO, Alberto; COSSU, Raffaello; NKENG, George Elambo; LAVAGNOLO, Maria Cristina. The broad spectrum of possibilities for spent coffee grounds valorisation. **Journal of Material Cycles and Waste Management**, v. 20, n. 1, p. 695-701, 2018.

HOOGE, Ilona; DULM, Everton; TRIJP, Hans. Cosmetic Specifications in the Food Waste Issue: Supply Chain Considerations and Practices Concerning Suboptimal Food Products. **Journal of Cleaner Production**, v. 183, p. 698-709, 2018.

HUSSAIN, Mubshar; FAROOQ, Muhammad; NAWAZ, Ahmad. Biochar for crop production: potential benefits and risks. **J. Soil. Sediments**, v. 17, p. 685-716, 2017.

ICO. International Coffee Organization, 2018. Disponível em: <http://www.ico.org/> Acesso em: 30 out. 2018.

JANISSEN, Brendan; HUYNH, Tien. Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 128, p. 110-117, 2018.

JENKINS, Rhodri; STAGEMAN, Natasha; FORTUNE, Christopher; CHUCK, Christopher. Effect of the type

of bean, processing, and geographical location on the biodiesel produced from waste coffee grounds. **Energy & Fuels**, v. 28, n. 2, p. 1166-1174, 2014.

JEFFERY, Simon; ABALOS, Diego; PRODANA, Marija; BASTOS, Ana Catarina; van GROENIGEN, Jan Willem; HUNGATE, Bruce; VERHEIJEN, Frank. Biochar boosts tropical but not temperate crop yields. **Environ. Res. Lett.**, v. 12, 053001, 2017.

KANG, Sae Byul; OH, Hong Yuong; KIM, Jong Jin; CHOI, Kyu Sung. Characteristics of spent coffee ground as a fuel and combustion test in a small boiler (6.5 kW). **Renewable Energy**, v. 113, p. 1208-1214, 2017.

KARMEE, Sanjib Kumar. A spent coffee grounds based biorefinery for the production of biofuels, biopolymers, antioxidants and biocomposites. **Waste Management**, v. 72, p. 240-254, 2017.

KOURMENTZA, Constantina; ECONOMOU, Christina; TSAFRAKIDOU, Panagiota; KORNAROS, Michael. Spent coffee grounds make much more than waste: Exploring recent advances and future exploitation strategies for the valorization of an emerging food waste stream. **Journal of Cleaner Production**, v. 172, p. 980-992, 2018.

KOVALCIK, Adriana; OBRUCA, Stanislav; MAROVA, Ivana. Valorization of spent coffee grounds: A review. **Food and Bioproducts Processing**, v. 110, p. 104-119, 2018.

LIN, Carol Sze Ki; PFALTZGRAFF, Lucie; HERRERO-DAVILA, Lorenzo; MUBOFU, Egid; ABDERRAHIM, Solhy; CLARK, James; KOUTINAS, Nikolaos Kopsahelis; STAMATELATOU, Katerina; DICKSON, Fiona; THANKAPPAN, Samarthia; MOHAMED, Zahouily; BROCKLESBY, Robert; LUQUE, Rafael. Food waste as a valuable resource for the production of chemicals, materials and fuels. Current situation and global perspective. **Energy & Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 426-464, 2013.

MATA, Tereza; MARTINS, Anetekhai; CAETANO, Nídia. Bio-refinery approach for spent coffee grounds valorization. **Bioresource Technology**, v. 247, p. 1077-1084, 2018.

MARTINEZ-SAEZ, Nuria; GARCÍA, Alba Tamargo; PÉREZ, Inés Domínguez; REBOLLO-HERNANZ, Miguel; MESÍAS, Marta; MORALES, Francisco; MARTÍN-CABREJAS, Maria; CASTILLO, Maria Dolores del. Use of spent

coffee grounds as food ingredient in bakery products. **Food Chemistry**, v. 216, p. 114-122, 2017.

MENEGHELLI, Caroline Merlo; MONACO, Paola Alfonsa Vieira Lo; HADDADE, Ismail Ramalho; MENEGHELLI, Lorena Aparecida Merlo; KRAUSE, Marcelo Rodrigo. Resíduo da secagem dos grãos de café como substrato alternativo em mudas de café Conilon. **Coffee Science**, v. 11, n. 3, p. 330-335, 2016.

MOHAN, Dinesh; ABHISHEK, Kumar; SARSWAT, Ankur; PATEL, Manvendra; SINGH, Prachi; PITTMAN, Charles. Biochar production and applications in soil fertility and carbon sequestration—a sustainable solution to crop-residue burning in India. **RSC. Adv.**, v. 8, p. 508-520, 2018.

MURTHY, Pushpa; NAIDU, Mandhava. Sustainable management of coffee industry by-products and value addition—A review. **Resources, Conservation and Recycling**, 66, 45-58, 2012.

ONU. Organização das Nações Unidas, 2015. Objetivos do Desenvolvimento Sustentável da ONU. Disponível em: <https://nacoesunidas.org/conheca-os-novos-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel-da-onu>). Acesso em: 30 out. 2018.

PAGE, Julio; ARRUDA, Neusa; FREITAS, Suely Pereira. Crude ethanolic extract from spent coffee grounds: Volatile and functional properties. **Waste Management**, v. 69, p. 463-469, 2017.

PANUSA, Alessia; ZUORRO, Antonio; LAVECCHIA, Roberto; MARROSU, Giancarlo; PETRUCCI, Rita. Recovery of natural antioxidants from spent coffee grounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 17, p. 4162-4168, 2013.

PESHEV, Dimitar; MITEV, Dimitar; PEEVA, Ludmila; PEEV, Georgi. Valorization of spent coffee grounds—A new approach. **Separation and Purification Technology**, v. 192, p. 271-277, 2018.

PILUSA, Tsietisi; HUBERTS, Robert; MUZENDA, Edison. Emissions analysis from combustion of eco-fuel briquettes for domestic applications. **Journal of Energy in Southern Africa**, v. 24, n. 4, p. 30-36, 2013.

RIBEIRO, Helena; ALLEGRO, Margherita; MARTO, Joana; PEDRAS, Bruno; OLIVEIRA, Nuno; PAIVA, Alexandre;

BARREIROS, Susana; GONÇALVES, Lidia; SIMÕES, Pedro Miguel Calado. Converting Spent Coffee Grounds into Bioactive Extracts with Potential Skin Antiaging and Lightening Effects. **ACS Sustainable Chemistry & Engineering**, v. 6, n. 5, p. 6289–6295, 2018.

RODRIGUES, Francisca; NUNES, Maria Antónia da Mota; OLIVEIRA, Maria Beatriz Prior Pinto. **Applications of recovered bioactive compounds in cosmetics and other products. In Handbook of Coffee Processing By-Products: Sustainable Applications**, 2017.

SANTINATO, Felipe; TICLE, Rodrigo; SANTINATO, Roberto; FERNANDES, André Luis Teixeira. Redução da adubação mineral do cafeeiro Arábica com a utilização de palhas de café. **Coffee Science**, v. 8, n. 3, p.324-336, 2014.

SCHERHAUFER, Susan; MOATES, Guilherme; HARTIKAINEN, Hans; WALDRON, Keyla; OBERSTEINER, Geron. Environmental impacts of food waste in Europe. **Waste Management**, v. 77; p. 98–113, 2018.

SOARES, Guilherme; SOARES, Victor; SOARES, Sammy Fernandes; DONZELES, Sérgio Maurício Lopes; MORELI, Aldemar Polonini; ROCHA, Aledir; PREZOTTI, Luiz. Efeito da água residuária do café em plantas de milho. **Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Águas de Lindóia**, São Paulo, 2007.

SOARES, Sammy Fernandes; DONZELES, Sérgio Maurício Lopes; DONZELES, Guilherme Fernandes Soares; MORELI, Aldemar Polonini. Utilização da água residuária do processamento dos frutos do cafeeiro em alface. **VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. Vitória**, Espírito Santo, 2009.

THENEPALLI, Thriveni; RAMAKRISHNA, Ramakrishna; AHN, Ji-Whan. Environmental Effect of the Coffee Waste and Anti-Microbial Property of Oyster Shell Waste Treatment. v. 26, n. 2, p. 39-49, 2017.

THYBERG, Krista; TONJES, David. Drivers of food waste and their implications for sustainable policy development. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 106. p. 110-123, 2016.

TUCKER, Catherine. **Coffee Culture: Local Experiences, Global Connections**. Taylor & Francis, 2011.

SINGH, Rishikesh; BABU, Nagendra; KUMAR, Rabindra; SRIVASTAVA, Pratap; SINGH, Pardeep; RAGHUBANSHI, Akhilesh Singh. Multifaceted application of crop residue biochar as a tool for sustainable agriculture: An ecological perspective. **Ecol. Eng.**, v. 77, p. 324-347, 2015.

VÁZQUEZ-SÁNCHEZ, Kenia; MARTINEZ-SAEZ, Nuria; REBOLLO-HERNANZ, Miguel; DEL CASTILLO, Maria Dolores, GAYTÁN-MARTÍNEZ, Marcela; CAMPOS-VEGA, Rocio. In vitro health promoting properties of antioxidant dietary fiber extracted from spent coffee (Coffee arabica L.) grounds. **Food chemistry**, v. 261, p. 253-259, 2018.

ZHANG, Lu; SUN, Xiangyang. Using cow dung and spent coffee grounds to enhance the two-stage co-composting of green waste. **Bioresource technology**, v. 245, p. 152-161, 2017.

## AUTORES

ORCID: 0000-0001-7306-7984

**RACHEL FAVERZANI MAGNAGO, Dra.** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Pós-graduação em Ciências Ambientais | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: Dunas da Joaquina, 273 – Rio Tavares, Florianópolis – SC, 88048424 | E-mail: rachel.magnago@unisul.br

ORCID: 0000-0003-0438-0736

**GUILHERME DOMINGOS GARCIA** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Engenharia Química | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: Av. Pedra Branca, 25 - Pedra Branca, Palhoça - SC, 88137-270 | E-mail: guigarcia0000@hotmail.com

ORCID: 0000-0003-4062-9922

**DIEGO VALDEVINO MARQUES, Eng.** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Pós-graduação em Ciências Ambientais | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: Av. Pedra Branca, 25 - Pedra Branca, Palhoça - SC, 88137-270 | E-mail: marques\_\_diego@hotmail.com

ORCID: 0000-0001-9809-740X

**IZOÉ DAILY PEDROSO, Arq.** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Pós-graduação em Ciências Ambientais | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: Av. Pedra Branca, 25 - Pedra Branca, Palhoça - SC, 88137-270 | E-mail: izoe13@gmail.com

ORCID: 0000-0002-9015-645X

**KÊNIA ALEXANDRA COSTA HERMANN, Fis.** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Pós-graduação em Ciências Ambientais | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: Av. Pedra Branca, 25 - Pedra Branca, Palhoça - SC, 88137-270 | E-mail: kenia.hermann@gmail.com

ORCID: 0000-0003-44337871

**NATHAN ROBERTO LOHN PEREIRA, Qui.** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Pós-graduação em Ciências Ambientais | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: Av. Pedra Branca, 25 - Pedra Branca, Palhoça - SC, 88137-270 | E-mail: lohnnathan@gmail.com

ORCID: 0000-0003-0125-8671

**SIMONE PERRONI MAZON, Bio.** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Pós-graduação em Ciências Ambientais | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: Av. Pedra Branca, 25 - Pedra Branca, Palhoça - SC, 88137-270 | E-mail: simone.perroni5@gmail.com

ORCID: 0000-0002-1775-1826

**SUSANA CLAUDETE COSTA, Eng. Amb.** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Pós-graduação em Ciências Ambientais | Palhoça, SC – Brasil | Correspondência para: Av. Pedra Branca, 25 - Pedra Branca, Palhoça - SC, 88137-270 | E-mail: susanacostah@hotmail.com

### COMO CITAR ESTE ARTIGO

MAGNAGO, Rachel Faverzani; GARCIA, Guilherme Domingos; MARQUES, Diego Valdevino; PEDROSO, Izoé Daysi; HERMANN, Kênia Alexandra Costa; PEREIRA, Nathan Roberto Lohn; MAZON, Simone Perroni; COSTA, Susana Claudete. Combustível Sólido a partir de Biomassa Residual de Borra de Café, Casca de Arroz e Casca de Batata. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 43-54, jun. 2019.** ISSN 24473073.. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.43-54>.

**DATA DE ENVIO:** 12/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 16/04/2019

---



# O DESIGN NA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: REQUISITOS PARA KIT INTERDISCIPLINAR SOBRE A PERDA DA BIODIVERSIDADE NO BRASIL

*DESIGN IN ENVIRONMENTAL EDUCATION: REQUIREMENTS FOR THE INTERDISCIPLINARY KIT ON THE LOSS OF BIODIVERSITY IN BRAZIL*

---

**JÚLIA PEREIRA STEFFEN MUNIZ** | UFSC  
**ANA VERÔNICA PAZMINO, Dra.** | UFSC

## RESUMO

O presente artigo descreve o desenvolvimento de um kit educacional infantil para o ensino de educação ambiental, mais precisamente sobre a problemática da perda da biodiversidade no território brasileiro. O processo projetual utilizado é o Design Thinking, utilizando-se de ferramentas de análises e síntese durante as fases de Imersão Preliminar e Imersão em Profundidade, finalizando com os requisitos de projeto. Em um primeiro momento, foram abordados temas como problemáticas ambientais atuais, jogos e materiais didáticos e a identificação do público alvo do produto. Na Imersão em Profundidade foram aprofundados os temas sobre meio ambiente, educação ambiental e interdisciplinaridade, além da investigação com o público-alvo. O projeto reflete a necessidade de uma sensibilização infantil sobre as problemáticas ambientais, acreditando-se possível o ensino de maneira lúdica e criativa.

**PALAVRAS CHAVE:** Educação Ambiental; Perda da Biodiversidade; Kit Educativo.

## ABSTRACT

*This article describes the development of a children's educational kit for the teaching of environmental education, more precisely on the problem of biodiversity loss in the Brazilian territory. The design process used is the Design Thinking, employing analysis and synthesis tools during the phases of preliminary immersion and deep immersion, ending with the project's requirements. Initially, were presented topics such as current environmental issues, games and teaching materials and target audience identification of the product. In deep immersion phase has been approached the themes on environment, environmental education and interdisciplinarity, as well as research with the target audience. The Project reflects the need for children's awareness of environmental problems, believing that it's possible to teach in a playful and creative way.*

**KEY WORDS:** Environmental Education; Loss of Biodiversity; Educational Kit.



## 1. INTRODUÇÃO

O sistema obrigatório de ensino tem como objetivo desenvolver diversas capacidades que permitam aos estudantes conhecer e interpretar a realidade, para posteriormente intervir nela crítica e construtivamente durante sua vida. No Brasil, a situação da educação ainda se mostra como um enorme desafio. Conforme o ranking de educação onde se avalia alunos de 15 anos para medir o nível de escolaridade e conhecimentos, divulgado pela OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico) em 2015, o Brasil é o 60º colocado entre 76 países listados. O cenário atual engloba situações como a falta de materiais adequados para o ensino, falta de infraestrutura e professores, remuneração inadequada, falta de incentivo para os educadores e processo de ensino e aprendizagem desapropriado. Apesar dos avanços em termos de acesso, cobertura e tecnologia, a escola básica carece de uma melhoria no que condiz com uma aprendizagem mais efetiva (DOURADO; OLIVEIRA, 2009). Entre outros, dois problemas identificados atualmente na educação básica brasileira são a dificuldade de relacionar os conteúdos aprendidos em sala de aula com a realidade do aluno e o fato de que muitas vezes o estudante não consegue relacionar uma disciplina com outra, tratando-as de maneira separada. Desse modo, cresce a necessidade de produtos e práticas que ajudem o ensino de temas transversais, que são chamados dessa forma porque não se incluem especificamente dentro de uma disciplina.

Os temas transversais são definidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e tem como proposta básica promover e priorizar a integração das questões sociais (FONTOURA, 2002). Dentre eles, o Meio Ambiente se destaca pelo seu caráter de urgência, já que segundo o Ministério da Educação no documento relativo aos PCNs, a solução dos problemas ambientais garante o futuro da humanidade e depende da relação que se estabelece entre a sociedade e a natureza, tanto na dimensão coletiva como na individual. Vernier (1994), analisando a crise ambiental e seus empasses, sugere um conjunto de caminhos que articulados, podem gerar respostas aos problemas ambientais, onde é citado o que o autor chama de educação para o ambiente (LIMA apud VERNIER, 1996).

A educação ambiental procura integrar novos conhecimentos, valores e capacidades que podem levar ao surgimento de uma consciência ambiental dos indivíduos. Para que a educação ambiental seja mais efetiva, é necessário começar desde a infância, porque as crianças além de não terem conceitos formados, terão mais tempo para aplicar seus conhecimentos em prol do meio ambiente.

Dessa forma, o artigo busca descrever o desenvolvimento de um material didático até a fase dos requisitos de projeto por meio do processo de projeto Design Thinking, que permita relacionar a educação ambiental de forma transversal com outras disciplinas do ensino básico, tendo como público alvo crianças de 5 e 6 anos, em seus diferentes níveis de aprendizagem.

## 2. METODOLOGIA

O processo de projeto utilizado foi Design Thinking, por ser um método que estimula a criatividade e a empatia. Dividido em três fases (Imersão, Ideação e Prototipagem), é um método não linear, podendo ser moldado e configurado de maneira que se adeque ao projeto (VIANNA et al., 2012). Nesse artigo foi abordada a primeira fase do processo de Design (Imersão), já que são expostos os resultados obtidos até a fase de definição dos Requisitos de Projeto, que é a última atividade por realizar nessa fase.

A Imersão é a fase da aproximação do problema, onde são realizadas as pesquisas de temas relacionados a educação escolar e ambiental, público-alvo e análise de concorrentes e similares. A fase é dividida em duas etapas: a de Imersão Preliminar, onde são selecionadas as áreas de interesse que posteriormente são aprofundadas com mais ênfase na etapa de Imersão em Profundidade.

## 3. IMERSÃO

No processo projetual do Design Thinking, a fase de Imersão é subdividida em outras duas: Imersão Preliminar e Imersão em Profundidade. A primeira visa o entendimento inicial do problema e a segunda, destina-se à identificação das necessidades dos autores envolvidos no projeto e prováveis oportunidades que emergem do entendimento de suas experiências frente ao tema trabalhado (VIANNA et al., 2012). Nos tópicos 3.1, 3.2 e 3.3, são mostrados a pesquisa e o uso de ferramentas de análise e síntese apropriadas para auxiliar o desenvolvimento da pesquisa de maneira objetiva.

### 3.1. Imersão Preliminar

Segundo VIANNA et. al (2012), na Imersão Preliminar é possível escolher as áreas de interesse a serem exploradas de forma que proporcionem insumos para a elaboração de temas que serão investigados na Imersão em Profundidade. Nesse documento, são abordados as problemáticas ambientais, jogos e materiais didáticos já existentes e pertinentes para o desenvolvimento do produto e a identificação do público alvo.

### 3.1.1. *Imersão Preliminar*

Com a chegada da Revolução Industrial a partir de 1790 na Inglaterra foi possível notar inúmeras mudanças, principalmente na relação entre o ser humano e a natureza. Devido a fatores como o crescimento da burguesia e um aceleração do desenvolvimento de áreas urbanas, a produção ganhou força principalmente pela mudança da mão de obra manual pela máquina. Apesar disso, a questão ambiental surge como um problema significativo a nível mundial apenas em torno dos anos 1970, expressando um conjunto de contradições entre o modelo dominante do desenvolvimento econômico industrial e a realidade socioambiental (LIMA, 1996).

Como consequência da produção acelerada, o consumismo também é incentivado pelas grandes empresas e indústrias, estimulando a compra desenfreada, o que ocasionou a triplicação do número de objetos que nos rodeiam (PAZMINO, 2015). Essa lógica consumista que associa a qualidade de vida com o consumo de bens materiais ocasiona problemas ambientais, já que quando mais se consome, mais se exige do planeta. Uma das consequências resultantes do consumismo é a grande quantidade de resíduos orgânicos, sólidos e eletrônicos. O aumento do consumo, apesar de ter pontos positivos como a criação de novos postos de trabalho, elevou em quantidades significativas a acumulação de resíduos, onde grande parte deles não tem disposição apropriada causando contaminação dos ecossistemas e consequentemente, diminuindo a biodiversidade desse lugar. Segundo Barbieri (2012), estudos tem a previsão de que o mundo perderá entre 2% e 7% das espécies nos próximos vinte e cinco anos. A América Latina compreende 12% da superfície da Terra, mas contém dois terços de todas as espécies do planeta, o que torna de grande importância a necessidade de melhores políticas públicas e um aumento da consciência por parte da população. As principais causas da extinção de espécies são a agricultura, pecuária, criação de hidroelétricas e introdução de novas espécies.

O legado material que se herdou da era industrial do século XX tornou a vida mais cômoda que a vivida em tempos passados. Hoje, entretanto, muitas substâncias químicas e processos industriais não se justificam mais (GOLEMAN, 2009). É de extrema importância e urgência a sensibilização da população sobre as problemáticas ambientais e projetos que pretendam recuperar o que já foi contaminado ou destruído. A educação ambiental nas escolas se torna assim, um meio de sensibilização para as crianças. De acordo com Medeiros (2011), a educação ambiental nas escolas contribui para a formação de cidadãos conscientes, aptos para decidir e atuar na realidade socioambiental de uma maneira comprometida com a vida, com o bem-estar de cada um e com a sociedade.

Na continuação são mostrados materiais didáticos e jogos que contribuem para uma aprendizagem em diferentes disciplinas e contextos.

### 3.1.2. *Jogos e Materiais Didáticos*

O modelo tradicional de educação é ainda amplamente utilizado dentro das salas de aula no Brasil. Segundo Silva e Peixoto (2003), o ensino em algumas áreas ainda está marcado pelo tradicionalismo, que se limita ao uso do giz e quadro como ferramentas para o processo de aprendizagem. Uma das deficiências desse modelo é a falta de uso de materiais didáticos, que promovem uma maior satisfação por parte dos alunos. Alguns professores encontram facilidades no uso de materiais didáticos nas suas disciplinas, outros revelam que muitas vezes não conseguem encontrar uma aplicabilidade (FISCARELLI, 2007). A necessidade de encontrar uma relação entre o material didático e a vida cotidiana do aluno é essencial para que a educação se torne uma ferramenta a ser utilizada durante a vida posterior à escola.

Se considera que o conjunto de saberes, valores e significados construídos em torno de um objeto é o que faz com que se torne útil ao processo de ensino e aprendizagem, transformando-se em um material didático (FISCARELLI, 2007). Partindo desse pressuposto, os jogos educativos também podem ser utilizados dentro da sala de aula, já que promovem a aprendizagem por meio de diversas dinâmicas, onde o aluno se sente estimulado a aprender pela competição. Além disso, segundo Fontoura (2002), os principais recursos utilizados de forma natural e intuitiva pelas crianças para interagir com o mundo e com os outros, são os jogos e dinâmicas infantis.

Com o objetivo de encontrar soluções já existentes no mercado de materiais e jogos didáticos, foi feita uma pesquisa online para encontrar produtos que são utilizados para auxiliar o processo de ensino e aprendizagem. Depois da busca, foram filtrados os resultados e alguns ressaltados, para posterior consulta na construção dos Requisitos de Projeto e Geração de Alternativas. Nesse artigo são descritos apenas três produtos devido a impossibilidade de expor toda a pesquisa.

O Kit Ciência das Plantas (figura 01) tem como objetivo incentivar os alunos a descobrir como as plantas germinam através das sementes. O produto inclui um manual de instruções detalhado, onde as crianças podem consultar suas dúvidas e saber curiosidades sobre o tema. Os materiais utilizados em sua confecção são papel e plástico.



**Figura 1** – Kit Ciência das Plantas  
**Fonte:** Loja Online Wskits.

O Kit Ciência da Água Pura (figura 02) pretende ensinar a ciência que envolve a limpeza e reutilização da água através de experiências de purificação. É possível construir seu próprio filtro e um equipamento para dessalinizar e descontaminar a água com energia solar. É interessante o fato que os alunos possam acompanhar os processos passo a passo e ver as modificações ocasionadas, como por exemplo a cor da água que muda depois de passar pelo processo de filtragem.



**Figura 2** – Kit Ciência da Água Pura  
**Fonte:** Lala e Lelé Jogos Educativos.

Por fim, o jogo Cidade Limpa (figura 03) é produzido em cartonado e plástico. Cada jogador recebe um caminho de plástico, que percorre a cidade recolhendo lixo e

posteriormente é feita a seleção entre vidro, papel, metal e plástico. A dinâmica pode ser feita de 2 a 4 pessoas e busca desenvolver conceitos de preservação do meio ambiente e consciência ecológica. para corpos de prova com e sem nó respectivamente.



**Figura 3** – Jogo Cidade Limpa  
**Fonte:** www.dafiti.com.br.

Depois da investigação de jogos e materiais educativos, foi feita a identificação do público-alvo, definindo suas características e identificando suas necessidades.

### 3.1.3. Identificação do Público-alvo

A educação ambiental é uma ação de transformação dos indivíduos, onde por meio de informações e práticas, mudam seus hábitos e opiniões, buscando a preservação do meio ambiente. No Brasil, tanto a educação infantil quanto o ensino básico abordam temas relacionados ao meio ambiente. Essa educação que busca estimular o aluno também ensina que ele é parte integrante do meio, oferecendo a oportunidade de entender e interagir com o meio em que habita com respeito e consciência (MENEZES, 2012). Segundo Silva (2017), o desenvolvimento da educação ambiental com o público infantil tem como objetivo contribuir de maneira significativa para a mudança de convicções de uma sociedade em torno das questões ambientais, porque quanto mais cedo o tema seja abordado com as crianças, maiores são as possibilidades de despertar a consciência pela preservação ambiental. As crianças, ainda em processo de construção do seu conhecimento, se mostram mais receptivas para os temas ambientais, já que ainda não possuem uma opinião própria sólida. A cada dia que passa a questão ambiental é mais

reconhecida como um fato que precisa ser trabalhado nas escolas, pois crianças bem informadas sobre os problemas ambientais se tornarão adultos mais preocupados com o meio ambiente, além de que difundirão os conhecimentos que obtêm no colégio (MEDEIROS et al. 2011).

De acordo com essas informações, o público-alvo escolhido é de alunos entre 5 e 6 anos, estudando conseqüentemente o último ano da educação infantil e o primeiro ano do ensino fundamental 1.

### 3.2. Imersão em Profundidade

A Imersão em Profundidade busca além de aprofundar os temas já levantados na Imersão Preliminar, focar no ser humano com o objetivo de levantar as informações. As pessoas envolvidas no projeto vão ao encontro do cliente/usuário do produto para observar ou interagir com ele no contexto de uso de maneira que se aproxime a seus pontos de vista e descobrir não só o que falam, mas também que/como fazem e se sentem (VIANNA et al. 2012). Nesta fase foram aprofundados os seguintes temas: perda da biodiversidade, educação ambiental, inteligência naturalista e interdisciplinaridade, além da investigação com o público-alvo feita nas cidades de Florianópolis (Brasil) e Medellín (Colômbia).

#### 3.2.1. Pesquisa com o público-alvo

A pesquisa com o público busca um conhecimento mais profundo das necessidades do usuário sobre o produto que vai ser desenvolvido, podendo por meio de técnicas de pesquisa, perceber como o usuário se relaciona com esse produto. Foram aplicadas duas técnicas, sendo elas a entrevista e a sombra. A primeira foi feita com quatro pessoas, responsáveis pela educação ambiental e/ou coordenadoras em quatro instituições de ensino nas cidades de Florianópolis e Medellín. Já a sombra, segundo VIANNA et al. (2012) é um acompanhamento do usuário em um período que inclua sua interação com o produto ou serviço que está sendo analisando, onde o pesquisador não deve interferir. A técnica foi utilizada em uma instituição com alunos do último ano da educação infantil.

A primeira instituição visitada foi o Núcleo de Desenvolvimento Infantil, localizado dentro da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Com as técnicas de sombra e entrevista, foram levantadas informações significativas: a necessidade de reforçar o aprendizado por meio de perguntas e a pouca presença de jogos e produtos que abordem a temática do meio ambiente. Da mesma maneira, foi feita uma entrevista com a orientadora pedagógica do Colégio de Aplicação (UFSC),

que relata também essa falta de materiais didáticos relativos ao meio ambiente. Apesar da falta de produtos, as duas instituições apresentavam outros projetos que incentivam os alunos a uma melhor relação com o meio ambiente. Durante um intercâmbio na cidade de Medellín, foram feitas duas entrevistas com as responsáveis de duas escolas de educação infantil, Centro Educativo Infantil Arlequín e Guarderia Prescolar Mundo de Ilusiones, que apresentam a mesma falta de produtos e materiais didáticos relacionados ao meio ambiente. As duas escolas utilizavam fantoches e a primeira realizava visitas a hortas comunitárias com os alunos.

#### 3.2.2. Perda da Biodiversidade

A biodiversidade trata da variedade de vida no planeta Terra, ou seja, o conjunto de todas as espécies de seres vivos existentes na biosfera. Segundo o Portal Biológico Online Biomania (s.a.), inclui-se no termo a variedade genética dentro das populações e espécies, a variedade de espécies da flora, da fauna, de fungos macroscópicos e de microrganismos, a variedade de funções ecológicas desempenhadas pelos organismos nos ecossistemas e a variedade de comunidades, habitats e ecossistemas formados pelos organismos. Apesar do grande número de espécies, a biodiversidade não é distribuída igualmente na Terra, sendo maior na região dos trópicos: quanto maior a latitude, menor o número de espécies.

Atualmente, o planeta está passando por um período onde a perda da biodiversidade é mais acelerada do que há centenas de anos atrás, tendo como uma das causas o aquecimento global causado pelo aumento da emissão de gases do efeito estufa, queimadas de matas ou florestas, desmatamento e desenvolvimento urbano sem planejamento. Segundo Barbieri (2012), os recifes de coral são especialmente vulneráveis a mudanças da temperatura de água; calcula-se que um aumento de 3 a 4 graus centesimais causaria sua morte. Os corais são o ecossistema marinho de maior diversidade do planeta Terra, sendo de grande importância para a proteção do litoral, controle de erosão e geração de turismo. As geleiras, por outro lado, correm o risco de derreter, podendo causar a extinção de espécies que vivem em áreas determinadas.

A eliminação ou alteração do habitat pelo homem também é um dos fatores que mais ajudam nesse processo de diminuição da biodiversidade. De acordo com o Portal do Meio Ambiente (2009), a retirada desordenada da camada de vegetação nativa para construção de casas ou para atividade agropecuária altera o meio ambiente. Em média 90% das espécies extintas acabaram em consequência

da destruição de seu habitat. No Brasil, a Amazônia é um grande exemplo de como espécies vem sendo extintas pela modificação do ambiente onde vivem. A colonização da Amazônia a partir do final da década de 1960 foi marcada pelo processo violento de ocupação e degradação ambiental, onde o progresso é entendido simplesmente como crescimento econômico, baseado na exploração de recursos naturais percebidos erroneamente como infinitos (BECKER, 2011). A agricultura moderna, que visa uma homogeneização das espécies vegetais, acaba simplificando os processos naturais e a sua expansão, eliminando ecossistemas e diminuindo a biodiversidade. Conforme o Portal Ecológico Online Biomania (s.a.), estimasse que a cada ano, cerca de 13 milhões de hectares (área semelhante ao território da Grécia) são desmatados para dar lugar a atividades agropastoris. Além disso, a construção de infraestrutura e barragens impactam profundamente a diversidade, fragmentando os ecossistemas e os biomas. Com a inundação de extensas áreas de florestas naturais, a decomposição dessa biomassa traz sérias consequências para os próprios equipamentos da usina e sua operação, bem como para a diversidade da fauna silvestre, em especial, os peixes (BARBIERI, 2012). Devido a diminuição do oxigênio na água, as espécies marinhas costumam morrer, desaparecendo assim também seus ovos e larvas.

A superexploração comercial de espécies é a causa de muitas extinções, tendo como objetivo final o comércio de carnes exóticas, o mercado de ornamentos que utilizam parte dos animais (ex: marfim), o uso na medicina tradicional de alguns países que se utilizam de órgãos e ossos para produção de elixires e a caça recreativa que nada mais visa a morte do animal. Muitas vezes animais são retirados de seu habitat natural com objetivo de abastecer o comércio de animais de estimação selvagens de forma ilegal, colocando-os em gaiolas para o resto de sua vida, onde muitas vezes se tornam incapazes de voltar para seu ecossistema de origem. Por fim, a introdução de espécies exóticas também tem sua parcela de culpa na perda da biodiversidade, criando a possibilidade de competição dos animais introduzidos com os animais nativos. Normalmente as espécies são introduzidas por meio de atividades humanas, como o transporte e introdução acidental através de navios ou aquicultura mal planejada, possibilitando a fuga dos animais.

Os humanos fazem parte dos ecossistemas, apesar de muitas vezes pensarem o contrário, o que significa que com uma crise de biodiversidade, a saúde e meios de subsistência também entrarão em crise, afetando conjuntamente a geosfera, a biosfera e a sociosfera, como demonstra a figura 04.

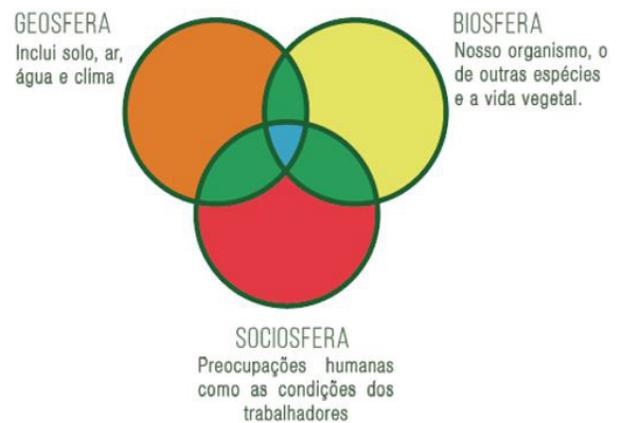


Figura 4 – Conexão entre geosfera, biosfera e sociosfera  
Fonte: feito pelas autoras.

Os ecossistemas fornecem a fertilidade do solo, polinizadores, decompositores de resíduos, purificação do ar e da água, controle de inundações, entre outros inúmeros benefícios, o que ressalta a necessidade da preservação da biodiversidade.

Após a pesquisa sobre a Perda da Biodiversidade, se mostrou necessário o aprofundamento sobre iniciativas escolares em relação à Educação Ambiental.

### 3.2.3. Estratégias no Ensino de Educação Ambiental

Desde que a preocupação com a implantação da Educação Ambiental se intensificou, na década de 90, muitos educadores desenvolveram e utilizaram estratégias para compartilhar o conhecimento sobre o meio ambiente com os alunos. Segundo Barbosa (2009), as escolas estão buscando realizar atividades permanentes de Educação Ambiental de forma interdisciplinar e coletiva, através do envolvimento de comunidades, articulando questões globais e locais. Além disso, leis brasileiras também incentivam o ensino ambiental dentro das escolas. O artigo 8º da Lei 9.795/99 incentiva a busca de alternativas curriculares e metodológicas na capacitação da área ambiental e as iniciativas e experiências locais e regionais, incluindo a produção de material educativo (BRASIL, 1999).

Apesar de dificuldades como a escassez de recursos e a falta de iniciativa e comprometimento de muitos docentes, as escolas estão desenvolvendo atividades que tem como objetivo promover uma educação ambiental concreta. No estudo de caso feito por Barbosa (2009), em diversas escolas de Belo Horizonte (MG), foram apontadas iniciativas como confecção de gibis, limpeza do ambiente ao redor da escola e uma ecogincana, que trabalha com um tema ambiental durante uma semana, onde os alunos

fazem uma pesquisa sobre o tema proposto e depois participam de brincadeiras e atividades. Em outro estudo de caso, realizado por Hansen (2013) em uma instituição particular da cidade de Florianópolis (SC), a autora relata as atividades desenvolvidas na escola: hortas, criação de um viveiro de mudas, separação de lixo, oficinas de papietagem, rodas de conversa, saídas de campo, aula vivência, dramatizações com o uso de fantoches, filmes e realização de produções artísticas (desenhos, pinturas e maquetes). Além disso, usam livros didáticos sobre o meio ambiente, sendo o único estudo de caso lido onde há a utilização de produtos no ensino ambiental. No Relato de Experiência sobre o projeto de educação ambiental desenvolvido no NEI Santo Antônio de Pádua, na cidade de Florianópolis, Marques et al. (s.a.) relata que a educação ambiental na instituição tem como objetivos específicos incentivar a separação do lixo orgânico na escola e na comunidade, estimular a implantação de um minhocário e uma horta e ensinar o conceito dos 5 R's, por meio da arte e brincadeiras.

### 3.2.4. *Inteligência Naturalista*

A teoria das inteligências múltiplas proposta por Howard Gardner em 1983 contrapõe a teoria da inteligência única, justificando que durante a vida o ser humano desenvolve vários tipos de inteligências em diferentes níveis. Em um primeiro momento identificou sete inteligências (musical linguística, visuo-espacial, corporal-cinestésica, lógico matemática, interpessoal e intrapessoal) e posteriormente mais três, sendo elas: naturalista, espiritual e existencial (ALMEIDA et al. apud GARDNER, 2009). Até então, o padrão mais aceito para a qualificação da inteligência eram os testes de QI, criados nos primeiros anos do século XX pelo psicólogo francês Alfred Binet (FERRARI, 2008). Apesar de os testes QI só considerarem o que Gardner classifica como a inteligência lógico-matemática, os mesmos eram usados como padrão de desempenho esperado nas escolas em todas as disciplinas.

A inteligência naturalista é descrita por Garner como a capacidade de reconhecer padrões na natureza, identificar e classificar objetos e as numerosas espécies e compreender sistemas naturais e aqueles criados pelo homem (NICOLLIER; VELASCO, 2008). Em seu livro denominado *Inteligência Ecológica*, Daniel Goleman (2009) descreve que: A inteligência ecológica é nossa capacidade de nos adaptarmos a nosso nicho ecológico. Aqui, ecológico se refere à compreensão dos organismos e de seus ecossistemas, e inteligência conota a capacidade de aprender com a experiência e lidar efetivamente com nosso meio ambiente. A inteligência ecológica nos permite aplicar o que

aprendemos sobre os efeitos da atividade humana sobre os ecossistemas no sentido de como causar menos danos, e mais uma vez, viver de modo sustentável em nosso nicho.

### 3.2.5. *Interdisciplinaridade*

A interdisciplinaridade se trata da integração de conteúdos entre duas ou mais disciplinas do currículo escolar, promovendo possibilidades diferentes de olhar um mesmo fato. É uma temática que é compreendida como uma forma de trabalhar em sala de aula, no qual se propõe um tema com abordagens em diferentes disciplinas. É compreender, entender as partes de ligação entre as diferentes áreas de conhecimento, unindo-se para transpor algo inovador, abrir sabedorias, resgatar possibilidades e ultrapassar o pensamento fragmentado (BONATTO et al. 2012). Busca-se que o produto que está sendo desenvolvido seja interdisciplinar, integrando conhecimentos de matemática, história e geografia. Além disso, estimulará o processo de alfabetização e ampliação de vocabulário, aprofundando também nas crianças o conhecimento sobre a língua portuguesa.

Atualmente, já se reconhece que o ensino de matemática por meio da memorização não é o melhor método. De acordo com o Referencial Curricular Nacional da Educação Infantil – RCNEI produzido pelo Ministério da Educação (1998), há um grande equívoco em ensinar matemática por meio da memorização e repetição, onde a criança apenas decora e não entende realmente a lógica. É necessário que as crianças aprendam a pensar a respeito da solução, elaborar estratégias e coloca-las em prática. De acordo com Ferreira, Condotta e Monteiro (2014), a matemática na educação infantil é importante para o crescimento intelectual dos alunos, pois potencializa o que eles já trazem do seu dia a dia com o que têm acesso em sua vida, uma interação que contribui para que a criança articule seus conhecimentos.

O RCNEI (1998) aponta que o ensino de matemática na educação infantil tem como objetivo o desenvolvimento de situações envolvendo matemática no dia-a-dia; o conhecimento dos números; o saber contar; noções de espaço físico, medida e formas e a estimulação da confiança da criança ao se deparar com problemas e desafios. O mesmo documento divide os conteúdos a serem transmitidos para crianças de 4 à 6 anos em três blocos, sendo eles Números e Sistemas de Numeração (contagem, notação, escrita numérica e operações matemáticas); Grandezas e Medidas (compreensão dos números e noções relativas ao espaço e às formas) e Espaço e Forma (possibilita que os alunos explorem e identifiquem objetos e figuras, tipos de contornos, identificação de pontos de referência, etc).

De acordo com Carvalho e Pirola (2004), é na Educação Infantil o momento mais adequado para estimular na criança o desenvolvimento do pensamento lógico quer pela riqueza das atividades desenvolvidas, quer pela abertura quanto a flexibilidade, curiosidade, criatividade e descoberta. A matemática deve ser ensinada como instrumento para interpretação das coisas que rodeiam o ser humano, formando assim pessoas conscientes para a cidadania e criatividade e não somente para a memorização, alienação e exclusão (VIRGULINO, 2014).

A disciplina de história encontra mais obstáculos para ser ensinada na educação infantil, em comparação com a matemática. Segundo Mota (2011), as disciplinas de metodologia de ensino e prática são voltadas para o conhecimento e atividades que serão abordadas mais especificamente no Ensino Fundamental, deixando a impressão de que na Educação Infantil os professores devem apenas brincar e cuidar, ficando os conhecimentos, propriamente ditos, para os anos futuros. Alguns autores como Bittencourt (2004) e Siman (2003) contestam também sobre a visão tradicional do ensino de história, onde a noção do tempo histórico acaba sendo reduzida apenas pelo tempo cronológico e pelos grandes acontecimentos e personalidades, totalmente desconexos da vida da criança. Mota (2011) também relata que existe uma ausência de materiais específicos que trabalhem com a disciplina nas unidades escolares. Nesse contexto, Menezes e Silva (2007) afirmam que é possível e necessário trabalhar a História com os alunos dos anos iniciais, compreendendo que eles são capazes de questionar, pesquisar, relacionar, temporalizar e conceituar, desde que sejam respeitadas as experiências e o acervo de conhecimentos pertinentes à faixa etária a que pertencem.

Na idade de 5 e 6 anos, é necessário possibilitar a construção de relações entre presente e passado. Para Terra (2003), o estudo de História na Educação Infantil tem por objetivo: possibilitar que as crianças possam conhecer hábitos e costumes de outras épocas e culturas, estabelecendo relações de diferença, semelhança, mudança e permanência em relação aos seus costumes e de sua época, pra que comecem a pensar sobre outros tempos, diferenciando, através das informações estudadas um tempo de outro. Por meio da comparação entre a realidade vivida antigamente com a realidade do aluno, as crianças relacionam as suas próprias experiências aos conhecimentos históricos aprendidos. Os objetos também possuem uma carga importante no ensino de história na Educação Infantil. De acordo com Cainelli (2006), as crianças ao se relacionarem com objetos do passado estabelecem relações que as

levam a imaginar o que os homens do passado sentiam e pensavam ao utilizar um determinado objeto. O ensino de história causa um despertar na criança onde ela encontra uma nova forma de pensar e agir. Conforme Fonseca (2009), o estudo de história é fundamental para perceber o movimento e a diversidade, possibilitando comparações entre grupos e sociedades nos diversos tempos e espaços. Por isso, a história nos ensina a ter respeito pela diferença.

A geografia, além de ter seus conteúdos próprios, se relaciona muito com a história. Ela tem como finalidade estudar a terra e suas relações, os habitantes e a ação do homem sobre a natureza (PORTAL EDUCAÇÃO, s.a.). Segundo Gomes (2013), os conhecimentos geográficos precisam ser trabalhados desde a Educação infantil, com o desenvolvimento de atividades e estímulos direcionados de forma lúdica e que contribuam na formação básica do aluno. Porém, assim como a disciplina de história, a geografia também encontra dificuldades no Ensino Infantil. O cotidiano das escolas de educação infantil revela que não há uma exigência de forma "direta" em constar conteúdos de Geografia na Proposta Curricular das escolas, existindo uma prioridade em atender aos objetivos relacionados ao desenvolvimento da linguagem e psicomotricidade (GOMES, 2013).

A autora realizou dois estudos de casos em diferentes escolas de Uberlândia (MG) no ano de 2012, onde uma parte da pesquisa consistia em pesquisar a Proposta Pedagógica das instituições, documentos estes onde seria possível observar como a Geografia pode ser trabalhada nos anos iniciais. Nos tópicos seguintes, é descrito como a disciplina pode ser ensinada de acordo com cada eixo da Proposta Pedagógica, correspondendo ao estudo de caso número um (EMEI Santa Mônica), sendo possível adapta-la para outras escolas.

- Corpo e movimento: conhecimento do próprio corpo no espaço, lateralidade e orientação no espaço geográfico e conhecimento dos elementos da paisagem.
- Identidade, autonomia e inclusão: se relaciona com a geografia ao propor que se ofereçam situações em que a criança se reconheça como indivíduo inserido em um grupo social e natural.
- Diversidade Cultural e História Social: valorizar a diversidade cultural sem privilegiar estereótipos e construção da identidade da criança por meio do conhecimento do seu contexto histórico-social.
- Meio ambiente, preservação e sustentabilidade: experiências que valorizem a natureza, ações visando a sustentabilidade, reconhecer-se como parte do ambiente, ampliar o conhecimento sobre o natural e propiciar o contato com a natureza e manipulação do ambiente natural.

O Blog Educação Muda Tudo (2011), relata que a geografia amplia a noção de espaço da criança, sugerindo que durante a Educação Infantil a criança se aprofunde nos seguintes temas: reconhecer semelhanças e diferenças nos modos e diferentes grupos sociais; representar o lugar onde vivem; reconhecer no seu cotidiano os referenciais espaciais de localização, orientação e distância de modo a deslocar-se com autonomia e estimular a criança a observar e compreender as diferentes manifestações da natureza, apropriação e transformação dela pela ação de sua coletividade, de seu grupo social. O RCNEI (1998) também retrata no seu volume 3, Natureza e Sociedade, alguns conteúdos a serem desenvolvidos na faixa etária de 4 a 6 anos: organização dos grupos e seu modo de ser, viver e trabalhar, os lugares e suas paisagens; objetos e processos de transformação; os seres vivos e os fenômenos da natureza.

Dessa maneira, o estudo da Geografia torna-se importante por proporcionar às crianças, em seu nível de conhecimento, o estabelecimento de relações entre o lugar em que vivem e outros lugares, questionar e apresentar suas próprias concepções sobre natureza e sociedade (SOUZA; LOBATO, 2018). É perceptível também que a Geografia é a disciplina que mais abrange conhecimentos sobre a Educação Ambiental, sendo nela onde os professores trabalham normalmente de forma isolada os conceitos sobre o meio ambiente.

A interdisciplinaridade se mostra necessária ao ponto que muitas vezes essas três disciplinas são tratadas de maneira independente, principalmente separando a matemática da história e geografia. A junção das três proporcionará ao aluno um melhor entendimento de diferentes conteúdos, possibilitando a relação dos temas tratados com o seu dia-a-dia.

### 3.2.6. Análise Sincrônica de Jogos sobre Biodiversidade

A análise de produtos concorrentes ou similares é utilizada para reconhecer o “universo” do produto a ser desenvolvido, evitar reinvenções, permitir ao designer conhecer os pontos fracos e fortes do produto e agir para melhorá-los, muda-los, inovar ou conservar. A pesquisa de jogos sobre a biodiversidade foi feita em português, espanhol, inglês, sendo destacados nesse artigo 2 produtos da pesquisa total. Nota-se que existem mais produtos que priorizam o design gráfico, havendo assim poucas soluções de produto. Foi feita uma análise com esses jogos, separando-os por categorias ressaltando os pontos positivos e negativos.

O Quebra-cabeça sobre a Biodiversidade (figura 05) é vendido online por uma loja localizada na Filadélfia, nos Estados Unidos. Apesar de ser um quebra cabeça comum, tem alguns diferenciais como ter um formato

diferenciado à grande maioria, materiais ecológicos e ser esteticamente atraente, ajudando assim tanto a venda do produto quanto o aprendizado da criança.



Figura 5 – Quebra-Cabeça sobre a Biodiversidade  
Fonte: feito pelas autoras.

O produto é dividido pelos grandes grupos: animais, vegetais, fungos e microscópicos, possuindo uma cor de fundo apropriada para cada um deles. Como ponto negativo, possui o preço, que é um pouco alto para o mercado brasileiro.

O outro produto destacado também é o Quebra-cabeça Animais em Extinção (figura 06), que se destaca por mostrar o hábitat natural de cada animal, ajudando assim a criança a localizá-los no espaço. Possui um preço acentuado, dificultando assim sua compra. Pode ser usado a partir de cinco anos de idade e é indicado para estimular a busca de desafios e descobertas, além de explorar os sentidos do aluno. O quebra cabeça e a sua embalagem são produzidos em MDF e suas cores predominantes são o azul, bege e verde, todas em tons mais claros.



**Figura 6** – Quebra-cabeça Animais em Extinção  
**Fonte:** feito pelas autoras.

Após a Imersão Preliminar e a Imersão em Profundidade, foram utilizadas duas ferramentas de síntese: Cartões de Insight e Requisitos de Projeto.

### 3.3. Cartões de Insight

Os Cartões de Insight, de acordo com Vianna (2012), são reflexões embasadas em dados reais das pesquisas realizadas anteriormente, transformadas em cartões que facilitam a rápida consulta e manuseio. Normalmente é dividido em título, tema e fonte, e é recomendado sua utilização sempre que se identifica uma questão relevante para o projeto. No presente artigo serão destacados os Cartões de Insight relativos ao tema ambiental.

Na fase de Imersão Preliminar, foram pesquisados temas relacionados ao meio ambiente, como as Problemáticas Ambientais. O primeiro cartão da figura 07,

relativo com as principais causas da extinção de espécies, está relacionado com o tema posteriormente escolhido para os Kit's de Educação Ambiental.



**Figura 7** – Cartões de Insight da Imersão  
**Fonte:** feito pelas autoras.

Já na fase de Imersão em Profundidade, foi feita a identificação do que é Inteligência Naturalista (figura 08), além de características que são aprofundadas por ela, buscando proporcionar que as atividades que sejam realizadas no Kit Educativo ajudem o desenvolvimento dessa capacidade em relação ao meio ambiente.



**Figura 8** – Cartões de Insight da Imersão em Profundidade  
**Fonte:** feito pelas autoras.

A pesquisa sobre a perda da biodiversidade foi feita igualmente na fase de Imersão em Profundidade. Os cartões da figura 09 são as causas do tema: aquecimento global, eliminação ou alteração do habitat natural pelo ser humano, a superexploração comercial das espécies, a agricultura moderna, a introdução de espécies exóticas em habitats naturais de outros animais e a construção de infraestrutura e barragens.



**Figura 9** – Cartões de Insight da Imersão Preliminar  
**Fonte:** feito pelas autoras.

Após a confecção dos Cartões de Insight, foram desenvolvidos os Requisitos de Projeto.

### 3.4. Requisitos de Projeto

O desenvolvimento de um produto só pode ser realizado satisfatoriamente se houver especificações de projeto, ou seja, objetivos que viabilizem, que sejam úteis para atender as necessidades do usuário e/ou consumidor. Neste trabalho, os requisitos abordam duas áreas principais: a área educativa e a parte física (tabela 01). A parte educativa evidencia a perda da biodiversidade e a interdisciplinaridade, enquanto a área física se enfoca no armazenamento do produto, materiais e na parte estética em geral, com aspectos como formas e cores.

Requisitos	Objetivo	Classificação	Origem	
Atender as necessidades cognitivas, psicomotoras e sociais dos alunos	Estimular sensorialmente os alunos por meio de cores e texturas	Obrigatório	Imersão em Profundidade	
	Possibilitar a ampliação do vocabulário e o estímulo ao processo de alfabetização por meio da comunicação entre professor(a) e aluno	Obrigatório	Imersão em Profundidade	
	Reforçar a aprendizagem por meio de perguntas	Obrigatório	Imersão em Profundidade	
Ajudar o desenvolvimento da inteligência naturalista	Incentivar os alunos a manter-se em contato com a natureza por meio das atividades	Obrigatório	Imersão em Profundidade	
	Ajudar o estudante a estabelecer categorias de objeto de uso humano, animais e vegetais por meio das atividades	Obrigatório	Imersão em Profundidade	
	Permitir a percepção de causas e efeitos de fenômenos naturais e humanos por meio de atividades	Obrigatório	Imersão em Profundidade	
Auxílio ao ensino de educação ambiental através da temática da perda da biodiversidade no Brasil	Representar os grupos de seres vivos por meio de representações em miniatura	Obrigatório	Imersão em Profundidade	
	Detalhar as causas e consequências da perda da biodiversidade por meio de atividades e material direcionado aos professores	Obrigatório	Imersão Preliminar	
	Oferecer informação sobre os benefícios dos ecossistemas para os seres humanos por meio de um material direcionado aos professores	Desejável	Imersão em Profundidade	
	Localizar geograficamente nas regiões brasileiras os grupos de seres vivos por meio de estrutura física e/ou mapa e/ou pontos cardiais	Obrigatório	Imersão em Profundidade	
	Ter uma identificação estética com o tema da biodiversidade e meio ambiente por meio do uso de cores	Obrigatório	Imersão em Profundidade	
Coletividade	Tamanho e dinâmica onde possam utilizar quatro pessoas ou mais	Obrigatório	Imersão Preliminar	
Interdisciplinaridade	Matemática	Proporcionar aos alunos noções de espaços físicos por meio de estruturas	Obrigatório	Imersão em Profundidade
		Propiciar aos alunos conhecimentos sobre formas geométricas através de estruturas físicas e atividades	Obrigatório	Imersão em Profundidade
		Possibilitar aos alunos conhecimentos básicos sobre números e contar por meio de atividades	Obrigatório	Imersão em Profundidade
	História	Facilitar a comparação entre grupos e sociedades através de atividades e/ou material direcionado aos professores	Desejável	Imersão em Profundidade
		Proporcionar informação sobre objetos utilizados por pessoas nas regiões brasileiras	Obrigatório	Imersão em Profundidade
	Geografia	Possibilitar que o aluno reconheça e represente o lugar onde vive por meio de atividades	Obrigatório	Imersão Preliminar
		Proporcionar experiências que valorizem a natureza e ações sustentáveis por meio de atividades	Obrigatório	Imersão em Profundidade

Requisitos	Objetivo	Classificação	Origem
Embalagem	Resistência a humidade e aos raios solares utilizando materiais adequados	Desejável	Imersão em Profundidade
	Sistema de transporte eficiente por meio de alças e/ou agarradeiras	Obrigatório	Imersão em Profundidade
	Que seja desmontável (modular ou por encaixes) para facilitar o armazenamento	Obrigatório	Imersão em Profundidade
Segurança	Manual de instruções com indicações de uso e aprendizagem	Obrigatório	Imersão em Profundidade
	Tamanhos adequados para evitar riscos de asfixia	Obrigatório	Imersão em Profundidade
Ecológico	Materiais com possibilidade de reuso e reciclagem	Obrigatório	Imersão em Profundidade
Tempo de uso	Materiais resistentes a áreas externas	Desejável	Imersão em Profundidade
	Fácil Limpeza	Obrigatório	Imersão em Profundidade

**Tabela 1** – Requisitos de Projeto  
Fonte: feito pelas autoras.

Os Requisitos de Projeto são uma ferramenta de sínteses muito pertinente para o desenvolvimento de produtos, servindo para orientar o processo de projeto com relação a que as metas sejam cumpridas durante a fase de geração de alternativas e posteriormente nas provas com o protótipo.

#### 4. CONCLUSÃO

A Educação Ambiental é extremamente necessária devido as problemáticas ambientais enfrentadas atualmente por diversas nações. Os produtos e materiais didáticos que pretendem ajudar no processo dessa aprendizagem devem ser eficazes, direcionados às reais necessidades dos alunos, aplicando o conhecimento de forma interdisciplinar e relacionando eles com o seu entorno e dia-a-dia.

A necessidade e importância do Kit Educacional se torna evidente ao ponto que cada vez mais animais estão sendo extintos por ações humanas, o que significa que com a devida educação prévia é possível reverter uma parte significativa do número de animais e espécies vegetais que serão exterminados. Durante a pesquisa com o público alvo, a falta de materiais didáticos relacionados com o tema do meio ambiente e/ou perda da biodiversidade também confirmou que a oportunidade do projeto é pertinente. Além disso, a problemática é sentida em diversos países, principalmente latinos, onde se encontra a maior parte da biodiversidade animal e vegetal devido a

sua proximidade ao trópico, o que significa que a área de atuação do material didático podia expandir-se levando em consideração questões culturais e linguísticas.

#### AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem às escolas que proporcionaram as pesquisas do público alvo, em especial ao Núcleo de Desenvolvimento Infantil (NDI-UFSC), que permitiu a pesquisa com os alunos e à Universidad Pontificia Bolivariana (UPB), na cidade de Medellín (COL), que possibilitou e orientou um aprofundamento na pesquisa.

#### REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, Leandro S. et al. **Inteligências múltiplas de Gardner: É possível pensar a inteligência sem um fator g?** 2009. Disponível em: <<https://impactum-journals.uc.pt/psychologia/article/view/969/418>>. Acesso em: 26 mar. 2019.
- BARBIERI, Edison. **A Revolução da Biodiversidade**. 2012. Disponível em: <[ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/REDUCAO\\_BIODIVERSIDADE\\_2.pdf](ftp://ftp.sp.gov.br/ftppesca/REDUCAO_BIODIVERSIDADE_2.pdf)>. Acesso em: 26 abr. 2018.
- BARBOSA, Gláucia Soares. **Olhares sobre a Educação Ambiental na Escola: as práticas e as estratégias educativas de implementação**. Juiz de Fora, v. 14, n. 2, p. 71-93, set. 2009/fev. 2010.

BECKER, B. K. **Revisão das políticas de ocupação da Amazônia:** é possível identificar modelos para projetar cenários? *Parcerias estratégicas*, n. 12, 2011, p. 135-159.

BITTENCOURT, Circe Maria Fernandes. **Aprendizagens em História.** Ensino de História: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2004, p. 183-221.

BLOG EDUCAÇÃO MUDA TUDO. **A Importância da Geografia na Educação infantil e Séries Iniciais.** Disponível em: <<http://educacaomudatudo.blogspot.com/2011/08/importancia-da-geografia-na-educacao.html>>. Acesso em: 26 ago. 2018.

BONATTO, Andréia. et al. **Interdisciplinaridade no Ensino Escolar.** Caxias do Sul, 2012.

BRASIL. Decreto 4.281, de 25.06.2002. **Regulamenta a Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências.** DOU 26.06.2002.

CAINELLI, Marlene. **Educação Histórica:** Perspectiva de Aprendizagem da História no Ensino Fundamental. Dossiê: Educação Histórica. Curitiba, PR: Ed. UFPR, nº especial, 2006, p. 57-72.

CARVALHO, Ana Maria L. B. de; PIROLA, Nelson Antônio. **O Ensino da Matemática na Educação Infantil e as Concepções Norteadoras da Prática Docente.** Recife, 2004. Disponível em: <<http://www.sbcmbrasil.org.br/files/viii/pdf/01/CC03047505810.pdf>>. Acesso em 03 abr. 2018.

CENTRO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO PARA A CONSERVAÇÃO. **Atividades de Educação Ambiental para as Escolas Primárias.** Oficina Regional de Educação da UNESCO para a América Latina e Caribe. Santiago - Chile, 1997.

DOURADO, Luiz Fernandes; OLIVEIRA, João Ferreira de. **A Qualidade da Educação: Perspectivas e Desafios.** Campinas, vol. 29, n. 78, pag. 201-215, maio/ago. 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ccedes/v29n78/v29n78a04.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

FERRARI, Márcio. **Howard Gardner, o cientista das inteligências múltiplas.** Site Nova Escola. 2008. Disponível em: <<https://novaescola.org.br/conteudo/1462/howard-gardner-o-cientista-das-inteligencias-multiplas>>. Acesso em 26 mar. 2019.

FERREIRA, Karina Fernandes; CONDOTTA, Rebeca Barragam; MONTEIRO, Ana Fátima B. Silva. **O ensino de matemática na educação infantil e a ludicidade na abordagem do processo.** UNISANTA HUMANITAS – p. 62-81; Vol. 3 nº1. 2014.

FISCARELLI, Rosilene Batista de Oliveira. **Material Didático e Prática Docente.** Revista Ibero-Americana de Estudos em Educação, Araraquara, v.2, n. 1. 2007.

FONSECA, Selva Guimarães. **Fazer e Ensinar História.** Belo Horizonte, Dimensão, 2009, p. 51.

FONTOURA, Antônio Martiniano. **EdaDe:** A educação de crianças e jovens através do design. 357 f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Produção, Engenharia de Produção e Sistemas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

GOLEMAN, Daniel. **Inteligência Ecológica:** O impacto do que consumimos e as mudanças que podem melhorar o planeta. Elsevier Editora Ltda. Rio de Janeiro, 2009.

GOMES, Adrienne Galvão Silveira. **O Ensino de Geografia na Educação Infantil para Crianças com Deficiência.** Uberlândia, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/16189/1/EnsinoGeografiaEducacao.pdf>>. Acesso em 25 ago. 2018.

HANSEN, Karem Susan. **Metodologias de Ensino da Educação Ambiental no Âmbito da Educação Ambiental.** Florianópolis, 2013. Disponível em: <[www.revistaa.org/artigo.php?idartigo=1467](http://www.revistaa.org/artigo.php?idartigo=1467)>. Acesso em 16 ago. 2018.

LALÁ E LELÊ BRINQUEDOS EDUCATIVOS. **Kit Ciência da Água Pura.** Disponível em: <<https://www.lalaelelebrinquedos.com.br>>. Acesso em 18.dec. 2018.

LIMA, Gustavo da Costa. **Questão Ambiental e Educação: Contribuições para o Debate**. Ambiente & Sociedade, nº5. 1996. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/html/317/31713413010/>>. Acesso em: 11 abr. 18.

LOJA WSKITS. **Kit Ciência das Plantas**. Disponível em: <<https://www.wskits.com.br/>>. Acesso em: 18 dic. 2018.

MARQUES, Aline Vasconcelos. et al. **Educação Ambiental com as Crianças Pequenas**. Florianópolis.

MEDEIROS, Aurélia Barbosa de. et al. **A Importância da Educação Ambiental na Escola nas Séries Iniciais**, Revista Faculdade Montes Belos, v. 4, n. 1, set. 2011. Disponível em: <[revista.fmb.edu.br/index.php/fmb/article/download/30/26](http://revista.fmb.edu.br/index.php/fmb/article/download/30/26)>. Acesso em: 23 abr. 2018.

MENEZES, Cássia Maria Vieira Martins da Cunha. **Educação Ambiental: a criança como um agente multiplicador**. São Caetano do Sul, 2012. Disponível em: <<http://maua.br/files/monografias/completo/educacao-ambiental-crianca-como-agente-multiplicador-280830.pdf>>. Acesso em: 08 abr. 2019.

MENEZES, Leila Medeiros de; SILVA, Maria Fatima de Souza. **Ensino de História: sujeitos, saberes e práticas**. Rio de Janeiro: Mauad X: FAPERJ, 2007, p. 215-228.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/meioambiente.pdf>>. Acesso em: 11 abr. 2018.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Referencial Curricular Nacional da Educação Infantil**. Brasil, 1998.

MOTA, Keila Maria. **O Ensino de História na Educação Infantil de 0 a 3 anos: práticas pedagógicas dos professores**. São Carlos, 2011. Disponível em: <<http://www.pedagogia.ufscar.br/documentos/arquivos/trabalhos-de-conclusao-de-curso/tcc-2008/o-ensino-de-historia-na-educacao-infantil-de-0-a-3-anos-praticas-pedagogicas-dos-professores>>. Acessado em 25 ago. 2018.

NICOLLIER, Valerie; VELASCO, Fermin Garcia C. **A INTELIGÊNCIA NATURALISTA: um novo caminho para a educação ambiental**. REDE – Revista Eletrônica do Prodepa, Fortaleza, v. 2, n. 1, p. 19-44, jun. 2008.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO. **Education at a Glance: OECD Indicators**. 2015. Disponível em: <<https://oecd.org/brazil/Education-at-a-glance-2015-Brazil-in-Portuguese.pdf>>. Acesso em 11 abr. 2018.

PAZMINO, Ana Veronica. **Como se cria: 40 métodos para o design de produtos**. Editora Blucher. São Paulo. 2015.

PORTAL BIOLÓGICO ONLINE BIOMANIA. **Perda da Biodiversidade**. Disponível em: <<https://biomania.com.br/artigo/perda-de-biodiversidade>>. Acesso em: 21 mai. 2018.

PORTAL DO MEIO AMBIENTE. **Perda da Biodiversidade**. 2009. Disponível em: <<http://portal.rebia.org.br/cidadania-ativa/2101-perda-de-biodiversidade>>. Acesso em: 24 mai. 2018.

PORTAL EDUCAÇÃO. **Geografia Infantil e sua Importância**. Disponível em: <<https://portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/direito/geografia-infantil-e-sua-importancia/55972>>. Acesso em 25 ago. 2018.

SILVA, F. W. O. da; PEIXOTO, M. A. N. **Os laboratórios de Ciências nas Escolas Estaduais de Nível Médio de Belo Horizonte**. Educação e Tecnologia, Belo Horizonte, v. 8, n.1, p. 27 – 33 jan/jun. 2003.-022.pdf>. Acesso em: 07 mai. 2018.

SILVA, Leidyane de Nazaré Amorim; JANDRA, Michele da Costa Mota. **Educação Ambiental para Crianças da Educação Infantil em Escolas do Município de Santarém – Pará**. Campo Grande, 2017. Disponível em: <<http://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2017/VII>>

SIMAN, Lana Mara de Castro. **A temporalidade histórica como categoria central do pensamento histórico: desafios para o ensino e a aprendizagem**. Campinas, SP: Alínea, 2003, pg 109-143.

SOUZA, Luciana Aparecida da Silva Moraes de; LOBATO, Rodrigo Batista. **O Ensino da Geografia na Educação Infantil**. 2018. Disponível em: <<http://educacaopublica.cederj.edu.br/revista/artigos/o-ensino-de-geografia-na-educacao-infantil>>. Acesso em 26 ago. 18.

TERRA, Antônia. **Proposta de Ensino – História**. 2003. Disponível em: <[www.fundacaobradesco.org.br](http://www.fundacaobradesco.org.br)>. Acesso em 17 mar. 2018.  
VIANNA, Maurício et al. **Design Thinking: Inovação em Negócios**. MJV Press, 2012.

VIRGULINO, Carina Silvado. **O Ensino da Matemática na Educação Infantil**. 2014. Disponível em: <<https://www.webartigos.com/artigos/o-ensino-da-matematica-na-educacao-infantil/119953>>. Acesso em 25 ago. 2018.

## AUTORES

ORCID: 0000-0003-0686-0389

**JÚLIA PEREIRA STEFFEN MUNIZ** | UFSC | Design | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Rodovia Baldicero Fllomeno, 10755 - Ribeirão da Ilha, Florianópolis - SC, 88064002 | Email: [juliasteffenmuniz@hotmail.com](mailto:juliasteffenmuniz@hotmail.com)

ORCID: 0000-0001-7669-8650

**ANA VERÔNICA PAZMINO, Dra.** | UFSC | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Av. Madre Benvenuta 322/816 - Trindade, Florianópolis - SC, 88036500 | Email: [anaverpw@gmail.com](mailto:anaverpw@gmail.com)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

MUNIZ, Júlia Pereira Steffen; PAZMINO, Ana Verônica; O Design na Educação Ambiental: Requisitos para Kit Interdisciplinar sobre a Perda da Biodiversidade no Brasil. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 55-70, jun. 2019**. ISSN 24473073.. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.55-70>.

**DATA DE ENVIO:** 15/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 16/04/2019

# COOLHOUSE – PROJETO DE INVESTIGAÇÃO EM ESTRATÉGIAS INOVADORAS DE VENTILAÇÃO E ARREFECIMENTO NO SUL DE PORTUGAL

*COOLHOUSE – INVESTIGATION PROJECT ON INNOVATIVE VENTILATION AND COOLING STRATEGIES IN SOUTHERN PORTUGAL*

---

**AFONSO HENRIQUES MONTEIRO** | TRÍPTICO ENGENHARIA

## RESUMO

Com o primordial objetivo de contribuir para o desenvolvimento sustentável, com foco em atividades chave cruciais para o bem estar social e competitividade econômica na Europa, o CORDIS, serviço de informação de pesquisa e desenvolvimento da Comunidade Europeia, lançou, em 1998, o Programa FP5-EESD – Programme for research, technological development and demonstration on "Energy, environment and sustainable development (Programa para pesquisa, desenvolvimento tecnológico e validação em "Desenvolvimento energético, ambiental e sustentável). Tendo por base este programa foi desenvolvido, no sul de Portugal, o projeto Coolhouse-Cooling Houses in Southern Europe Using Innovative Ventilation Strategies, o qual teve como desafio provar que alternativas para condicionamento de ar em edifícios domésticos existem, são práticas e fornecem condições de conforto idênticas a construções com sistemas de arrefecimento de ar convencional. No presente artigo descreve-se o desenvolvimento do projeto desde a sua fase conceptual até a sua execução prática, bem como resultados obtidos, tanto técnicos como econômicos.

**PALAVRAS CHAVE:** Arquitetura Passiva; Eficiência Energética; Coolhouse; Arquitetura Sustentável.

## ABSTRACT

*With the primary objective of contributing to sustainable development, with a focus on key activities crucial to social well-being and economic competitiveness in Europe, CORDIS, the research and development information service of the European Community, launched in 1998 FP5 - EESD - Program for research, technological development and demonstration on "Energy, environment and sustainable development." Based on this program was developed in the south of Portugal, the project Coolhouse - Cooling Houses in Southern Europe Using Innovative Ventilation Strategies, which main objective was to prove that alternatives for air conditioning in domestic buildings exist, are practical and provide the same conditions of comfort to constructions with conventional air conditioning. This article describes the development of the project from its conceptual phase to its practical execution, as well as technical and economic results.*

**KEY WORDS:** Passive Architecture; Energy Efficiency; Coolhouse; Sustainable Architecture.



## 1. INTRODUÇÃO



*Coolhouse* é um projeto da iniciativa de uma empresa portuguesa de promoção imobiliária do Sul de Portugal, AlmaVerde que, tendo em vista o mercado alvo do seu produto, teve a iniciativa de recorrer ao Programa FP5-EESD - Programa para pesquisa, desenvolvimento tecnológico e validação em "Desenvolvimento energético, ambiental e sustentável", lançado pelo CORDIS, serviço de informação de pesquisa e desenvolvimento da Comunidade Europeia.

Tendo como principal alvo do seu produto o mercado do Norte da Europa, isto é, potenciais compradores de habitação de férias no Sul de Portugal, originários dos países setentrionais da Europa que, por norma, são mais conscientes às questões relativas a sustentabilidade e eficiência energética, a AlmaVerde teve a iniciativa de desenvolver um projeto residencial diferenciado, o qual utiliza-se soluções alternativas para o comum ar condicionado residencial, reduzindo deste modo as emissões de CO<sub>2</sub>. O projeto envolveu a construção de mais de 80 moradias entre 2003 e 2011, ano em que deixei o projeto.

Sendo, de fato, os edifícios responsáveis por metade do consumo energético mundial, e por metade das emissões de CO<sub>2</sub> daí resultantes, a AlmaVerde considerou uma necessidade, e mesmo uma obrigação, a concepção de projetos que minimizassem o consumo de energia sem deixar de oferecer conforto ao longo de todo o ano.

## 2. SOLUÇÃO COOLHOUSE

A estratégia global do projeto fundamentou-se essencialmente em dois princípios físicos:

- a) a temperatura do terreno é praticamente constante ao longo do ano, a partir de determinada profundidade, sendo pouco ou nada influenciada pelas condições atmosféricas à superfície (no caso do Sul de Portugal aproximadamente 14° C a 1,8/2,0 metro de profundidade); e,
- b) materiais naturais de alta densidade são excelentes isolantes térmicos e acumulam grandes quantidades de energia.

A partir destes dois princípios foi desenvolvido o conceito geral do projeto que optou por soluções de baixa tecnologia, tanto por razões de viabilidade econômica como por razões de baixa emissão de CO<sub>2</sub>, estabelecendo as seguintes características para o projeto:

- I) utilização de tubos de PVC enterrados a aproximadamente 1,80 metros de profundidade, para conduzir ar refrigerado (do próprio solo) para dentro do edifício, via um pleno (caixa de ar) sob o piso térreo;

- II) circulação do ar assegurada por uma unidade de ventilação de velocidade variável de reduzido consumo, sendo a entrada na habitação situada ao nível dos rodapés;

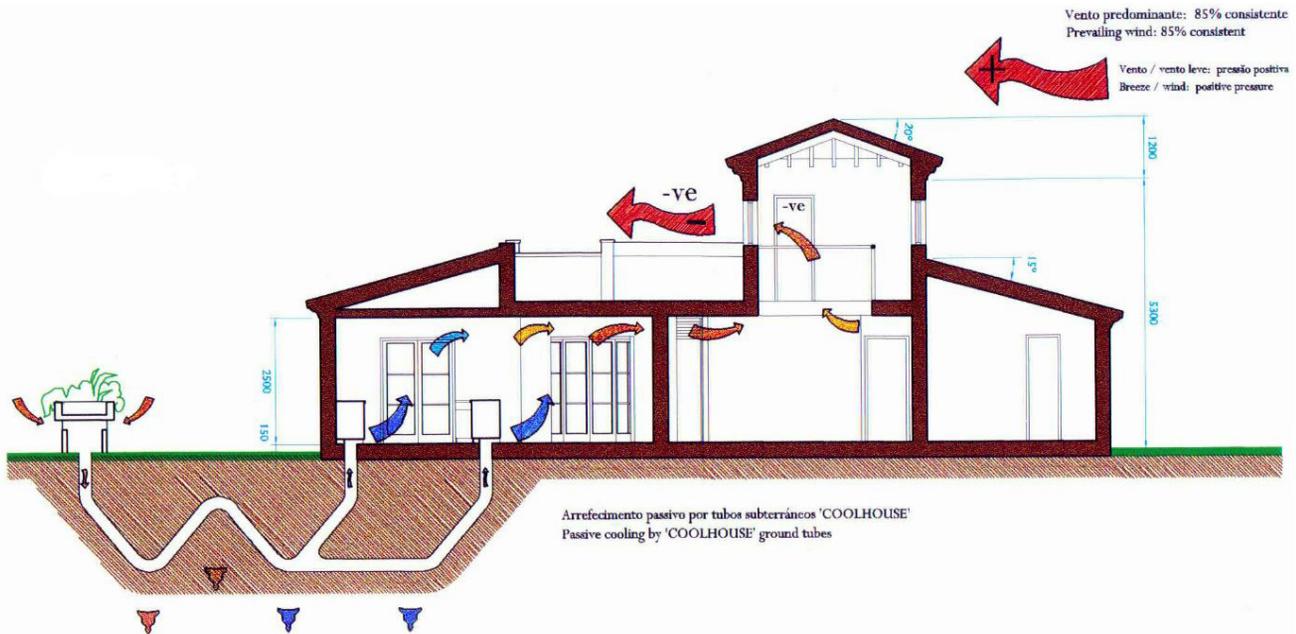
- III) com base nas condições do solo e no clima local, o sistema foi projetado para obter uma redução média de até 8° C, na temperatura média de Verão, e um ganho de até 3° C no Inverno.

- IV) utilização de adobe, material de alta densidade, na face interior das paredes exteriores e nas paredes interiores do edifício (com exceção de zonas de umidade elevada), devido às suas características térmicas e de acumulação de energia, bem como devido à sua disponibilidade no local; e,

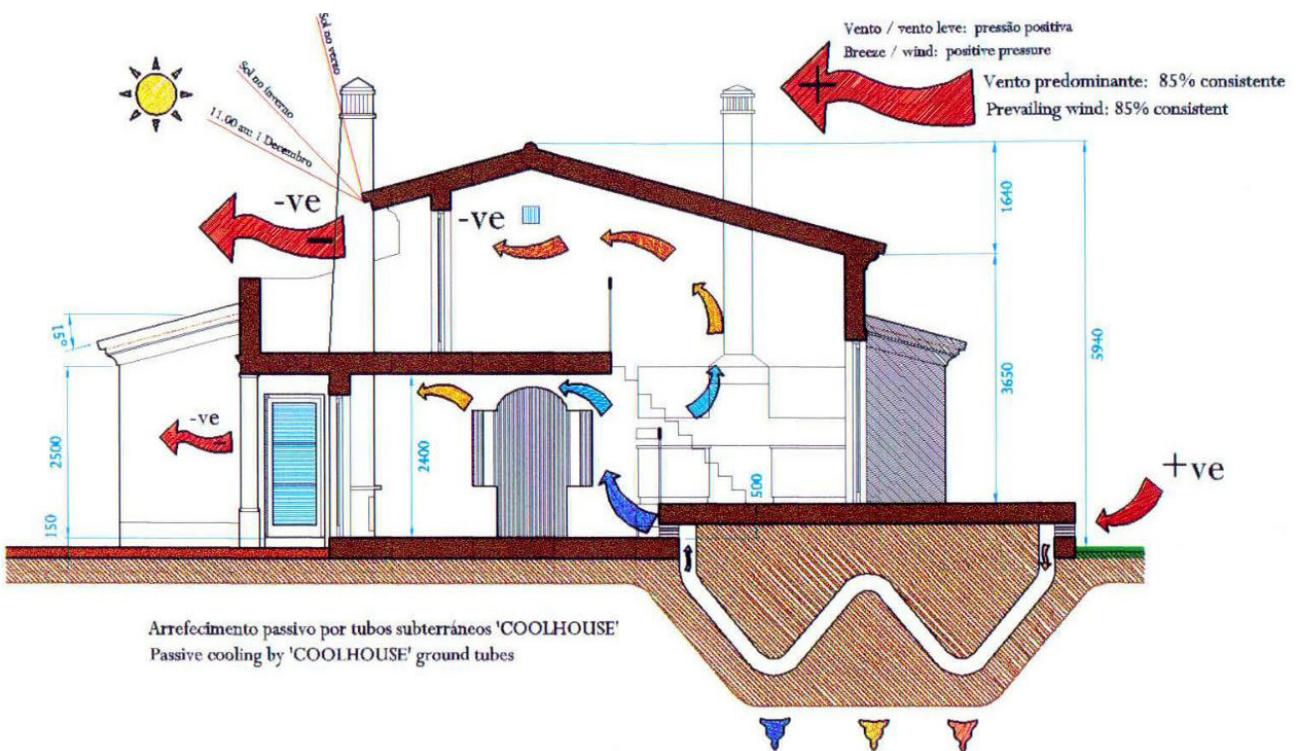
- V) criação de solução integrada global com especial preocupação na sustentabilidade e na eficiência energética, tanto na fase de construção como na utilização e manutenção do edifício.

Foram elaborados hipóteses e estudos iniciais que procuraram, por um lado, o melhor rendimento do sistema e, por outro, um custo acessível ao projeto.

As figuras 1 e 2 a seguir expostas mostram, de forma esquemática, dois dos estudos que levaram a equipe de investigação à solução final.



**Figura 1** – Hipótese Coolhouse "A"  
**Fonte:** Arq. Jes Maiwaring.



**Figura 2** – Hipótese Coolhouse "B"  
**Fonte:** Arq. Jes Maiwaring.

E por fim chegou-se à solução final, a qual foi aplicada na construção de perto de uma centena de casas de alto padrão.

As figuras 3 e 4, a seguir expostas, esquematizam o princípio de funcionamento desenvolvido para as situações de Verão e Inverno.

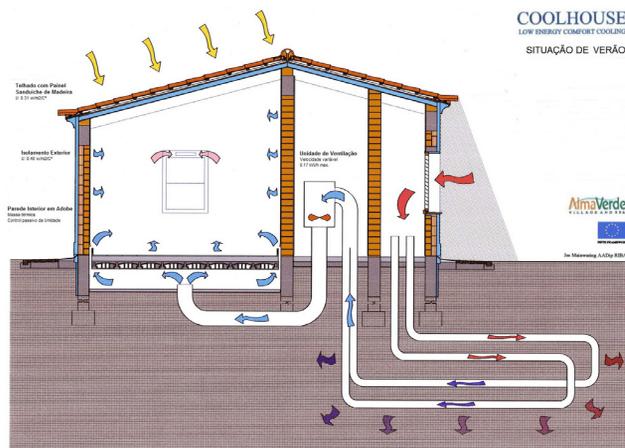


Figura 3 – Esquema Coolhouse – Situação de Verão  
Fonte: Arq. Jes Maiwaring.

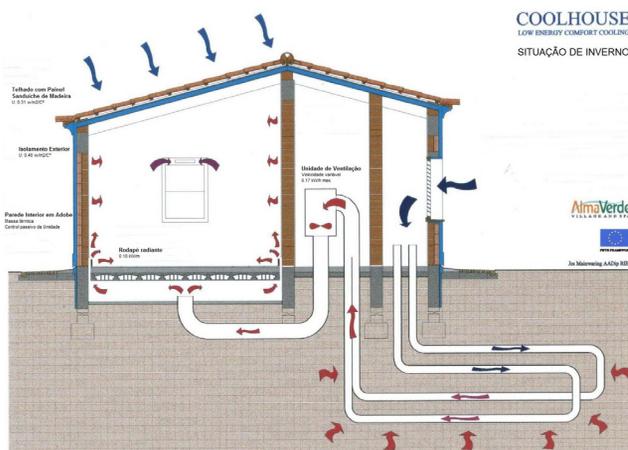


Figura 4 – Esquema Coolhouse – Situação de Inverno  
Fonte: Arq. Jes Maiwaring.

### 3. A SOLUÇÃO INTEGRADA GLOBAL

Uma vez definido o conceito geral, passou-se ao detalhamento do projeto. Nesta etapa, dedicou-se especial atenção à solução integrada previamente caracterizada. O foco desta fase esteve na persecução do objetivo do projeto Coolhouse em viabilidade econômica do empreendimento.

Neste ponto será conveniente realçar que o projeto Coolhouse foi o primeiro projeto da Comunidade Europeia a conceder fundos de investigação e pesquisa a uma entidade privada, mas que, para garantia de sucesso, impunha a essa entidade privada a aplicação do resultado da investigação e pesquisa a casos reais, tendo no presente caso exigido ao privado a construção de um mínimo de 24 unidades habitacionais com a aplicação do conceito desenvolvido. Ou seja, a experimentação do conceito ou conceitos desenvolvidos iria se realizar em ambiente real.

Era, pois, do especial interesse da empresa o sucesso prático do conceito desenvolvido, já que esse seria fator preponderante para o êxito comercial do empreendimento turístico.

E assim, de uma forma simplificada, as especificações técnicas definidas para as casas a edificar foram (aqui se reproduzindo apenas os itens de interesse ao tema em discussão):

- Estrutura - a estrutura é constituída por vigas e pilares de concreto, estes suportados por sapatas individuais e foi projetada para suportar cargas normais e para resistir a cargas sísmicas adicionais. As paredes exteriores são suportadas por uma viga térrea de concreto armado com isolamento exterior de EPS de 30 mm para prevenir perdas ou ganhos de calor para o solo.
- Pisos - os pisos térreos são constituídos por uma laje de concreto ou por um pavimento de vigas e blocos de concreto, com uma camada de concreto estrutural, construído sobre uma caixa de ar, ambos com contrapiso de assentamento. Onde necessário, tanto a laje térrea como os pavimentos e as paredes da caixa de ar são impermeabilizados. O acabamento dos pavimentos é feito com ladrilhos cerâmicos. As galerias e outros pisos superiores poderão ser em soalho flutuante.
- Paredes exteriores - são constituídas por um paramento interior de blocos de adobe de alta densidade, com 115 mm de espessura, e por um paramento exterior de tijolos cerâmicos furados com 100 mm de espessura. O paramento exterior foi concebido para deixar o vapor transpirar para o exterior. As paredes exteriores estão dotadas de um isolamento exterior de EPS, com 60 mm de espessura, e um acabamento de reboco de silicato mineral reforçado com fibras e permeável ao vapor, de 5 mm de espessura. As superfícies interiores têm um acabamento de reboco de barro especial, com 15 mm de espessura, sendo aplicada tinta branco mate, permeável ao vapor.
- Paredes interiores - constituídas por um único paramento de blocos de adobe, de 115 mm ou 240 mm (largura total), com vista a proporcionar inércia térmica, possuindo um acabamento de reboco de barro especial com 15 mm de espessura e uma pintura tinta branco mate, permeável ao vapor. As paredes das casas de banho, formadas por tijolos cerâmicos com 100 mm de espessura, são acabadas com 15 mm de reboco de cimento e pintura acrílica ou com azulejos cerâmicos.
- Zonas de Cobertura - os telhados inclinados são constituídos por painéis tipo sanduíche de madeira isolada com EPS suportados por madres de madeira. Um sistema tradicional português de telhas de canudo é instalado sobre sarrafos, por cima de uma membrana impermeável à água e permeável ao ar, que garante uma boa ventilação por baixo das telhas e impede a penetração da água da chuva. A face interior dos painéis

de tipo sanduíche forma um teto de madeira inclinado com um acabamento a condizer com a madeira natural das portas, janelas e armários. As coberturas em terraço e outras áreas planas são constituídas por lajes de betão isoladas de forma inversa à dos telhados. As coberturas em terraço são revestidas com ladrilhos em betão de cor para pavimentos.

- Janelas, portas, escadas de acesso à galeria e balaustradas - as portas e as janelas são executadas em madeira tratada resistente. Além de serem dotadas de resistência térmica, as janelas e portas de vidro duplo estão equipadas com grelhas de ventilação de fluxo controlado e vidro térmico aos lados sul e oeste para impedir os ganhos solares. As portas da fachada principal são de madeira maciça resistente. Todas as janelas e portas de vidro possuem vidro de baixa-emissão para resistência térmica e possuem também vidro laminado para segurança adicional. Portadas em madeira tratada resistente são executadas de acordo com as plantas nas posições de maior incidência solar. As portas interiores são revestidas com madeira natural. As guarnições das portas são construídas com madeira a condizer. As escadas de acesso à galeria e as balaustradas são constituídas por madeira maciça resistente. Toda a madeira utilizada provém de fontes sustentáveis. Todas as janelas abrem para dentro exceto indicações contrárias nas plantas.

- Aquecimento central e sistema de aquecimento de água - dada a disponibilidade do gás natural canalizado, é possível o uso de um sistema de aquecimento central a gás económico e eficiente. O sistema base possui uma caldeira de condensação programável de ultraeficiência energética, bem como um sistema de rodapé radiante de alumínio com 140 mm de altura com acabamento branco em todos os quartos e salas. O rodapé radiante distribui o calor de forma homogênea através do quarto, aquecendo eficientemente a massa térmica das paredes sem ocupar qualquer espaço de parede. A caldeira a gás aquece também a água para fins domésticos, armazenada num cilindro de água quente com 150 litros de capacidade. Posteriormente foram adotados painéis solares, resultado da transposição de legislação europeia (Diretiva n.º 2010/31/UE) para a legislação portuguesa.

- Arrefecimento e ventilação - Coolhouse - a casa possui o sistema experimental de eficiência energética Coolhouse de arrefecimento e ventilação. O sistema utiliza tubos subterrâneos em PVC com 160 mm de diâmetro que conduzem ar fresco arrefecido para o

interior da casa através de uma caixa de ar debaixo da casa. Os tubos são enterrados a uma profundidade de 1,5 a 2 m. O comprimento total dos tubos excede os 70 metros. O ar fresco é introduzido nas áreas habitáveis através de uma unidade de tratamento de ar de velocidade variável 170 W alojada num compartimento próprio acessível pelo exterior. A unidade de tratamento de ar introduz o ar através dos tubos à velocidade pretendida e está concebido para atingir os 2500 W de arrefecimento e permitindo reduzir as temperaturas interiores em 3°C, conseguindo obter uma redução máxima de 8°C nas áreas habitáveis durante o dia. O ar entra pelas áreas habitáveis ao nível do chão, através de grelhas de ventilação situadas acima do rodapé radiante. No Verão, o sistema fornece ar fresco arrefecendo durante o dia e durante a noite, arrefecendo desta forma a massa térmica da estrutura. No Inverno, o sistema permite a entrada de ar fresco para dentro casa, aumentando ao mesmo tempo a temperatura em vez de diminuí-la. Nestas grelhas, o ar fresco é pré-aquecido e flui por detrás e por cima do rodapé radiante onde a sua temperatura aumenta ainda mais. Desta forma, o sistema permite que o ar interior seja renovado mesmo que as janelas estejam fechadas.

#### 4. A CONSTRUÇÃO

A construção iniciou-se por um conjunto de seis casas situadas lado a lado, utilizando, desde logo, três diferentes modelos arquitetónicos (em forma e dimensão). Logo na fase das fundações, deu-se início à colocação dos tubos de ventilação da Coolhouse, prevendo-se inclinações e bocais para futura manutenção e limpeza. Foi dedicado especial cuidado aos testes de estanquidade (realizados por períodos de 24 horas), pois futuras reparações seriam bastante difíceis e onerosas. Estes tubos foram implantados em área fora da implantação da casa por forma a possibilitar futuras manutenções e inspeções, via bocas de limpeza especificamente deixadas para esse fim.





**Figura 5 e 6** – Tubos da Coolhouse  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 7 e 8** – Tubos da Coolhouse  
**Fonte:** AlmaVerde.



excelente ajuda que se teve de antigos operários de fornos de cal, que até recentemente os construíam em adobe, nos próprios locais onde o calcário era encontrado. A título de curiosidade deve-se dizer que no local do empreendimento existia um antigo forno de cal que foi totalmente reconstruído “à moda antiga” e chegou a produzir cal.



**Figura 9** – Fabrico de Adobe  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 10 e 11** – Colocação de Adobe  
**Fonte:** AlmaVerde.

Paralelamente iniciaram-se os testes com a fabricação do adobe no próprio local (figura 5), com especial atenção ao traço da argamassa do adobe (em volume - barro 50% - areia 50% - aditivo de palha) e ao tempo de cozedura ao sol (2 a 3 dias). De igual modo se iniciaram os testes de assentamento (figuras 10 e 11) e da própria argamassa utilizada, esta última também exclusivamente de barro. Todo o processo foi realizado de modo empírico, no próprio local da construção. De realçar a

Passando por cima dos trabalhos convencionais, cuja descrição não se revela necessário ao presente estudo, a preocupação seguinte foi com a construção do pleno (caixa de ar) sob a casa que, embora de execução relativamente simples, exigia alguns cuidados particulares nomeadamente a sua estanquidade tanto à água como à vida animal. Com idêntico cuidado foram colocados os tubos de PVC que traziam o ar refrigerado da terra.



**Figura 12 e 13** – Preparação e Isolamento do Pleno  
**Fonte:** AlmaVerde.

Depois da estrutura de concreto concluída (salientando a sua imponentia face à legislação portuguesa, resultado de ser uma região fortemente sísmica), iniciaram-se os trabalhos de alvenaria, tanto externa como interna. Sublinhe-se que tanto o fabrico como o assentamento do adobe não apresentou grandes dificuldades graças, como já referido, à valiosa ajuda de operários que exploravam antigos fornos de cal existentes na região e que demonstraram experiência empírica de grande valor.

A figura 14 mostra os blocos de adobe devidamente acondicionados em paletes de madeira após o seu fabrico e o especial cuidado em protegê-los do clima. Entre 2003 e 2011, com uma equipe de 4 homens e apenas durante 4 meses de verão, foram produzidos aproximadamente 600

mil blocos de adobe, ou seja, uma média de aproximada de 800 blocos de adobe por dia útil, aos quais se acrescenta ainda a preparação de argamassas secas de assentamento e reboco, para um total de mais de 90 moradias construídas.



**Figura 14** – O Adobe e a Argamassa  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 15** – Execução da Alvenaria  
**Fonte:** AlmaVerde.

Em simultâneo realizaram-se os trabalhos da estrutura da cobertura em perfis de madeira laminada e colocação de painéis sanduíche de madeira, trabalhos de evolução muito rápida, pois todas as peças eram previamente preparadas e tratadas em oficina (no próprio canteiro da obra). Destaca-se que as condições atmosféricas da região eram, de uma forma habitual, favoráveis ao trabalho, não deixando de se sentir fortes amplitudes térmicas (até 18°C) do dia para a noite (observar as figuras 5 a 29).



**Figura 16 a 18** – Vigas e Painéis da Cobertura  
**Fonte:** AlmaVerde.

Foi a fase seguinte que mais trabalhosa se revelou e que obrigou a vários ensaios e testes. Tanto os rebocos interiores de adobe (espessuras, plasticidade, tempos de cura, etc.) como o isolamento exterior (tipo de EPS e rebo-co) foram objeto de muitos testes e experiências até que se obtivesse a qualidade de acabamento que se pretendia.

Recordamos que as casas em construção se pretendiam de alta qualidade, tendo como alvo de mercado a classe econômica superior. Não só as habitações como os serviços oferecidos, instalações comuns e qualidade geral (baixo índice de ocupação do terreno - 15%) apontavam a preços de venda entre 500 mil a um milhão de euros (+/- 2.500 € / m<sup>2</sup> incluindo terreno), a valores da primeira década dos anos 2000, sendo, aliás, desejo de todos os envolvidos, quebrar o tabu da fraca qualidade das construções em adobe.



**Figura 19 e 20** – Preparação do Reboco  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 21 e 22** – Problemas com o Reboco de Adobe  
**Fonte:** AlmaVerde.

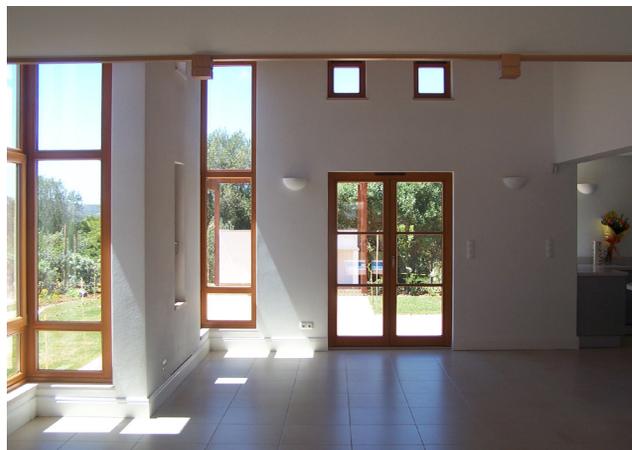


**Figura 23** – Reboco de Adobe Concluído  
**Fonte:** AlmaVerde.

**Figura 24 a 26** – Isolamento e Reboco Exterior  
**Fonte:** AlmaVerde.

O restante dos processos de construção, pela sua natureza convencional, não são aqui desenvolvidos. Destaca-se a atenção dada à automação do controle do ambiente interior, tendo em consideração serem casas para férias e não para habitação permanente. Assim foi instalada uma central de comando que controla tanto o aquecimento pela caldeira como o sistema da Coolhouse, podendo o sistema ser programado para vários tipos de ambientes e horários.

Para concluir este capítulo apresentam-se registros fotográficos da habitação concluída, realçando-se a qualidade global da mesma e a atenção dada ao acabamento final.



**Figura 27 a 30** – Isolamento e Reboco Exterior  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 31** – Interior - Cozinha  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 32** – Interior - Banheiro  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 33** – Painel de Controle no Interior da Casa  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 35** – Área Técnica com Caldeira a Gás, Depósito de Água Quente, Vasos de Expansão, Circuladores e Unidade de Controle.  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 34** – Unidade de Circulação da Coolhouse  
**Fonte:** AlmaVerde.



**Figura 36** – Exterior – Entrada de Ar da Coolhouse  
**Fonte:** AlmaVerde.

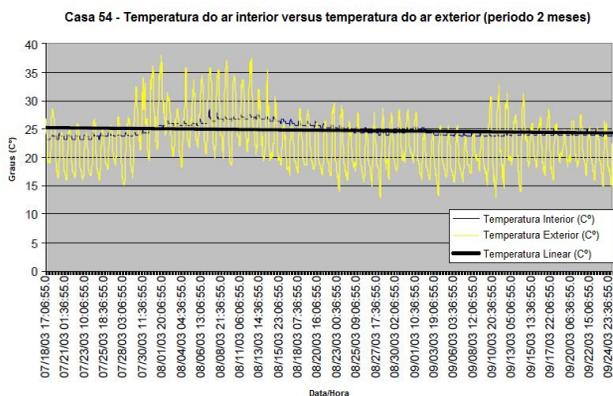


**Figura 37** – Exterior – Vista Exterior de Varanda  
**Fonte:** AlmaVerde.

## 5. CONCLUSÕES

Embora os resultados da pesquisa feita fossem imediatamente sentidos mal se começou a concluir as construções (e mesmo durante a própria construção mesmo sem o sistema estar ainda a funcionar), tanto o programa da EU exigia, como a equipe de trabalho desejava, a realização de monitoramento e comprovação de resultados obtidos com o sistema proposto e desenvolvido.

Assim foram feitos monitoramentos em algumas das primeiras casas construídas, das quais destacamos a casa 54, cujos dados foram oficialmente monitorados pelo programa da Comunidade Europeia já referido.



**Figura 38** – Registro de Temperaturas da Casa 54  
**Fonte:** AlmaVerde.

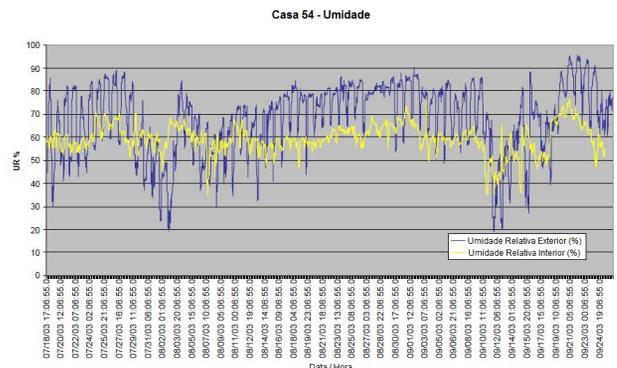
Este primeiro gráfico (Figura 37) mostra, ao longo de um período de dois meses, o registro das temperaturas interna e externa desta casa, sendo a primeira tomada na sala de estar da casa e a segunda na face Norte da mesma, sem esquecer que a face Sul podia atingir temperaturas até 10 graus mais elevadas.

Facilmente se constata que a temperatura interior, que registra uma temperatura linear média consistente de 25°C, tem oscilações que não ultrapassam uma amplitude total superior a 5°C, enquanto que a temperatura exterior oscila frequente e regularmente com grandes amplitudes, chegando a atingir máximos de 11°C acima da temperatura da casa e 8°C abaixo da mesma, números que superaram muito as expectativas.

Estes resultados foram idênticos em testes realizados noutras casas e, melhor do que os próprios, a opinião generalizada dos proprietários que concordaram em absoluto com a dispensa de necessidade de montagem de ar condicionado.

Outro registro realizado foi, no mesmo período de dois meses, a umidade relativa do ar registrada no exterior (à entrada dos tubos de ventilação da Coolhouse) e no interior da casa (novamente na sala de estar). É o que mostra o gráfico da Figura 38 embaixo.

Cabe aqui referir que a ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Sociedade Americana de Engenharia de Aquecimento, Refrigeração e Ar Condicionado), recomenda, como condições térmicas ambientais ideais para a ocupação humana, a manutenção de umidade relativa entre 30% e 60%.



**Figura 39** – Registro da Umidade da Casa 54  
**Fonte:** AlmaVerde.

Pela análise do gráfico pode-se concluir que os níveis da umidade relativa interior não oscilam mais do que +/- 20% do valor médio de 60%, sendo a maioria dos registros situados entre os 50 e os 70%.

Pode-se, portanto, concluir que a construção realizada é eficiente na redução de valores de umidade relativa dentro da habitação, tendo eventualmente a utilização de adobe tido um papel importante, devido à sua capacidade de absorver e emitir umidade. De igual modo a construção das paredes exteriores terá colaborado neste resultado devido à sua capacidade de respirar.

Por fim, vale salientar dois últimos aspectos. Por um lado, a sensação de ar fresco que se percebe no interior das casas, sensação essa transmitida por todos os proprietários, mesmo após longas ausências. Por outro o significativo número de distinções e reconhecimento que o empreendimento recebeu, destacando-se:

- Homes Overseas Awards 2006 - Melhor Empreendimento Sustentável – Ouro,
- European Royal Award for Sustainability em 2006,
- Homes Overseas Awards 2008 - Melhor Empreendimento Sustentável – Ouro e
- Prêmios OPP Awards for Excellence 2010 - Melhor Inovação e Melhor Eco Resort

## AGRADECIMENTOS

Singelos agradecimentos a:

- Professora Doutora Lisiane Librelotto pela sugestão e desafio;
- Professora Mestre Neuzi Schotten pelo incentivo e revisão (português brasileiro).

## REFERÊNCIAS

ALMAVERDE VILLAGE & SPA – Arq. Jes Mainwaring: Projetos, especificações e imagens

EU FIFTH FRAMEWORK PROGRAMME – Comunidade Europeia 1998

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. Norma 55-2004: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy

LEGISLAÇÃO PORTUGUESA – Decretos-Lei nº 555/99 e nº 118/2013.

## AUTORES

**AFONSO HENRIQUES FERREIRA MONTEIRO, ENG. CIVIL** | Trípico Engenharia | Brusque, SC – Brasil | Correspondência para: Rua Padre Gatone 86, Residencial Maria Helena, Apartamento 700, 88350-350 Brusque SC | E-mail: [afonso.henriques.monteiro@gmail.com](mailto:afonso.henriques.monteiro@gmail.com)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

MONTEIRO, Afonso Henrique Ferreira; COOLHOUSE - Projeto de Investigação em Estratégias Inovadoras de Ventilação e Arrefecimento. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 71-83, jun. 2019.** ISSN 24473073.. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.71-83>.

**DATA DE ENVIO:** 13/04/2016

**DATA DE ACEITE:** 16/04/2019



# DISCUSSÃO DE PROCESSOS PREVENDO A EFICIÊNCIA HÍDRICA AO BLOCO CETTAL DA UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA

*DISCUSSION OF PROCESSES PREDICTING WATER EFFICIENCY IN THE CETTAL BUILDING OF THE UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA*

---

**FERNANDA DE OLIVEIRA DOZOL LOPES, Esp.** | UNISUL

**JOÃO VITÓRIO DAGOSTIN** | UNISUL

**JOELMA DOS SANTOS** | UNISUL

## RESUMO

Como prática sustentável no sentido de contribuir para a transformação do espaço compreendido pelo Bloco CETTAL da Universidade do Sul de Santa Catarina em um potencial green campus, propõe-se a adoção de medidas voltadas ao alcance da eficiência hídrica. Este processo compreende a captação e reuso de água pluvial, água cinza e tratamento adequado de efluentes, bem como redução das perdas relativas ao desperdício hidráulico. A inclusão da eficiência hídrica aos demais elementos de sustentabilidade que podem ser aplicados à edificação, é resultado de uma discussão recente da necessidade de execução de uma reforma e revitalização sustentável ao empreendimento. A proposta possibilitará uma adequação do espaço aos conceitos da construção sustentável, contribuindo para com a sociedade e status ambiental da instituição.

**PALAVRAS CHAVE:** Sustentabilidade; eficiência hídrica; diretrizes hidráulicas.

## ABSTRACT

*As sustainable practice in order to contribute to the transformation of space comprised by the CETTAL Building of the Universidade do Sul de Santa Catarina in a potential green campus, it is proposed to adopt measures aimed at achieving water efficiency. This process includes the collection and reuse of rainwater, greywater and wastewater treatment, as well as reduction of losses related to water waste. The inclusion of water efficiency to other elements of sustainability that can be applied to the construction, as a result of a recent discussion of the need for implementing a reform and sustainable revitalization to the enterprise, will allow an adaptation of the space to the concepts of sustainable construction, contributing to society and environmental status of the institution.*

**KEY WORDS:** Sustainability; water efficiency; hydraulic guidelines



## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente nenhum campus da Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) conta com projeto de gestão ou controle de águas e efluentes de forma aplicada nas edificações que integram o espaço universitário. Conforme Ribeiro (2017, p. 98) “[...] a universidade [UNISUL] atualmente não conta com nenhum programa ou normatização para retrofit, por exemplo, que consiste na modernização de infraestruturas antigas [...]” que possam contribuir para com a sustentabilidade das edificações no sentido de nortear a incorporação de elementos sustentáveis adicionais em seus *campi*.

O desenvolvimento sustentável em uma instituição de ensino superior é processo lento, ambicioso, envolve mudanças de hábito e comportamento, alto grau de investimento e comprometimento dos gestores da universidade com o tema. Apesar das dificuldades na implementação dos projetos, a UNISUL apresenta uma grande capacidade de mudança, e vem tentando, mesmo que com muitos empecilhos, implementar um green campus em suas instalações. Os próximos anos serão estratégicos para definir se a universidade estará alinhada com os compromissos assumidos por praticamente todas as universidades do mundo. (RIBEIRO, 2017, p. 135).

Em se tratando do Campus de Tubarão da UNISUL, os cursos de Engenharia e áreas do conhecimento correlatas tem suas aulas ministradas principalmente no Bloco CETTAL (Centro de Tecnologia Alimentar), cuja construção data ao final da década de 80. Esta edificação foi ampliada no início dos anos 2000 com a prospecção de poucos elementos sustentáveis da arquitetura bioclimática, e não sofreu nenhuma intervenção de grande porte desde esta época.

Inevitavelmente, quando as edificações não têm sua arquitetura e sistemas complementares intrínsecos atualizados para atender as crescentes necessidades dos usuários, ou para possibilitar a introdução de elementos visando a sustentabilidade ambiental e econômica do espaço, as construções acabam se tornando desatualizadas, antieconômicas e não contribuem para a perspectiva atual e futura de empreendimentos que prezam pela qualidade em obras sustentáveis e acessíveis.

Como prática sustentável no sentido de contribuir para a transformação do Bloco CETTAL em um green building, os autores propuseram como trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil um projeto de reforma e revitalização completo ao espaço, integrando as necessidades educacionais, de acessibilidade, de conforto térmico, acústico e lumínico dos usuários, bem como diretrizes

visando a eficiência energética e hidráulica. O objetivo da monografia foi elencar de forma bibliográfica e técnica, através de projeto específico, as possibilidades que o espaço apresenta, permitindo uma edificação ecoeficiente e integrada ao conjunto usuário-edificação-entorno.

De forma delimitada, este artigo tem por objetivo discutir o aspecto das diretrizes hidráulicas apresentadas na proposta de reforma previamente citada, ampliando o estudo e fornecendo novas perspectivas quanto à análise dos sistemas para a edificação do Bloco CETTAL.

De forma geral, as diretrizes hidráulicas compreendem a captação e reuso de água pluvial; captação, reuso e tratamento de água cinza; tratamento adequado de efluentes, bem como redução das perdas relativas ao desperdício causado por aparelhos sanitários ineficientes.

A partir deste documento, espera-se contribuir para com a definição da metodologia aplicável no Bloco CETTAL (e demais edificações com características similares) de forma que a eficiência hídrica possa ser alcançada pela adoção de técnicas alternativas de abastecimento e uso de equipamentos sanitários com melhores características hidráulicas de funcionamento.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A eficiência hídrica está pautada na economia (redução de perdas e controle de vazão), reutilização (quando possível) e potabilidade dos sistemas hidráulicos.

A racionalização do uso da água não está voltada somente às regiões que sofrem com a escassez hídrica, sendo uma prática louvável mesmo em regiões com recursos abundantes e demandas potenciais crescentes, contribuindo para a manutenção dos recursos naturais. (CAVALCANTE, MACHADO e LIMA, 2013).

Quando analisa-se as possibilidades de reuso hidráulico em edificações educacionais duas possibilidades são elencáveis e plausíveis: captação de água pluvial e captação de águas cinzas através de separação absoluta da rede de esgotamento sanitário.

A captação de água da chuva para reuso acontece usualmente nos telhados das edificações, devido à facilidade de instalação do sistema de coleta, impermeabilização da área e facilidade de transporte dos fluidos em função da declividade e gravidade. A condução da água pluvial após a captação, ocorre mediante calhas, condutores e grelhas, de material do tipo polimérico ou metálico. O tipo e nível do tratamento que a água pluvial coletada será submetida dependerá do destino que esta receberá. (OLIVEIRA, CHRISTMANN e PIEREZAN, 2014).

Com relação a normativa técnica de coleta e reaproveitamento de água pluvial, a NBR 15.527 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos (ABNT, 2007, p. 2), define a área de captação como a “[...] área, em metros quadrados, projetada na horizontal da superfície impermeável da cobertura onde a água é captada”, não sendo considerado, portanto, a superfície inclinada do telhado, e sim a projeção da cobertura para fins de dimensionamento.

A referida norma exige que a ligação física das tubulações, entre a que conduz água potável e a que conduz água pluvial ou de qualidade desconhecida, seja realizada por dispositivo que impeça a conexão cruzada. (ABNT, 2007). Para impedir o contato de água potável com a água coletada da precipitação, pode ser empregado no ponto de uso um componente antiretrossifonagem, que tem por função evitar o refluxo de água pela variação de pressões (JOHN e PRADO, 2010). A tubulação de distribuição de água fria potável deverá ser totalmente independente da tubulação de distribuição das águas de reuso (não potáveis). Recomenda-se que nos pontos de uso em que houver distribuição de água não-potável haja uma placa indicativa de tal característica. (ABNT, 2007).

Antes da captação pluvial, é recomendado que o escoamento inicial (contendo poeira, fuligem, galhos e detritos depositados naturalmente na cobertura) seja descartado de forma automática (pelo menos os 2mm da precipitação inicial) por meio de um sistema de descarte automático das primeiras águas, e que o restante da pluviosidade seja submetido a um processo mecânico de limpeza por gradeamento, antes do armazenamento e submissão posterior aos demais sistemas de tratamento químico. (ABNT, 2007).

Os reservatórios destinados a comportar a água coletada da precipitação, devem conter extravasor, sistema de esgotamento (para limpeza), cobertura (tampa), além de acesso para inspeção e ventilação. A tomada de utilização, deve estar pelo menos 15 centímetros acima da superfície interna do reservatório, para evitar a sucção dos sólidos acumulados por sedimentação. O reservatório deve ser limpo e desinfetado com solução de hipoclorito de sódio, pelo menos uma vez ao ano, independente dos tratamentos químicos aplicados à água armazenada. Quando utilizado o cloro residual livre para tratamento, a solução deve estar entre 0,5mg/L e 3,0mg/L. É importante destacar que a água coletada, mesmo sendo para fins não potáveis, deve atender parâmetros mínimos de qualidade, conforme quadro 01. (ABNT, 2007).

Parâmetro	Valor mínimo aceitável
Coliformes totais (análise semestral)	Ausência em 100ml
Coliformes termotolerantes (análise semestral)	Ausência em 100ml
Cloro residual livre (no caso de serem utilizados compostos de cloro para desinfecção) (análise mensal)	0,5 mg/l a 3,0 mg/l
Turbidez (análise mensal)	< 2,0 uT, para usos menos restritivos < 5,0 uT
Cor aparente (análise mensal)	< 15 uH (unidade Hazen)
Ajuste de pH para proteção das redes hidráulicas e metais sanitário (análise mensal)	pH de 6,0 a 8,0 no caso de tubulação aço-carbono ou galvanizado
NOTA: Podem ser utilizados outros processos de desinfecção além do cloro, como a aplicação de raio ultravioleta e aplicação de ozônio.	

**Quadro 01** – Parâmetros de qualidade de água para usos e reuso restritivo não potáveis  
**Fonte:** Adaptado de ABNT (2013, p. 39).

O posicionamento do reservatório de águas da chuva logo abaixo do telhado, ao invés de uma cisterna enterrada reduziria o custo com tubulações e bombeamento, no entanto aumentaria a necessidade de reforço estrutural em função da massa d’água e poderia dificultar o processo de manutenção periódica, dependendo da posição do reservatório, não sendo portanto uma solução viável em muitas situações de reforma devido ao caráter geométrico e estrutural da solução. (OLIVEIRA, CHRISTMANN e PIEREZAN, 2014).

O volume de água aproveitável pela captação pluvial de acordo com a NBR 15.527 (ABNT, 2007), pode ser expresso pelo método hidrológico racional modificado, conforme equação 01:

$$V = P \cdot A \cdot C \cdot n_{(\text{fator de captação})} \quad (01)$$

sendo:

V = volume anual, mensal ou diário de água de chuva aproveitável;

P = precipitação média anual, mensal ou diária;

A = área de coleta;

C = coeficiente de escoamento superficial de cobertura (coeficiente de runoff);

n(fator de captação) = eficiência do sistema de captação, considerando o dispositivo de descarte de sólidos e o desvio do escoamento inicial, caso utilizado.

O volume de precipitação que não for armazenado mediante reservatório (por ultrapassar a capacidade volumétrica), deve ser destinado às galerias pluviais da rede de drenagem urbana. As tubulações que contiverem água não-potável (como a de reutilização pluvial) deverão ser adequadamente identificadas. (ABNT, 2007). A manutenção periódica é de fundamental importância para o correto funcionamento do sistema de reutilização de água. O quadro 02 define a frequência mínima de manutenção para reservatórios de águas pluviais.

Componente	Frequência de manutenção
Dispositivo de descarte de detritos	Inspeção mensal e limpeza trimestral
Dispositivo de descarte de escoamento inicial	Limpeza mensal
Calhas, condutores verticais e horizontais	Semestral
Dispositivos de desinfecção	Mensal
Bombas	Mensal
Reservatório	Limpeza e desinfecção anual

**Quadro 02** – Frequência de manutenção para reservatório de águas pluviais  
 Fonte: ABNT (2007, p. 5)

Considerando que grande parte do consumo de água potável ocorre nos banheiros das edificações, é plausível que se considere um sistema de reaproveitamento das águas cinzas após adequado tratamento químico para reutilização em bacias sanitárias ou irrigação de plantas ornamentais (fins não potáveis e sem contato direto com os usuários da edificação). Quando reutilizado a água nas edificações, é importante que seja atendido exigências qualitativas mínimas adicionais, sintetizadas pelo quadro 03. (BONI, 2009).

Atividade	Exigência
Água para irrigação, rega de jardim e lavagem de pisos	Não deve apresentar mau-cheiro
	Não deve conter componentes que agridam as plantas ou que estimulem o crescimento de pragas
	Não deve ser abrasiva e nem manchar a superfície
	Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana

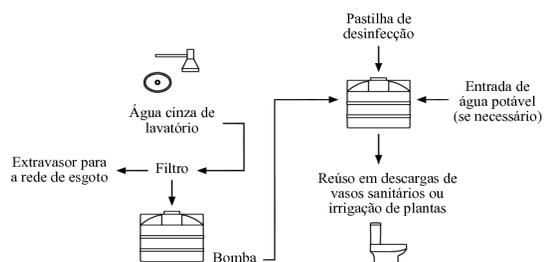
Água para descarga em bacias sanitárias	Não deve apresentar mau-cheiro
	Não deve ser abrasiva nem manchar superfície
	Não deve deteriorar os metais sanitários
	Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana
Água para uso ornamental	Deve ser incolor
	Não deve ser turva e não deve apresentar mau-cheiro
	Não deve deteriorar os metais sanitários e equipamentos
	Não deve propiciar infecções ou a contaminação por vírus ou bactérias prejudiciais à saúde humana

**Quadro 03** – Exigências mínimas para uso de água não potável de reuso  
 Fonte: Boni (2009, p. 20)

O reuso de águas cinzas (proveniente de lavatórios, chuveiros e bebedouros) quando coletado de forma separada das águas negras (proveniente de sanitários) através de tubulação específica, podem ser reutilizadas após tratamento por gradeamento, decantação, filtro e desinfecção para aplicação em sistemas de atividades não potáveis, tal como jardinagem. (GUERRA, 2016).

As edificações sustentáveis influenciam o projeto integrado de maneira significativa no que se refere à água, pois tem condições de reduzir a quantidade de água potável necessária para descartar os dejetos humanos. A reciclagem das águas fecais e servidas é uma estratégia de conservação da água potável. (KEELER e BURKE, 2010, p. 25).

Conforme figura 01, o tratamento de águas cinzas pode ocorrer por meio da filtragem, seguido por desinfecção por cloro, ou outro elemento químico com tais propriedades, através de pastilhas ou dosagem líquida. O tempo de contato e o agente desinfetante são fatores importantes para garantir o processo de desinfecção da água, que deve ser utilizada apenas para fins não potáveis. (BAZZARELLA, 2005).



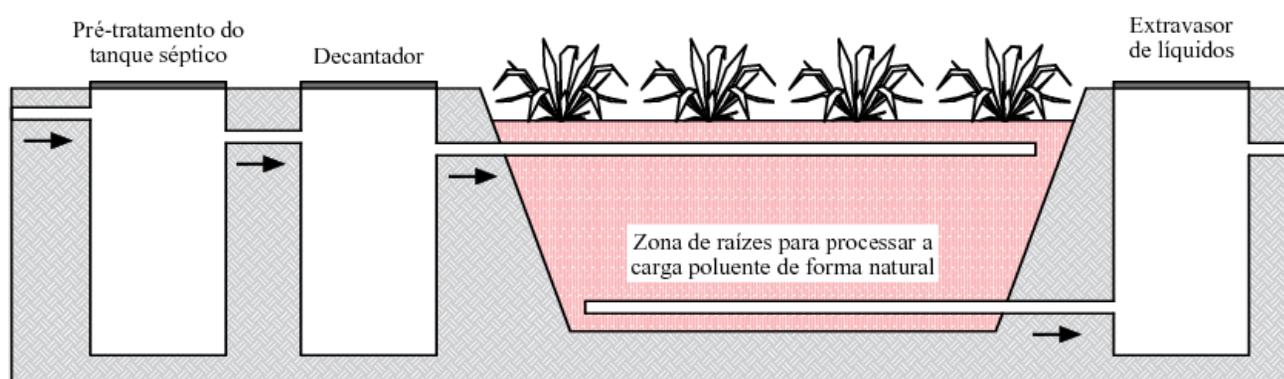
**Figura 1** – Esquema de reuso das águas cinzas  
 Fonte: Adaptado de Bazzarella (2005, p. 51).

Para as águas negras, o tratamento ideal é considerado através da coleta e transferência dos efluentes, mediante rede coletora para uma Estação de Tratamento de Esgotos – ETE coletiva operada pela concessionária de saneamento da localidade. Em modelos alternativos de saneamento são viáveis a adoção de ETEs compactas ou sistemas de tratamento individual de esgoto (tanque séptico, filtro anaeróbico, clorador e dispositivo de destinação do efluente). Outro sistema interessante para o tratamento de efluentes na ausência de uma ETE consiste na utilização do método contendo a zona de raízes, formado por uma vala com solo e rochas de diversas granulometrias. Neste sistema o efluente passa por um tanque séptico e por um decantador, sendo o efluente encaminhado por um dreno para a vala filtrante contendo a zona de raízes que processa a carga poluidora, transformando-a em um material pratica-

mente inofensivo ao ambiente, conforme indicado na figura 02. (SILVA, SOUZA, et al., 2010).

O atendimento à eficiência hídrica em um projeto de reformas visando a sustentabilidade, é, portanto, de fundamental importância haja vista a possibilidade de armazenamento e reutilização de águas pluviais e águas cinzas tratadas, reduzindo o consumo de água potável em pontos de utilização que não requerem o uso exclusivo deste recurso.

Aliado às formas alternativas de abastecimento, a troca dos aparelhos sanitários por modelos mais eficientes, com menores vazões de utilização e consequentemente menores perdas associadas, são metodologias complementares de forma a ampliar o leque de possibilidades em prol da eficiência hídrica.



**Figura 2** – Tratamento com zona de raízes  
**Fonte:** Adaptado de Silva, Souza, et al. (2010, p. 6)

### 3. METODOLOGIA

A partir da análise de padrões hidrológicos referente à precipitação (dados obtidos da literatura e bases de dados climatológicas), foi possível estimar o potencial de armazenamento de água pluvial para a edificação do Bloco CETAL, considerando a coleta na área compreendida pela cobertura do empreendimento. Destarte, foi possível estimar a redução do consumo hídrico devido à substituição dos atuais aparelhos sanitários por equipamentos mais eficientes do ponto de vista hidráulico.

Adicionalmente foi proposto um organograma esquemático e orientativo para o futuro redimensionamento do projeto hidrossanitário, visando atender ao critério de eficiência hídrica em uma futura intervenção de reforma no Bloco CETAL da Universidade do Sul de Santa Catarina.

#### 3.1. Parâmetros hidrológicos

Na cidade de Tubarão, a precipitação média anual é de 1.493 centímetros cúbicos. A umidade média relativa do ar na região

é de 83,59%, em função da presença de lagos e do rio que corta a cidade. (PMT, 2014).

A curva IDF, que relaciona intensidade, duração e frequência das precipitações para um determinado tempo de ocorrência, para a cidade de Tubarão/SC, de acordo com CPRM (2016), pode ser expresso por meio de duas equações.

Para chuvas entre 5 minutos e 2 horas de duração, a intensidade da precipitação é definida de acordo com a expressão da equação 2:

$$i = \frac{19027,8 T^{0,2048}}{(t + 50,6)^{1,3363}} \quad (2)$$

Sendo:

$i$  = intensidade da chuva (mm/h),

$T$  = tempo de retorno (anos),

$t$  = duração da precipitação (minutos).

Para chuvas com precipitação compreendida no intervalo de 2 horas e 24 horas, a curva IDF (intensidade-duração-frequência) ajustada é obtida a partir da equação 3:

$$i = \frac{595,5 T^{0,2041}}{t^{0,7103}} \quad (3)$$

Sendo:

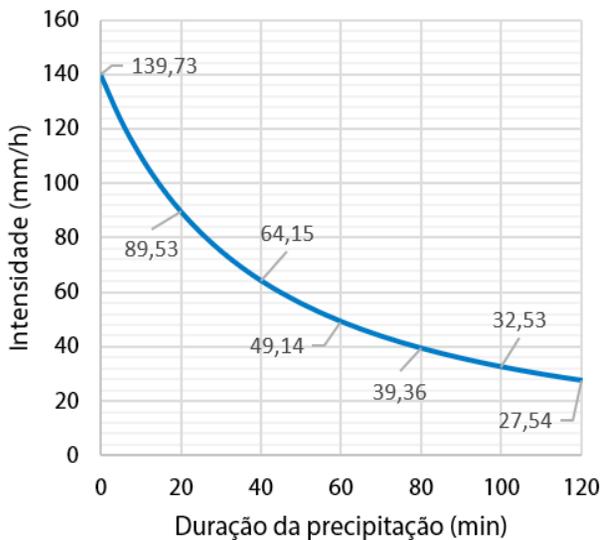
$i$  = intensidade da chuva (mm/h),

$T$  = tempo de retorno (anos),

$t$  = duração da precipitação (minutos).

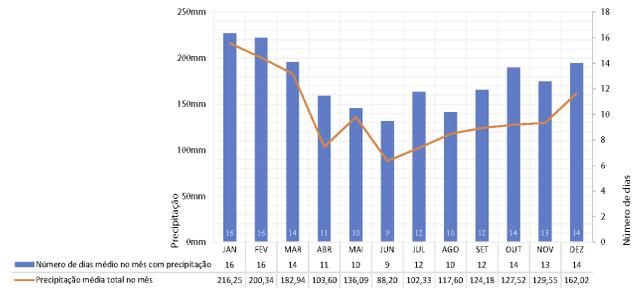
Considerando que a captação pluvial ocorre nos primeiros minutos das precipitações, a equação mais adequada para o dimensionamento dos sistemas pluviais é aquela cuja curva IDF compreende as duas horas iniciais do período de chuva, considerando o tempo de retorno adotado de 5 anos. O gráfico 01 apresenta as informações de intensidade, duração e frequência da precipitação para o período de retorno selecionado na região de Tubarão/SC, com base na curva IDF característica.

Conforme pode ser visualizado na área de plotagem do gráfico, quanto maior o tempo da precipitação, menor a intensidade pluviométrica. Considerando o tempo de concentração para a área de telhado em 2,5 minutos (método de Picking), estima-se a intensidade pluviométrica em 131,01mm/h.



**Gráfico 1** – Curva IDF para a cidade de Tubarão considerando o tempo de retorno de 5 anos  
**Fonte:** Elaboração dos autores (2019).

Considerando-se as séries históricas, a curva de precipitação média mensal pode ser sintetizada conforme gráfico 02.



**Gráfico 2** – Série de precipitação média mensal para a região de Tubarão/SC

**Fonte:** Gráfico elaborado e tratado estatisticamente pelos autores a partir de informações do INMET (2018).

OBS.: Dados mensais médios com base no período de abril de 1980 e julho de 2017, obtidos a partir da estação meteorológica 83923 do INMET.

### 3.2. Cálculo pluvial

A partir das informações coletadas nos parâmetros hidrológicos, a análise pelos métodos de Rippl e simulação previstos pela NBR 15.527 (ABNT, 2007) podem ser empregados para analisar e prever reservatórios, conforme apresentado nas tabelas 01 e 02 descritas na sequência.

Para a precipitação, em ambas as análises foi considerado a série histórica corrigida com os valores mensais do gráfico 02. No campo demanda mensal, a estimativa foi realizada considerando a população estimada (2502 pessoas (estimadas a partir da literatura de hidráulica predial e área construída da reforma) x 50 litros/dia por pessoa x 24 dias afinal a edificação não funciona aos domingos). A área de captação do telhado medida em projeto equivale a 5355,40m<sup>2</sup>. O coeficiente de run off para telhados verdes (previsto no projeto de reforma) foi fixado em 0,3 de acordo com Vieira, Silva Jr. e Ribeiro (2015).

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Diferença entre o volume da demanda e volume de chuva (m <sup>3</sup> )	Diferença acumulada (m <sup>3</sup> )	Situação do reservatório
Coluna 1	Coluna 2	Coluna 3	Coluna 4	Coluna 5	Coluna 6	Coluna 7	Coluna 8
Janeiro	216,25	3002,40	5355,40	347	2655,40	2655,40	D
Fevereiro	200,34	3002,40	5355,40	322	2680,40	5335,80	D
Março	182,94	3002,40	5355,40	294	2708,40	8044,20	D
Abril	103,60	3002,40	5355,40	166	2836,40	10880,60	D
Mai	136,09	3002,40	5355,40	219	2783,40	13664,00	D
Junho	88,20	3002,40	5355,40	142	2860,40	16524,40	D
Julho	102,33	3002,40	5355,40	164	2838,40	19362,80	D
Agosto	117,60	3002,40	5355,40	189	2813,40	22176,20	D
Setembro	124,18	3002,40	5355,40	200	2802,40	24978,60	D
Outubro	127,52	3002,40	5355,40	205	2797,40	27776,00	D
Novembro	129,55	3002,40	5355,40	208	2794,40	30570,40	D
Dezembro	162,02	3002,40	5355,40	260	2742,40	33312,80	D
<b>Total</b>	1690,64	36028,80	5355,40	2716	<b>Volume:</b>	<b>33312,80</b>	D

**Tabela 1** – Análise pelo método Rippl  
 Fonte: Elaboração dos autores (2018).

OBS.: A simbologia “D” indica que o nível do reservatório está descendo, “E” está extravasando e “S” subindo.

De acordo com método Rippl para a demanda estimada, a capacidade pluviométrica de reabastecimento da edificação corresponde a 7,538% do consumo médio mensal estimado após a execução da reforma.

Meses	Chuva média mensal (mm)	Demanda mensal (m <sup>3</sup> )	Área de captação (m <sup>2</sup> )	Volume de chuva mensal (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório fixado (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t-1) (m <sup>3</sup> )	Volume do reservatório no tempo (t) (m <sup>3</sup> )	Overflow (m <sup>3</sup> )	Suprimento de água externo (m <sup>3</sup> )
Col. 1	Col. 2	Col. 3	Col. 4	Col. 5	Col. 6	Col. 7	Col. 8	Col. 9	Col. 10
Jan.	216,25	3002,40	5355,4	347	15	0	15	0	2655,4
Fev.	200,34	3002,40	5355,4	322	15	15	-2665,4	0	2665,4
Mar.	182,94	3002,40	5355,4	294	15	0	-2708,4	0	2708,4
Abr.	103,60	3002,40	5355,4	166	15	0	-2836,4	0	2836,4
Mai.	136,09	3002,40	5355,4	219	15	0	-2783,4	0	2783,4
Jun.	88,20	3002,40	5355,4	142	15	0	-2860,4	0	2860,4
Jul.	102,33	3002,40	5355,4	164	15	0	-2838,4	0	2838,4
Ago.	117,60	3002,40	5355,4	189	15	0	-2813,4	0	2813,4
Set.	124,18	3002,40	5355,4	200	15	0	-2802,4	0	2802,4
Out.	127,52	3002,40	5355,4	205	15	0	-2797,4	0	2797,4
Nov.	129,55	3002,40	5355,4	208	15	0	-2794,4	0	2794,4
Dez.	162,02	3002,40	5355,4	260	15	0	-2742,4	0	2742,4
<b>Total</b>	1690,65	36028,8	5355,4	2716	15	0	-	0	<b>33297,8</b>

**Tabela 2** – Análise pelo método de simulação  
 Fonte: Elaboração dos autores (2018).

De acordo com método da simulação para a demanda estimada, a capacidade pluviométrica de reabastecimento da edificação corresponde a 8,157% do consumo médio mensal estimado após a execução da reforma.

Conforme pode ser verificado nas simulações, apesar de não abranger 100% do consumo mensal, a reutilização de água pluvial colabora em grande parte do abastecimento, podendo ser utilizado em sanitários e rega de plantas.

Nas simulações apresentadas o coeficiente de run off foi utilizado considerando telhados verdes. A adoção do telhado verde na edificação foi previsto visando obter um bom desempenho térmico e acústico das lajes de cobertura de forma mais sustentável e eficiente. Caso fosse adotado um método alternativo de conforto ambiental para lajes (camada de lã de PET, por exemplo) e as lajes fossem impermeabilizadas com um coeficiente de run off de 0,95, a capacidade pluviométrica de reabastecimento da edificação triplicaria (3,16 vezes mais volume disponível para armazenamento).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como ponto de partida da proposta e diretrizes futuras para o redimensionamento do projeto hidrossanitário durante a reforma proposta para a edificação do Bloco CETAL, foram sugeridos critérios básicos para obtenção da eficiência hídrica no empreendimento, conforme descrito e esquematizado no organograma esquemático da figura 03.

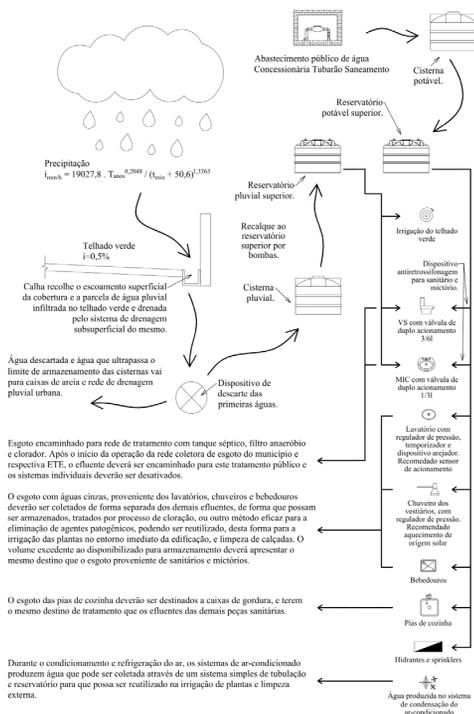


Figura 3 – Organograma de eficiência hídrica para a edificação  
 Fonte: Elaboração dos autores (2018).

Em relação aos equipamentos sanitários, a figura 04 ilustra alguns aparelhos sanitários e acessórios sugeridos para a implementação na proposta de intervenção da edificação, visando a eficiência hídrica. As imagens apresentadas são meramente ilustrativas, a descrição em maiores detalhes quanto aos parâmetros propostos, estão apresentados nas alíneas da sequência.



Figura 4 – Aparelhos sanitários visando a eficiência hídrica  
 Fonte: Elaboração dos autores (2018).

- a) **Torneira para o lavatório:** deve contar com arejador; deve limitar a vazão/pressão a no máximo 8 litros/minuto (ou vazões menores); deve desligar automaticamente após 15 segundos; preferencialmente deverá ser dotada de sensor para acionamento; a manutenção deverá ser periódica para evitar perdas por vazamentos.
- b) **Torneira para copa/cozinha:** deve contar com arejador; deve limitar a vazão/pressão; preferencialmente deverá ser dotada de sensor para acionamento; a manutenção deverá ser periódica para evitar perdas por vazamentos.
- c) **Mictório:** deverá ser dotado de válvula de duplo acionamento, com 1 e 3 litros; há atualmente o sistema de mictório com lavatório embutido, em que a água usada para lavar as mãos no uso anterior do lavatório se torna recurso automático para descarga durante o próximo uso.
- d) **Vaso sanitário:** deverá ser dotado de válvula de duplo acionamento, com 3 e 6 litros; recomenda-se o uso de vaso sanitário com caixa acoplada, em razão da economia proporcionada por este sistema; há atualmente a disponibilidade de vasos sanitários

ecológicos, fabricados em ABS e que necessitam apenas de 2 litros por descarga em função da troca do clássico sifão por sistema basculante, com tubulação reta que quando aberta no momento da descarga permite despejar os dejetos diretamente na prumada de esgoto com o mínimo de água. Este produto, no entanto, necessita de verificação quanto ao atendimento pelo projeto hidrossanitário, por poder apresentar possíveis incompatibilidades em pavimentos térreos de banheiros públicos, devido ao seu modo de funcionamento.

**e) Secador para as mãos:** os banheiros deverão contar com dispositivo que permita secar as mãos com auxílio de ar aquecido, reduzindo o consumo de pa-

pel, no entanto, deverá ainda existir a disponibilidade de papel toalha para usos diversos, como secar óculos, por exemplo; deverá ser analisado a possibilidade de reciclagem deste material em outros usos; o número mínimo de secador automático/elétrico para as mãos deverá ser de pelo menos 75% da disponibilidade de lavatórios; o secador deverá ser ativado por sensor e desativar automaticamente após tempo determinado.

**f) Saboneteiras:** as saboneteiras deverão espumar o sabonete líquido no acionamento, de forma a promover economia na liberação do volume e garantir a eficiência de higienização.

Consumo estimado com a utilização dos equipamentos sanitários atuais (Eref)							
Dispositivo	Vazão		Tempo de uso		Frequência de utilização diária	Necessidade diária	
Vaso sanitário	6,8	litros	1	descarga	2000	13600	litros
Mictório	3	litros	1	descarga	1052	3156	litros
Lavatório	10	l/min	0,25	minutos	2400	6000	litros
<b>Total diário estimado</b>						<b>22756</b>	<b>litros</b>

Consumo estimado com a utilização de equipamentos mais econômicos (E)							
Dispositivo	Vazão		Tempo de uso		Frequência de utilização diária	Necessidade diária	
Vaso sanitário	3,75	litros	1	descarga	2000	7500	litros
Mictório	2	litros	1	descarga	1052	2104	litros
Lavatório	8	l/min	0,25	minutos	2400	4800	litros
<b>Total diário estimado</b>						<b>14404</b>	<b>litros</b>

<b>Redução de consumo:</b>	36,70%		
<b>Custo unitário da água:</b>	R\$ 7,39	por m <sup>3</sup> , conforme AGR (Decreto 4244/2018)	
<b>Economia financeira:</b>	R\$ 61,75	por dia	
<b>Economia mensal:</b>	R\$ 1.358,42	considerando 5,5 dias úteis (em função dos sábados)	

OBS.: Para o vaso sanitário foi considerado uma vazão média de 3,75 litros por descarga, equivalente a uma descarga 3l/6l, dado maior número de utilização de descargas 3l em razão da utilização de 6l. Para mictórios considerou a utilização de modelos com descarga 1l/3l, produzindo uma vazão média de 2l litros por descarga. Para as torneiras de lavatório considerou-se a utilização de redutores de pressão e arejadores de forma que a vazão disponível ao ponto de uso seja de no máximo 8 litros/min.

Economia adicional pela utilização de água pluvial tratada nos vasos sanitários:	52,07%
Economia financeira adicional pela utilização de água pluvial tratada nos vasos sanitários:	R\$ 55,45
Economia mensal adicional pela utilização de água pluvial tratada nos vasos sanitários:	R\$ 1.219,85
Economia total mensal pela união das soluções apresentadas:	R\$ 2.578,26

**Tabela 3** – Conjunto de análise da economia hídrica em situação de uso projetada  
**Fonte:** Elaboração dos autores (2018).

Como sugestões gerais referentes à política do empreendimento quanto à eficiência hídrica, portanto, pode-se elencar e sintetizar como sendo:

a) **Reutilização de águas pluviais:** as águas pluviais devem ser coletadas e armazenadas para usos não potáveis. Não havendo a disponibilidade para cisterna elevada, deverá ocorrer o armazenamento em cisterna enterrada. A água pluvial poderá ser utilizada (após tratamento) para uso em bacias sanitárias. No sistema de coleta pluvial, deverá ser previsto o descarte inicial das primeiras águas, gradeamento para tratamento físico e remoção de impurezas, bem como tratamento químico, tal como cloração ou processo de similar eficiência. A água pluvial também poderá ser utilizada para irrigação do telhado verde (solução adotada na proposta de reforma da edificação). A água reutilizada em sanitários proveniente da coleta pluvial, eventualmente necessitará receber contribuição de água potável, em razão do volume de uso. Desta forma, não poderá haver contaminação da água potável, devendo os dois sistemas serem independentes por meio da distribuição separada e utilização de válvulas antiretrossifonagem ou método mais eficaz.

b) **Reutilização de águas cinzas:** as águas cinzas (provenientes de lavatórios, bebedouros e chuveiros), poderão ser coletadas por sistema de esgoto separador absoluto das bacias sanitárias e mictórios, e serem encaminhadas para dispositivo com tratamento químico do efluente. Após o tratamento, a água não potável poderá ser armazenada e utilizada para irrigação da vegetação do empreendimento. Em toda tubulação e ponto de uso com água não potável deverá haver placa indicativa desta condição.

c) **Redução do desperdício hidráulico:** da mesma forma, a conscientização dos usuários é de suma importância. Nos ambientes sanitários a possibilidade de válvula com duplo acionamento de vazão (3l/6l) para descargas nos sanitários e mictórios (1l/3l) contribuem no sentido da economia, bem como a adoção de torneiras para os lavatórios com sensor de presença e/ou temporizador para desligamento. O uso de dispositivos arejadores, bem como redução da pressão disponível ao ponto de uso contribuirá na economia hídrica, haja vista que será disponibilizada uma menor vazão ao ponto de uso, sendo a sensação percebida pelo usuário como se a torneira possuísse pressões elevadas. A vazão das torneiras deverá ser limitada a 8l/min.

## 5. CONCLUSÃO

Percebe-se a importância que a eficiência hídrica apresenta atualmente quando se discute os critérios de edificações sustentáveis. Mesmo em construções existentes, a adoção de meios alternativos de fonte de abastecimento não potável, como coleta de águas pluviais e águas cinzas tratadas, são práticas louváveis, principalmente quando aliadas ao uso de equipamentos hidráulicos mais eficientes, que consomem menor volume de água quando utilizados, e reduzem as perdas hídricas de consumo durante o processo.

Além de contribuir para com o meio ambiente, a reutilização de recursos hídricos em finalidades não potáveis contribui também para a redução dos custos com abastecimento de água, gerando economia financeira adicional à edificação e melhora no status ambiental da instituição.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Deus e a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a produção deste artigo e da monografia original.

## REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 15.527 - Água de chuva - Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 8. 2007.

ABNT. **NBR 15.575-1 - Edificações habitacionais - Desempenho - Requisitos gerais.** Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro, p. 71. 2013.

BAZZARELLA, B. B. **Caracterização e aproveitamento de água cinza para uso não potável em edificações.** Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, p. 165. 2005. Disponível em: [http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese\\_6573\\_Bazzarella\\_BB\\_2005.pdf](http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_6573_Bazzarella_BB_2005.pdf). Acesso em: 25 abr. 2018.

BONI, S. D. S. N. **Gestão de água em edificações: formulação de diretrizes para o reúso de água para fins não potáveis.** Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 258. 2009. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/257704>. Acesso em: 24 mar. 2018.

CAVALCANTE, M.; MACHADO, L. C. G. T.; LIMA, A. M. M. Avaliação do desempenho ambiental e racionalização do consumo de água no segmento industrial de produção de bebidas. **Ambiente & Água**, Taubaté, v. 8, n. 3, p. 191-202, set.-dez. 2013. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1980-993X2013000300016&lang=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1980-993X2013000300016&lang=en). Acesso em: 01 maio 2018.

CPRM. **Atlas Pluviométrico do Brasil**. Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Goiânia, p. 12. 2016. Disponível em: [http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/17523/idf\\_tubarao\\_sc\\_suscet.pdf?sequence=1](http://rigeo.cprm.gov.br/xmlui/bitstream/handle/doc/17523/idf_tubarao_sc_suscet.pdf?sequence=1). Acesso em: 12 abr. 2018.

GUERRA, B. B. Uso da água como fonte renovável em edificações. **Revista de Arquitetura IMED**, Passo Fundo, v. 5, n. 2, p. 4-9, jul.-dez. 2016. Disponível em: <https://seer.imed.edu.br/index.php/arqimed/article/view/550>. Acesso em: 20 mar. 2018.

INMET. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. **Instituto Nacional de Meteorologia**, 2018. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 21 abr. 2018.

JOHN, V. M.; PRADO, R. T. A. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. 1. ed. São Paulo: Páginas & Letras, v. 1, 2010. Disponível em: <http://www.labee.ufsc.br/projetos/manual-selo-casa-azul-caixa>. Acesso em: 29 abr. 2018.

KEELER, M.; BURKE, B. **Fundamentos de projetos de edificações sustentáveis**. 1. ed. Porto Alegre: Bookman, v. 1, 2010. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788577807338>. Acesso em: 12 abr. 2018.

OLIVEIRA, D. D.; CHRISTMANN, S. S.; PIEREZAN, J. B. Aproveitamento, captação e (re)uso das águas pluviais na arquitetura. **Revista gestão e desenvolvimento em contexto- GEDECON**, Cruz Alta, v. 2, n. Especial - IV Fórum de Sustentabilidade, p. 1-15, maio 2014. Disponível em: <http://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/GEDECON/article/view/1933/497>. Acesso em: 06 maio 2018.

PMT. Aspectos físicos. **Prefeitura Municipal de Tubarão, 2014**. Disponível em: <http://www.tubarao.sc.gov.br/cms/pagina/ver/codMapaltem/22162>. Acesso em: 12 abr. 2018.

RIBEIRO, J. M. P. **Um plano de ação para a promoção da sustentabilidade em uma instituição de ensino superior por meio de green campus: um estudo de caso da unidade UNISUL Pedra Branca**. Universidade do Sul de Santa Catarina. Florianópolis, p. 175. 2017. Disponível em: <https://riuni.unisul.br/handle/12345/3377>. Acesso em: 29 mar. 2018.

SILVA, W. M. et al. Avaliação da reutilização de águas cinzas em edificações, **construções verdes e sustentáveis**. Enciclopédia Biosfera, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-15, 2010. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/avaliacao%20da%20reutilizacao.pdf>. Acesso em: 11 maio 2018.

VIEIRA, Zacarias Caetano; SILVA JUNIOR, Carlos Gomes da; RIBEIRO, Silvana Nóbrega. Uso de telhados verdes em edificações de Aracaju para redução do escoamento superficial. **2º Congresso Internacional RESAG**, Aracaju – SE. 2015. Disponível em: [http://www.resag.org.br/congressoresag2015/anais/img/pdfs/poster\\_66.pdf](http://www.resag.org.br/congressoresag2015/anais/img/pdfs/poster_66.pdf). Acesso em: 09 abr. 2019.

## NOTA

Artigo com conteúdo parcial do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado pelos acadêmicos João Vitorio Dagostin e Joelma dos Santos, sob orientação da Professora Fernanda de Oliveira Dozol Lopes, para obtenção do título de Engenheiro Civil pela Universidade do Sul de Santa Catarina em 29 de novembro de 2018. Monografia completa publicada em [riuni.unisul.br/handle/12345/6058](https://riuni.unisul.br/handle/12345/6058)

## APÊNDICE – IMAGENS RENDERIZADAS DO PROJETO DE REFORMAS PROPOSTO



## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3452-6054>

**FERNANDA DE OLIVEIRA DOZOL LOPES, Esp.** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Curso de Engenharia Civil | Tubarão, SC - Brasil | E-mail: [fernanda.dozol@unisul.br](mailto:fernanda.dozol@unisul.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5904-441X>

**JOÃO VITÓRIO DAGOSTIN** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Curso de Engenharia Civil | Tubarão, SC - Brasil | E-mail: [joao.dagostin@unisul.br](mailto:joao.dagostin@unisul.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9678-1205>

**JOELMA DOS SANTOS** | Universidade do Sul de Santa Catarina | Curso de Engenharia Civil | Tubarão, SC - Brasil | E-mail: [joelma.santos@unisul.br](mailto:joelma.santos@unisul.br)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

LOPES, Fernanda de Oliveira Dozol; DAGOSTIN, João Vitório; SANTOS, Joelma dos. Discussão de Processos Prevendo a Eficiência Hídrica ao Bloco Cettal da Universidade do Sul de Santa Catarina. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 85-97, jun. 2019.** ISSN 24473073.. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.85-97>.

**DATA DE ENVIO:** 13/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 16/04/2019

---



# GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO DA ZONA DE CONSERVAÇÃO DE CORPOS D'ÁGUA NO MUNICÍPIO DO JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE

*GEOPROCESSING APPLIED TO THE USE AND OCCUPATION OF THE SOIL OF THE WATERBODY CONSERVATION ZONE IN THE MUNICIPALITY OF JABOATÃO DOS GUARARAPES-PE*

AMAURY GOUVEIA PESSOA NETO | IFPE  
IONÁ MARIA BELTRÃO RAMEH BARBOSA, Dra. | IFPE  
RONALDO FAUSTINO DA SILVA, Dr. | IFPE

## RESUMO

Corpos d'água, tais como as lagoas, são ecossistemas que desempenham funções ecológicas, econômicas e sociais e estão diretamente relacionadas à qualificação de uma cidade. Entretanto, devido, principalmente, ao crescimento desordenado e intenso das áreas urbanizadas, esse ecossistema tem sido alvo de frequentes intervenções antrópicas. Diante disso, torna-se fundamental a aquisição de dados espaciais como subsídio na análise do comportamento do uso e ocupação do solo de áreas destinadas a conservação ambiental. Este estudo buscou identificar, através da análise comparativa e interpretação visuais de produtos advindos de serviços de aerofotogrametria, as mudanças na cobertura do solo ocorridas entre os anos de 1974 e 2016 na Zona de Conservação de Corpos d'Água (ZCA) em volta da Lagoa Olho d'Água, localizada no bairro de Barra de Jangada, no município do Jaboatão dos Guararapes-PE. Ao longo desses 42 anos, os resultados apontaram para um aumento de 34,52% de área antropizada na região estudada.

**PALAVRAS CHAVE:** Aerofotogrametria; Intervenções Antrópicas; Lagoas; Uso e Ocupação do Solo.

## ABSTRACT

*Bodies of water, such as lagoons, are ecosystems that perform ecological, economic and social functions and are directly related to the qualification of a city. However, due mainly to the disorderly and intense growth of urbanized areas, this ecosystem has been the target of frequent anthropic interventions. Given this, it is fundamental to acquire spatial data as a subsidy in the analysis of the behavior of land use and occupation of areas destined to environmental conservation. This study aimed to identify, through the comparative analysis and visual interpretation of products derived from aerial photogrammetry services, the changes in soil cover occurred between 1974 and 2016 in the Waterbody Conservation Zone (ZCA) in around the Olho d'Água Lagoon, located in the neighborhood of Barra de Jangada, in the municipality of Jaboatão dos Guararapes-PE. During these 42 years, the results pointed to an increase of 34.52% of anthropized area in the studied region.*

**KEY WORDS:** Aerophotogrammetry; Anthropogenic Interventions; Lagoons; Soil Use and Occupation.



## 1. INTRODUÇÃO

Corpo d'água ou corpo hídrico é uma denominação genérica para qualquer manancial hídrico (ANA, 2013). Dentre os variados tipos de corpos d'água estão incluídas as lagoas que o IBGE (2015) define como uma depressão de formas variadas, principalmente tendendo a circulares, de profundidades pequenas e cheia de água doce ou salgada. Este é um conceito semelhante ao retratado por Ivanoff et al (2012), que afirmam que lagoas são corpos aquosos relativamente rasos, separados do oceano por uma barreira ou, em alguns casos, conectadas ao oceano por um ou mais canais restritos. Para Assis et al (2013):

As lagoas são ecossistemas aquáticos que possuem diversas possibilidades de uso: pesca, lazer, turismo, etc., bem como, pela sua própria função natural, formam um sistema de controle de inundações, também podem ser utilizadas como reservatório de água doce ou como meio de drenagem.

Entretanto, devido, principalmente, ao crescimento desordenado e intenso das áreas urbanizadas, o referido ecossistema tem sido alvo de frequentes intervenções antrópicas. Essa forma de agressão provoca uma série de problemas para a fauna, a flora e, concomitantemente, para a população residente em suas proximidades (ASSIS et al, 2013). Nesse contexto, transcende-se a necessidade do uso de técnicas para o auxílio da implantação de melhorias na questão ambiental.

O Geoprocessamento é um ramo da área do conhecimento conhecida como Geomática e engloba o total conjunto de técnicas ligadas à informação espacial, quer seja no tocante a coleta, armazenamento, tratamento e análise, bem como uso integrado desses dados geográficos (MEDEIROS, 2012, p. 04).

Neste sentido, as técnicas de geoprocessamento, conforme Padilha et al (2016), tornam-se primordiais para as etapas de levantamento e processamento de informações relacionadas às questões ambientais, pois facilitam a integração de dados espaciais e permitem propor alternativas para diminuir impactos identificados no ambiente (SENA et al, 2012), tais como as regiões que constituem o entorno dos corpos d'água.

O objetivo do presente estudo foi identificar, buscando evidenciar a importância da utilização das técnicas de geoprocessamento, as ações antrópicas ocorridas na cobertura do solo da Zona de Conservação de Corpos d'Água no entorno da Lagoa Olho D'Água, no bairro de Barra de Jangada, no município do Jaboatão dos Guararapes/PE, nos períodos de 1974 e 2016, através de análise comparativa e interpretação visuais de produtos fotogramétricos disponíveis.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A lagoa Olho D'Água

A lagoa Olho D'Água, mostrada na Figura 01, é a principal lagoa natural na costa de Pernambuco, sendo uma das maiores dentro de zona urbana no Nordeste e no país (SILVA et al, 2017). Conforme Assis et al (2013):

Essa lagoa corresponde a um sistema lagunar com 3,7 km<sup>2</sup>, extremamente raso, com dois canais: um situado a norte (Canal de Setúbal), ligando-a ao estuário do rio Pina e outro a sul (Canal Olho d'Água), assegurando-lhe ligação com o estuário do rio Jaboatão.



Figura 1 - Lagoa Olho D'Água  
Fonte: Diário de Pernambuco (2013).

A alimentação da lagoa Olho D'Água está associada à elevação do nível da água do rio Jaboatão que é ocasionada pelas precipitações nos períodos chuvosos. Esse abastecimento também depende das oscilações das águas oceânicas que ingressam ciclicamente na lagoa através do canal Olho D'Água.

Entretanto, a lagoa Olho D'Água se caracteriza por estar inserida numa área urbana de grande e crescente densidade populacional do município, o que a torna um elemento ambientalmente sensível que necessita de uma atenção direcionada às suas relações e interações dentro do sistema urbano (TENÓRIO, 2013; PAIVA e SALGUEIRO, 2002).

### 2.2. Aspectos legais da Zona de Conservação dos Corpos D'Água e sua importância

Segundo Mesquita et al (2012):

Foi a partir da década de 1930 que começaram os prenúncios sobre planejamento ambiental no Brasil, quando foram modelados os planejamentos de recursos hídricos e gestão de bacias hidrográficas e, conseqüentemente, criou-se a constituição do Código de Águas, do Código Florestal e da Lei de Proteção à Fauna.

As áreas de preservação permanente, definidas pelo Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 4.771/1965), abrangem espaços territoriais e bens de interesse nacional especialmente protegidos, cobertos ou não por vegetação, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas, ou seja, são áreas que foram criadas para proteger o ambiente natural, o que significa que não são áreas adaptadas para alterações ou uso da terra (RIBEIRO, 2011; ROSA, 2011).

Acerca da lagoa Olho D'Água, conforme Tenório (2013), seu ecossistema é uma área de preservação permanente, garantida ainda pela Lei Orgânica Municipal (1990), como pode ser observado nos artigos 171, 174 e 178 da citada lei:

ARTIGO 171 - Os manguezais, as praias, os arrecifes, os costões e a Mata Atlântica de território municipal ficam sob a proteção do Município e sua utilização far-se-á na forma da lei, dentro de condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais, renováveis ou não.

ARTIGO 174 - O Município promoverá em consonância com o Estado e outros municípios da Região Metropolitana o ZONEAMENTO AMBIENTAL considerando as micro-bacias hidrográficas como unidade especial básica, definindo as áreas e seus componentes propícios à instalação de unidades de preservação e conservação ambiental.

ARTIGO 178 - A Lagoa Olho D'água é Área de Proteção Ambiental e o Poder Público realizará estudo sócio-econômico e fisiográfico para fixar os limites de sua utilização.

Atualmente, no Plano Diretor do município do Jaboatão dos Guararapes (Lei Nº 002/2008), as áreas de proteção ambiental estão inseridas no zoneamento territorial definidas como Zonas Especiais de Conservação Ambiental, cujo o artigo 44 determina-as como "aquelas com características físico-geográficas relevantes para a conservação da biodiversidade local e da qualidade climática e paisagística do município". Dentre elas está estipulada a Zona de Conservação dos Corpos D'água (ZCA) que compreende as margens dos corpos d' água superficiais, inclusive o entorno da lagoa Olho D'Água, como retrata a Figura 02.

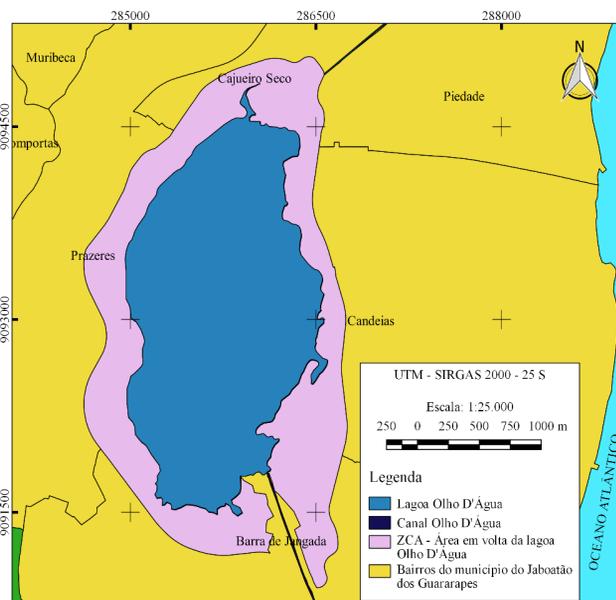


Figura 2 - Localização da Zona de Conservação dos Corpos D'água (ZCA) do entorno da lagoa Olho D'Água  
Fonte: elaborado pelos autores (2019).

### 2.3. Estudos semelhantes

A tecnologia do geoprocessamento permite ser utilizada para os mais diversos fins. Existem inúmeras metodologias desenvolvidas para serem aplicadas nos mais diferentes setores (RUTHES, 2012). Considerando a especificidade abordada neste estudo, foram encontradas aplicações similares cujo desenvolvimento serviu como embasamento para comparação deste trabalho.

Melo et al (2018) analisaram as alterações ocorridas no uso e ocupação da terra no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba, localizado na costa de Alagoas, nos anos de 1987 e 2017. Para isso, fizeram uso do sensoriamento remoto e geoprocessamento nas técnicas de interpretação das imagens, através de software de sistema de informações geográficas (SIG).

Neste contexto, Mesquita et al (2012) analisaram e mapearam os tipos de uso e ocupações da Área de Preservação Permanente (APP) da lagoa do Uruaú, localizada no município de Beberibe/CE. Esse estudo foi desenvolvido por meio da análise das modificações impressas na paisagem e de técnicas de geoprocessamento para elaboração do mapa de uso e ocupação da área.

Santos et al (2012) utilizaram-se das técnicas de geoprocessamento a fim de se obter uma análise mais detalhada e precisa do monitoramento de áreas verdes nas imediações da Lagoa da Paixão, Salvador/BA. Os autores fundamentaram seu estudo a partir de imagens espaciais compreendidas do ano de 1959 até 2006 e analisaram as consequências e os impactos gerados nesse intervalo de 47 anos à localidade.

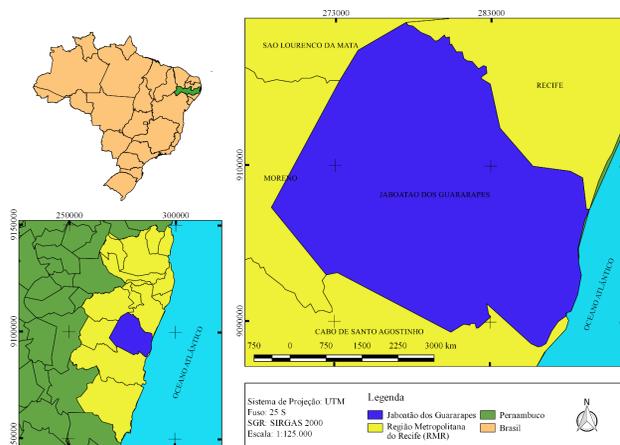
Macêdo e Melo (2013) analisaram os impactos ambientais, decorrentes das ações antrópicas, sobre as Áreas de Preservação Permanente da microbacia do riacho do Tronco, Boa Vista, PB. Eles elaboraram os diagnósticos ambientais utilizando técnicas de sensoriamento remoto e chegaram a constatar o intenso desmatamento dessas APPs.

Silva et al (2013) também demonstraram a importância na utilização das técnicas do geoprocessamento, através de sensoriamento remoto, realizando uma análise multi-temporal em dez anos (2001 a 2011) do uso e cobertura do manancial Alagados, Ponta Grossa-PR.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

O município do Jaboatão dos Guararapes está situado na região litorânea do Estado de Pernambuco e faz parte da Região Metropolitana do Recife (RMR), conforme mostra a Figura 3. Limita-se com Recife ao norte, Moreno a leste, São Lourenço da Mata a noroeste, Cabo de Santo Agostinho ao sul e com o Oceano Atlântico a leste, ocupando uma área total de 258,694 km<sup>2</sup> (IBGE, 2018).

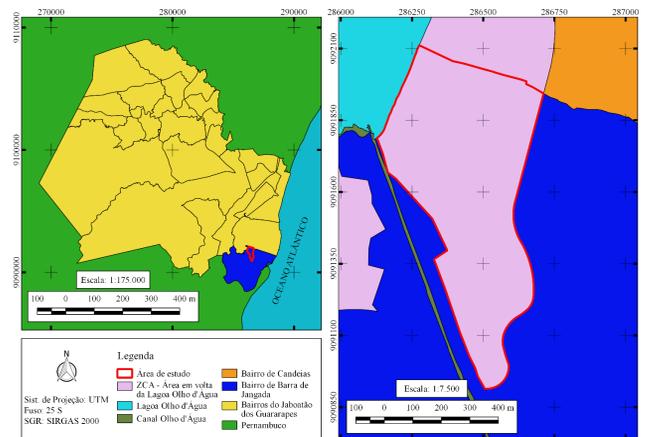


**Figura 3** – Localização do município do Jaboatão dos Guararapes.  
**Fonte:** elaborado pelos autores (2018).

Jaboatão dos Guararapes, de acordo com a CPRM (1997), está localizado numa região que, segundo a classificação de Köppen, apresenta um clima tropical úmido (AM'S). Possui temperatura média anual de 26° C, com uma mínima de 18° C e uma máxima de 32° C. O ritmo de chuvas é definido por um período em que elas desenvolvem-se entre os meses de março a agosto (outono-inverno), com pluviosidade máxima e mínima mensais de 270 mm e 140 mm, respectivamente e média anual de 1.500mm. A precipitação máxima ocorre durante o período de inverno.

A área de estudo é constituída pela Zona de Conservação de Corpos d'Água (ZCA), definida na Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo do município (Lei Nº 972/2013), inserida no bairro de Barra de Jangada, limitando-se do canal Olho D'Água à fronteira do bairro de Candeias, como retrata a Figura 4. A escolha dessa região se deu por ser uma zona de conservação ambiental, onde não deveria ser submetida a agressões antrópicas. A importância das regiões destinadas a conservação ambiental é evidenciada por Góes e Ribeiro (2018). Para os autores essas regiões têm como objetivo:

A contenção da ocupação urbana irregular; proteção dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos; contenção da expansão urbana sobre áreas de interesse ambiental e de proteção e recuperação dos mananciais hídricos e áreas de produção agrícola sustentável.



**Figura 4** – Bambuzal onde foram cortadas as barras (UEL)  
**Fonte:** Autores.

Após o corte das barras de bambu, elas foram transportadas para o laboratório, onde ficaram dispostas horizontalmente, o mais longe possível umas das outras, seguindo as limitações de espaço do ambiente, com o intuito de acelerar o procedimento de perda da umidade.

Foi necessário esperar três meses para uma secagem apropriada (figura 11-A e figura 11-B). Nota-se, nas referidas figuras, a acentuada diminuição da coloração esverdeada, indicando que as barras da figura 11-B já estavam aptas para o início da execução das tesouras.

#### 3.2. Materiais e métodos

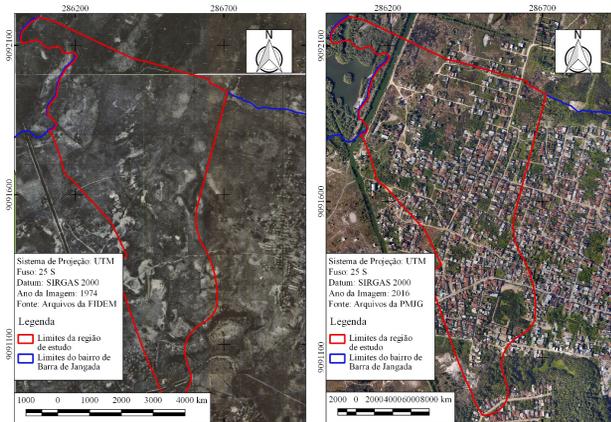
Para o desenvolvimento deste trabalho foram adquiridos elementos da cartografia básica municipal, tais como: delimitação dos bairros, zoneamento e drenagem no formato vetorial shapefile, disponibilizadas pela Prefeitura do Município do Jaboatão dos Guararapes (PMJG). Também

foram adquiridos produtos fotogramétricos datados de 1974 e 2016 nos formatos JPG e GeoTIFF, respectivamente, com o objetivo de serem comparados para que assim fosse efetuada uma análise e interpretação visuais das ações antrópicas na cobertura do solo da área de estudo. Para o ano de 1974, foram utilizadas ortofotocartas, cedidas pela Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM), oriundas de um serviço de aerofotogrametria. Esse material foi georreferenciado, a partir de suas coordenadas indicadas, e mosaica-do a fim de obter uma única imagem da área de estudo. Acerca do ano de 2016, foi utilizado um mosaico de imagens advindas de um recobrimento aerofotogramétrico, porém cedido pela PMJG. Todos esses materiais foram manipulados no software livre QGis (Versão 2.18.22) em coordenadas UTM no Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas (SIRGAS).

As análises de comparação e interpretação visuais foram fundamentadas na observação das transformações ocorridas através das agressões antrópicas, ou seja, das áreas edificadas e pavimentadas sobre as áreas naturais, tais como: corpos hídricos, vegetação e solo exposto. Após a definição dessas categorias, embasadas nas referidas análises visuais, foram confeccionados os mapas temáticos de cobertura do solo da região de estudo para os anos de 1974 e de 2016. Para delimitação dos alvos em estudo foi criado no programa uma camada, no formato vetorial shapefile, do tipo polígono para cada categoria. Após serem definidos os polígonos, foi possível, então, calcular suas referidas áreas e analisar as modificações ocorridas em cada categoria na região de estudo. Para estas características observadas na fotointerpretação foi elaborada uma tabela no software Microsoft Excel (Versão 14.0) contendo os valores, em termos de medidas de superfície, do que foi alterado em função do tempo, anteriormente determinado, entre a quantidade de áreas edificadas, áreas pavimentadas, corpos hídricos, solo exposto e vegetação.

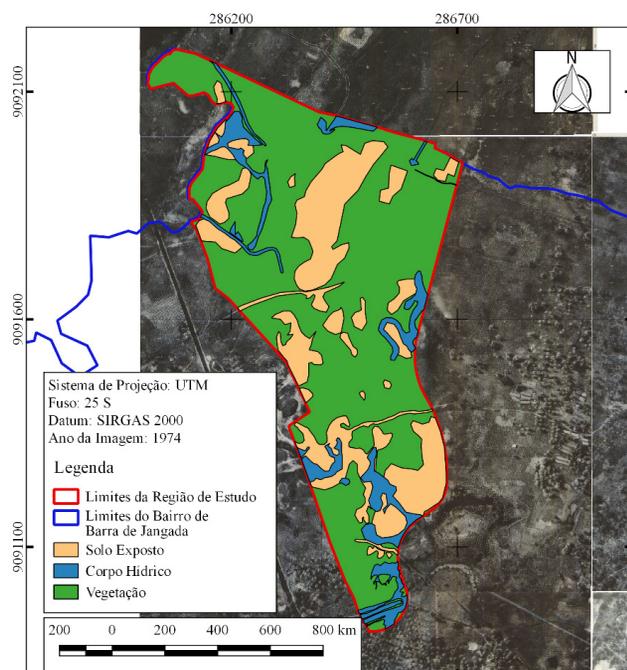
#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da delimitação da área de estudo nas imagens aéreas foi elaborado um mapa temático, conforme retrata a Figura 5, evidenciando a comparação entre a região analisada nos anos de 1974 e 2016.



**Figura 5** – Análise comparativa da região de estudo entre os anos de 1974 e 2016  
**Fonte:** elaborado pelos autores (2018).

Conforme a classificação dos usos identificados no mapeamento do ano de 1974 (Figura 6 e Tabela 1), evidencia-se a predominância dos seguintes elementos naturais: vegetação, solo exposto e corpo hídrico. Durante esse período, é notório que a região não passava por ações antrópicas. Isso pode ser verificado através do espaço preenchido pela vegetação e pela grande quantidade de charcos e áreas alagadas nas proximidades do espelho d'água da lagoa. A vegetação e solo exposto ocupam a maior parte da área da região para o ano de 1974, sendo 66,534% e 24,924%, o que equivale, aproximadamente, a 27,466ha e 10,289ha, respectivamente.



**Figura 6** – Cobertura do solo da região de estudo no ano de 1974  
**Fonte:** elaborado pelos autores (2018).

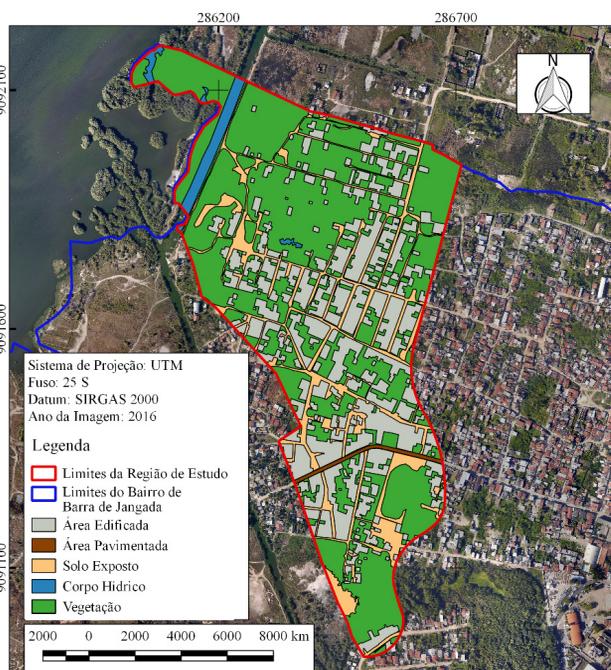
Uso	Área (ha)	Taxa Percentual (%)
Área Edificada	0,000	0,000
Área Pavimentada	0,000	0,000
Corpo Hídrico	3,526	8,542
Solo Exposto	10,289	24,924
Vegetação	27,466	66,534
Total	41,281	100,000

**Tabela 2** – Classificação da cobertura do solo da região de estudo para o ano de 2016  
**Fonte:** elaborado pelos autores (2018).

Quando analisados os resultados de 2016 (Figura 7 e Tabela 2), percebe-se o surgimento da área urbanizada, através de edificações e ruas pavimentadas. Além disso, é observado que a maior parte do solo exposto é representada por ruas definidas. Esse comportamento, segundo Assis et al (2013), se definiu nessa região pelo seguinte fato:

A área do entorno da Lagoa tem presenciado um processo de especulação imobiliária que, sob o neoliberalismo exacerbado, vem acentuando a ocupação e o uso desordenado do solo, também através de loteamentos clandestinos que avançam sobre os limites da Lagoa. Tais práticas de uso e ocupação do solo vêm acelerando as alterações da paisagem natural da área.

Nas classes representadas pelos elementos naturais houve uma mudança significativa que foi a redução da vegetação e corpo hídrico.



**Figura 7** – Cobertura do solo da região de estudo no ano de 2016  
**Fonte:** elaborado pelos autores (2018).

Uso	Área (ha)	Taxa Percentual (%)
Área Edificada	14,011	33,941
Área Pavimentada	0,239	0,579
Corpo Hídrico	0,858	2,078
Solo Exposto	5,436	13,168
Vegetação	20,737	50,234
Total	41,281	100,000

**Tabela 2** – Classificação da cobertura do solo da região de estudo para o ano de 2016  
**Fonte:** elaborado pelos autores (2018).

Os resultados demonstrados estabelecem acentuadas modificações na área de estudo. As áreas antropizadas, que não existiam no ano de 1974, em 2016 passaram a representar 34,52% do total da área de estudo, sendo 33,941% e 0,579% destinadas a áreas edificadas e pavimentadas, respectivamente. Ao passo que as categorias relacionadas a antropização crescem, as demais diminuem. É o caso da vegetação e dos corpos hídricos que, em 1974, apresentavam 66,534% e 8,542%, respectivamente, e em 2016 passam a ter 50,234% e 2,078%.

Consoante a esses resultados, o estudo realizado por Silva et al (2017) demonstrou que a vegetação, nessa região, apresentou uma considerável diminuição do ano de 1989 até 2010 devido ao adensamento urbano ocorrido nas últimas décadas.

## 5. CONCLUSÕES

A partir das técnicas do geoprocessamento foi possível obter informações espaciais referentes ao uso e ocupação do solo da região estudada para os anos avaliados (1974 e 2016) de maneira satisfatória. Os resultados gerados puderam ser observados nos mapas temáticos com uma boa clareza, conferindo assim o efetivo cenário do local. Esses resultados destacaram um crescimento expressivo das agressões antrópicas, enquanto as áreas representadas pelos elementos naturais foram reduzidas.

O dados apresentados contribuíram no despertar para os desafios atuais impostos à sustentabilidade ambiental. Os mesmos tornam-se efetivos para atuação da gestão municipal, considerando-se que através deles é possível promover um planejamento ambiental adequado, o qual possibilita segurança ao município para situações futuras, bem como reduzir e monitorar impactos que podem ser causados pelo uso e ocupação inadequados das áreas que são destinadas a conservação ambiental.

## AGRADECIMENTOS

À Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas de Pernambuco (CONDEPE/FIDEM) e à Prefeitura do Município do Jaboatão dos Guararapes (PMJG), pela colaboração no sentido de ceder as imagens aéreas aqui apresentadas.

## REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Águas (ANA) (2013). **Monitoramento da qualidade da água em rios e reservatórios**. Apostila, 2013. Disponível em < <https://capacitacao.ana.gov.br/conhecerh/handle/ana/76>>. Acesso: 12 dezembro 2018.

ASSIS, D. R. S. de; PIMENTEL, R. M. de M.; CASTILHO, C. J. M. de (2013). Impactos da urbanização e vulnerabilidade de lagoas costeiras. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 06, n. 02, p. 223-232, 2013.

BRASIL. **Lei Federal nº 4771/65**, de 15 de setembro de 1965, alterada pela Medida Provisória nº2.166 – 67, de 24 de agosto de 2001. Brasília, DF: Congresso Nacional, 2001.

CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (1997). **Atlas do meio físico do município do Jaboatão dos Guararapes - Estado de Pernambuco**. CPRM/FIDEM Recife - PE, 26p.

DIÁRIO DE PERNAMBUCO (2013). **Lagoa Olho D'Água pede socorro: Maior lagoa urbana do Brasil vive à espera da conclusão de projetos elaborados para a urbanização da área**. <[https://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2013/10/13/interna\\_vidaurbana,467725/olho-d-a-gua-pede-socorro.shtml](https://www.diariodepernambuco.com.br/app/noticia/vida-urbana/2013/10/13/interna_vidaurbana,467725/olho-d-a-gua-pede-socorro.shtml)>. Acesso: 07 abril 2019

GÓES, B. A.; RIBEIRO, M. de F. S. (2018). **Geoprocessamento de dados matriciais e vetoriais aplicados a análise geográfica da bacia hidrográfica Jundiá Mirim – Jundiá/Jarinu/Campo Limpo Paulista -SP**. In: ENCONTRO DE SUSTENTABILIDADE EM PROJETO, 6., 2018, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Centro de Cultura e Eventos da Universidade Federal de Santa Catarina, 2018. p. 780-791.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2015). **Glossário dos termos genéricos dos nomes geográficos utilizados no mapeamento sistemático do Brasil**. IBGE, Coordenação de Cartografia. Rio de Janeiro - RJ, 40p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2018). **IBGE Cidades: Jaboatão dos Guararapes**. <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/jaboatao-dos-guararapes/panorama>>. Acesso: 24 dezembro 2018.

IVANOFF, M. D.; TOLDO JUNIOR, E. E.; MANZOLLI, R. P.; FIGUEIRA, R. C. L.; FERREIRA, P. A. de L., (2012). **Aplicação do diagrama de Pejrup na interpretação da dinâmica sedimentar da Lagoa Itapeva - RS - Brasil**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GEOMORFOLOGIA, 9., 2012, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 2012. p. 1-5.

JABOATAO DOS GUARARAPES. **Lei Orgânica do município do Jaboatão dos Guararapes**. Jaboatão dos Guararapes, 1990.

JABOATAO DOS GUARARAPES. Lei Municipal Nº 002, de 11 de janeiro de 2008. **Institui o Plano Diretor do município do Jaboatão dos Guararapes e estabelece as diretrizes para a sua implantação**. Jaboatão dos Guararapes, 2008.

JABOATAO DOS GUARARAPES. Lei Municipal Nº 972, de 16 de novembro de 2013. **Lei de Uso, Ocupação e Parcelamento do Solo do município do Jaboatão Dos Guararapes**. Jaboatão dos Guararapes, 2013.

MACEDO, H. C. de; MELO, J. A. B. de, (2013). **Geoprocessamento aplicado a análise das Áreas de Preservação Permanente da Microbacia do Riacho do Tronco, Boa Vista - PB**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS NATURAIS DO SEMIÁRIDO, 1., 2013, Iguatu. Anais... Iguatu: IFCE Campus Iguatu, 2013. p. 1-7.

MEDEIROS, A. M. L. de, (2012). **Artigos sobre conceitos em geoprocessamento**. Ebook, 2012. Disponível em: <<http://www.andersonmedeiros.com/e-book-sobre-conceitos-em-geoprocessamento/>>. Acesso: 12 dezembro 2018.

MELO, A. M. O. D.; COSTA, G. J. A.; GARNES, S. J. dos A. (2018). **Análise temporal do uso e ocupação da terra no Complexo Estuarino Lagunar Mundaú-Manguaba: 1987 e 2017**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 7., 2018, Recife. Anais... Recife: Recife Praia Hotel, 2018. p. 836-841.

MESQUITA, E. A.; CRUZ, M. L. B. da; PINHEIRO, L. R. do Ó (2012). Geoprocessamento aplicado ao mapeamento das formas de uso da terra na Área de Preservação Permanente (APP) da Lagoa do Uruaú – Beberibe/CE. **Revista Geonorte**, v. 02, n. 04, p. 1509-1518, 2012.

PADILHA, R.; PORTUGAL, J. L.; SANTOS, A. V. dos; PEREIRA, S. V; CARMO, T. V. B. do (2016). Proposição de modelo de corredores ecológicos com base no Sistema de Informações Geográficas na região de Suape, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 09, n. 01, p. 079-090, 2016.

PAIVA, S. C. de; SALGUEIRO, A. A. (2002). Impacto ambiental na lagoa Olho d'Água em Jaboatão dos Guararapes – PE. **Revista Química & Tecnologia**, v. 01, n. 01, p. 039-043, 2002.

RIBEIRO, G. V. B. (2011). A origem histórica do conceito de Área de Preservação Permanente no Brasil. **Revista Thema**, v. 08, n. 01, p. 001-013, 2011.

ROSA, M. D. (2011). A relevância ambiental das áreas de preservação permanente e sua fundamentação jurídica. **Planeta Amazônia**, n. 03, p. 083-095, 2011.

RUTHES, Kely Regina (2012). **Projeto piloto de um SIG para gerenciamento das atividades de georreferenciamento de uma empresa do setor florestal**. 2012. Monografia (Especialização em Geoprocessamento) – Centro integrado de Estudos em Geoprocessamento, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2012.

SANTOS, P. A. B. dos; NETTO, J. de A. V.; CASTRO, C. M. S. (2012). **Geoprocessamento aplicado a análise de áreas verdes nas imediações da Lagoa da Paixão, Valéria - Salvador/BA**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 4., 2012, Recife. Anais... Recife: Hotel Golden Tulip Recife Palace, 2012. p. 001-009.

SENA, F. T. N. de S.; SANTIAGO NETO, B. J.; LEITE, A. C. de S. (2012). **Uso do geoprocessamento como subsídio à análise ambiental: imagem SRMT na geração dos mapas hipsométrico e de declividade das bacias difusas da Barragem Boa Esperança no estado do Piauí**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS E TECNOLOGIAS DA GEOINFORMAÇÃO, 4., 2012, Recife. Anais... Recife: Hotel Golden Tulip Recife Palace, 2012. p. 001-005.

SILVA, C. A. da; OLIVEIRA FILHO, P. C. de; MARTINS, K. G. (2013). Análise multitemporal do uso e cobertura do manancial alagados e de seu entorno na região de Ponta Grossa-PR. **Ciência e Natura**, v. 35, n. 01, p. 024-032, 2013.

SILVA, E. R. A. C.; SANTANA, S. H. C. de; MELO, J. G. da S.; MENDES, S. M.; GALVINCIO, J. D. (2017). A transformação da natureza e as potencialidades do monitoramento ambiental na Lagoa Urbana Olho d'Água – PE: os desafios da complexa relação entre desenvolvimento urbano e a conservação de ambientes naturais. **Guaju**, v. 03, n. 02, p. 032-064, 2017.

TENÓRIO, Bárbara Cardoso (2013). **A lagoa Olho D'Água: O sistema de uma paisagem**. 2013. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Urbano) – Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6320-8066>

**AMAURY GOUVEIA PESSOA NETO** | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco | Engenharia Civil | Recife, PE - Brasil | Correspondência para: Av. Prof. Luís Freire, 500 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-540 | E-mail: [gouveia.amaury@gmail.com](mailto:gouveia.amaury@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5795-1398>

**IONÁ MARIA BELTRÃO RAMEH BARBOSA, Dra.** | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco | Engenharia Civil | Recife, PE - Brasil | Correspondência para: Av. Prof. Luís Freire, 500 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-540 | E-mail: [ionarameh@recife.ifpe.edu.br](mailto:ionarameh@recife.ifpe.edu.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8097-9420>

**RONALDO FAUSTINO DA SILVA, Dr.** | Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco | Engenharia Civil | Recife, PE - Brasil | Correspondência para: Av. Prof. Luís Freire, 500 - Cidade Universitária, Recife - PE, 50740-540 | E-mail: [ronaldofaustino@recife.ifpe.edu.br](mailto:ronaldofaustino@recife.ifpe.edu.br)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

NETO, Amaury Gouveia Pessoa; BARBOSA, Ioná Maria Beltrão Rameh; SILVA, Ronaldo Faustino da. Geoprocessamento Aplicado ao Uso e Ocupação do Solo da Zona de Conservação de Corpos D'água no Município do Jaboatão dos Guararapes - PE. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 99-107, jun. 2019.** ISSN 24473073.. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.99-107>.

**DATA DE ENVIO:** 12/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 17/04/2019



# APROVEITAMENTO ENERGÉTICO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS: ANÁLISE DAS POLITICAS PUBLICAS

*ENERGETIC USE OF URBAN SOLID WASTE: ANALYSIS OF PUBLIC POLICIES*

---

**ANNY KEY DE SOUZA MENDONÇA, Dra.** | UFSC

**ANTONIO CEZAR BORNIA, Dr.** | UFSC

## RESUMO

A geração de energia elétrica a partir de resíduos sólidos urbanos é uma realidade no Brasil, embora ainda pouco representativa. Os resíduos sólidos urbanos são em geral encaminhados para aterros sanitários, aterros controlados e muitas vezes encaminhados a lixões a céu aberto sem nenhum monitoramento, controle ou aproveitamento.

Este artigo tem como objetivo levantar o potencial das usinas de geração de energia elétrica com resíduos sólidos urbanos no Brasil e das políticas públicas voltada ao seu aproveitamento energético. O aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos se insere dentro das questões estratégicas de desenvolvimento sustentável, já que visa encontrar soluções ambientalmente seguras, socialmente adequadas e economicamente viáveis e eficientes para sua destinação e aproveitamento. Os resultados da pesquisa mostram que muitos municípios foram impulsionados pela implantação da Política Nacional de Resíduos Sólidos, através da Lei nº 12.305/2010, e implantaram aterros sanitários para a destinação final dos resíduos urbanos, além de criar cooperativas de reciclagem, bem como, em muitos municípios e capitais, se faz o gerenciamento e aproveitamento energético dos resíduos urbanos.

**PALAVRAS CHAVE:** Resíduos Sólidos Urbanos; Geração de Energia elétrica; Políticas Públicas.

## ABSTRACT

*The generation of electric energy from urban solid waste is a reality in Brazil, although still little representative. Urban solid wastes are often sent to landfills, controlled landfills, and often sent to open-air dumps without any monitoring, control or exploration. This article aims to raise the potential of electric power generation plants with urban solid waste in Brazil and public policies aimed at their energy use. The energy use of urban solid waste is part of the strategic issues of sustainable development, since it aims to find environmentally safe, socially adequate and economically viable and efficient solutions for its destination and use. The results of the survey show that many municipalities were driven by the implementation of the National Solid Waste Policy, through Law 12305/2010, and implemented sanitary landfills for the final disposal of municipal waste, as well as creating recycling cooperatives, as well as many municipalities and capitals, it is the management and energy use of urban waste.*

**KEY WORDS:** Urban Solid Waste; Electricity Generation; Public Policies.



## 1. INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas verificou-se um aumento acentuado da população mundial, com um acelerado processo de urbanização das cidades. Na década de 1990, a população mundial era de 5,3 bilhões de habitantes, em 2019, de aproximadamente 7,7 bilhões, com previsão de alcançar a marca de 9,7 bilhões de habitantes em 2050 (WORLDMETERS, 2019).

Um aumento populacional também foi fortemente observado no Brasil. Estima-se que a população brasileira em 2019 seja de aproximadamente 212 milhões de habitantes, com previsão de chegar ao montante de 232 milhões em 2050 (WORLDMETERS, 2019). De acordo com estimativas oficiais de 2016, a maior parte da população brasileira, cerca de 84% vive nas cidades (RIBEIRO, 2016).

Com todo esse aumento populacional, um aumento da demanda por energia elétrica também ocorreu e incentivou vários países a buscarem diferentes soluções tecnológicas para a geração de energia elétrica. O setor de energia vem ganhando espaço com a inserção de energias renováveis da matriz energética mundial. A energia eólica apresenta-se como a fonte de energia mais barata entre as novas tecnologias, e a energia solar fotovoltaica atingiu a paridade de rede em muitos países (REN21, 2017).

O desenvolvimento da energia eólica e solar fotovoltaica, tem sido notável e seu sucesso ganhou atenção mundial, tornando-se sinônimo de “energias renováveis” (REN21, 2017). No entanto, para alcançar 100% de sistemas renováveis, uma combinação de diferentes fontes de energia se fará necessário. Entre elas, encontram-se as hidrelétricas, as geotérmicas, a energia de mares e a biomassa.

No Brasil, a energia de biomassa, foco desta pesquisa, vem se desenvolvendo e ganhando cada vez mais espaço na matriz energética brasileira, sendo a quarta fonte de energia mais utilizada (ANEEL, 2019b). Porém, sua participação ainda é pequena na matriz energética, sendo contabilizado em conjunto com o biocombustível do bagaço de cana de açúcar, do capim elefante, da casca de arroz, do etanol, do licor negro, dos resíduos florestais, do biogás de resíduos animais, do biogás de resíduos sólidos urbanos entre outros.

O Brasil, com um crescimento populacional em torno de 0,75% entre 2016 e 2017 (ABRELPE, 2018), somados ao aumento nos padrões de consumo ocorridos nos últimos anos, apresentou um aumento de consumo de bens e consequentemente da geração de resíduos sólidos urbanos (RSU).

Todo resíduo sólido urbano produzido, precisa ser gerenciado de forma adequada para não causar poluição ambiental e danos à saúde da população. Entretanto, sua destinação apresenta-se com um dos principais problemas e desafios enfrentados pelos municípios, que ficam

responsáveis por gerenciar os resíduos, bem como, de encontrar soluções ambientalmente responsáveis, socialmente seguras e tecnologicamente eficientes para a grande quantidade de resíduos produzidos pela população.

Em 2017, o país produziu aproximadamente 214.9 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos por dia, o equivalente a 377 kg por habitante ano, representando um aumento de 1% em relação a 2016. Deste total, 59% de resíduos sólidos urbanos foram encaminhados para aterros sanitários, sendo que mais de 40% foram destinados a locais inapropriados como lixões e aterros controlados (ABRELPE, 2018).

De acordo com (GOMES, 2010; OKOT-OKUMU & NYENJE, 2011) o aterramento dos resíduos sólidos urbanos provocam num futuro próximo, uma fonte de contaminação pelo processo de decomposição anaeróbica dos resíduos, bem como o surgimento de dióxido de carbono e metano que provocam o aquecimento global.

No Brasil, a legislação que trata dos RSU é a Lei nº 12.305, de 02 de agosto de 2010, que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A PNRS no seu artigo 9º estabelece que na gestão e gerenciamentos de resíduos sólidos, devem ser observadas a seguintes exigências: não geração de resíduos, sua redução, reutilização, reciclagem, tratamento dos resíduos e a disposição final dos rejeitos em locais ambientalmente adequados e no mesmo artigo, inciso § 1º, é previsto a utilização de tecnologias visando a recuperação energética dos resíduos (BRASIL, 2010). Vale ressaltar que a disposição final dos resíduos sólidos é estabelecida por lei e que deveriam estar implantados em todas as cidades no território nacional até o final de 2014, sob pena de aplicação da Lei 9.605/98 de Crimes Ambientais, regulamentada pelo Decreto nº 6.514/08. No entanto, tendo em vista o grande percentual de inadequação de resíduos sólidos em lixões e aterros controlados como mostra a Figura 01, os governos municipais terão que percorrer um longo caminho com grandes desafios a superar.



Figura 1 – Disposição final dos resíduos sólidos urbanos em tonelada ano. Fonte: (ABRELPE, 2018).

A geração de resíduos sólidos e sua destinação são intrínsecos ao crescimento populacional, produzem emissões de gases que provocam o efeito estufa, e agravam as mudanças climáticas.

De acordo com (BRASIL, 2010), Resíduos sólidos urbanos são classificados como resíduos domésticos gerados em áreas urbanas. Com o aumento da geração de resíduos sólidos urbanos, a vida útil dos aterros sanitários, tem diminuído e provocado impactos ambientais (ROCHA, 2012).

Os resíduos sólidos urbanos são ricos em matéria orgânica, e de acordo com (MURARA, 2016), cerca de 50 à 60% destes resíduos ofereceriam oportunidades na geração de energia elétrica por meio do aproveitamento do biogás, em vez da solução normalmente verificada, que é a disposição em aterros sanitários, aterros controlados e ou lixões. Porque, não aproveitar os resíduos sólidos urbanos para gerar energia elétrica?

Nesse contexto, esta pesquisa investiga as políticas públicas para o aproveitamento energético dos resíduos sólidos urbanos e levanta o potencial energético a partir destes resíduos já em desenvolvimento no Brasil.

## 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste artigo, utilizou-se a pesquisa exploratória-descritiva, utilizando-se do procedimento de pesquisa bibliográfica e documental para coleta de dados.

A pesquisa bibliográfica, fundamentou o desenvolvimento do referencial teórico, porque as informações necessárias para o desenvolvimento da pesquisa são provenientes da literatura científica e técnica disponíveis em materiais públicos como artigos, manuais, livros, na Constituição Federal e legislação complementar.

A pesquisa documental baseou-se em diferentes documentos e envolveu análise de dados secundárias. A partir do levantamento de dados do potencial energético brasileiro de resíduos sólidos urbanos coletados no Banco de informações de geração – BIG da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL e de políticas públicas de resíduos sólidos para o aproveitamento energético disponíveis por instituições públicas como o Ministério de Minas e Energia - MMA, pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE, em relatório governamentais e materiais constitucionais e legais, bem como na plataforma Google, analisa-se a evolução da geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos, e adota como critério de análise o método qualitativo. A base de dados utilizada no portal de periódicos Capes - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, foi a Web of Science, por ser multidisciplinar e amplamente utilizada para a pesquisa de literatura

científica e indexar os periódicos mais importantes e citados em suas respectivas áreas (AGHAEI Chadegani et al., 2013). Como critério de busca, utilizou-se as seguintes palavras chaves: Resíduos Sólidos Urbanos, Geração de Energia elétrica, Políticas Públicas.

## 3. RESÍDUOS SÓLIDOS

Resíduos sólidos são definidos com material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, nos estados sólido ou semissólido, (BRASIL, 2010).

De acordo com a Associação Brasileira de Normas Técnicas, por meio da Norma Brasileira nº 10.004 (ABNT, 2004), os resíduos sólidos são definidos como aqueles nos estados sólido e semissólido, resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Na norma NBR 10.004, os resíduos sólidos dividem-se em três grupos, descritos na Tabela 01.

Resíduos Classe I (Perigosos)	Classificados como resíduos ou mistura que apresentam risco à saúde pública e ou, ao meio ambiente, possuindo características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, ou patogenicidade.
Resíduos Classe II A (Não perigosos e não inertes)	São classificados com resíduos que não apresentam características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade, contudo, podem apresentar propriedade de biodegradabilidade, combustibilidade e solubilidade em água, existindo a possibilidade de haver reação com o meio ambiente, e possíveis riscos de poluição.
Resíduos Classe II B (Não perigoso e inerte)	São classificados com resíduos que não tem algum constituinte solubilizado em concentração superior ao padrão de potabilidade da água.

Tabela 1 – Classificação dos resíduos sólidos.

Fonte: (ABNT, 2004).

Seguindo um conceito definido na década de 1990 pelo programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), que consiste na aplicação contínua de uma estratégia ambiental integrada para processos, produtos e serviços para aumentar sua eficiência, principalmente em relação a geração de resíduos, um dos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos consiste em incentivar a gestão de resíduos sólidos, observada a priorização apresentada na Figura 02.

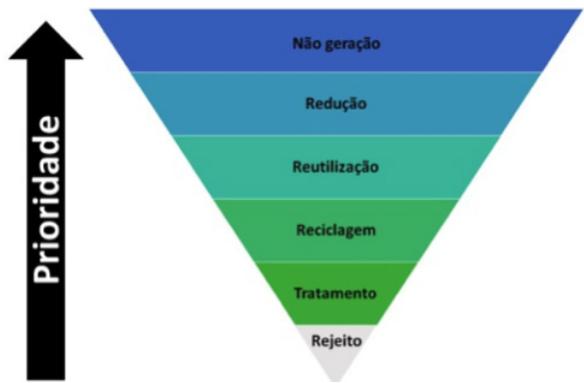


Figura 2 – Prioridades na gestão de resíduos sólidos  
Fonte: (CAMPOS, MELLO Filho, & CARVALHO, 2015).

- Não geração: realizar a atividade produtiva sem que ocorram perdas ao longo do processo e demais atividades que o suportam.
- Reduzir: buscar a otimização e maximização da eficiência de processo quanto ao uso de maquinário, matérias primas, desenvolvimento de novas tecnologias, de forma a gerar a menor quantidade possível de resíduos.
- Reutilizar: identificar e buscar alternativas para viabilizar técnica e economicamente o uso de refugos e perdas no próprio processo ou em outro, tanto do ponto de vista mássico quanto energético.
- Reciclar: identificar, buscar alternativas para viabilizar técnica e economicamente o tratamento de refugos, perdas em processos, embalagens, transformando-os em insumos ou novos produtos;
- Outros tratamentos: aplicação de técnicas, tais como: compostagem, recuperação, aproveitamento energético, entre outras admitidas pelos órgãos competentes.
- Disposição final ambientalmente adequada: destinação de rejeitos em aterro, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e minimizar os impactos ambientais adversos.

Embora o Brasil tenha vários marcos legais para incentivar a disposição final de resíduos sólidos em locais adequados, segundo a (ABRELPE, 2018) 29,6 % dos resíduos sólidos produzidos no Brasil não foram coletados em 2018. Os resíduos não coletados, certamente tiveram uma destinação final inadequada, como por exemplo, serem queimados, encaminhados a aterros controlados, lixões ou encaminhados a terrenos baldios. Entretanto, nos 70,4 % dos municípios com iniciativas de coleta seletiva no Brasil, não se pode dizer que os resíduos coletados tiveram uma destinação adequada, pois 40,9 % desses resíduos ainda tem uma destinação inadequada (lixões e aterros controlados).

Os lixões são a maneira mais inadequada de todos os meios possíveis para disposição final de resíduos sólidos, e infelizmente, muito comum. Esses espaços funcionam como depósitos de resíduos sólidos, sem que seja feita coleta seletiva ou um preparo adequado. Os resíduos são simplesmente jogados em grandes terrenos a céu aberto. Outras formas de descarte de resíduos sólidos autorizados pelo governo, são os aterros sanitários, aterros controlados e a incineração. Os aterros controlados podem ser classificados como uma categoria intermediária entre lixões e aterros sanitários, apresentando uma qualidade inferior ao aterro sanitário, podendo contaminar o meio ambiente. A incineração, é o processo de queima de resíduos sólidos em usinas, pode representar uma solução para diminuir o volume de lixo, mas há o enorme risco de poluição do ar com a emissão de gases tóxicos. Nos aterros sanitários, a princípio, há normas a serem seguidas para que haja menos danos ao meio ambiente. Geralmente, são construídos em locais mais afastados das cidades, para que haja maior cuidado com os riscos de poluição. Estes cenários trazem consequências ambientais como a poluição do ar, do solo e dos recursos hídricos, afetando a saúde da população.

A Figura 03 apresenta o volume de geração e coleta dos resíduos sólidos por região do país. Observe que na região Norte do país com seus 450 municípios geraram a quantidade de 15.634 toneladas/dia de RSU em 2017, sendo que aproximadamente 81% foram coletados. Já a região Nordeste com seus 1.794 municípios geraram 55.492 toneladas/dia com aproximadamente 79% dos RSU coletados. As regiões Centro-Oeste com 467 municípios, Sudeste com 1.668 e Sul com 1.191 municípios, geraram respectivamente na mesma ordem 15.519, 105.794 e 22.429 toneladas dia de RSU, das quais aproximadamente 92, 98 e 95% dos resíduos foram coletados (ABRELPE, 2018). Nestas regiões, a geração e a coleta de resíduos são próximos, no entanto a coleta dos resíduos ainda não é 100%.

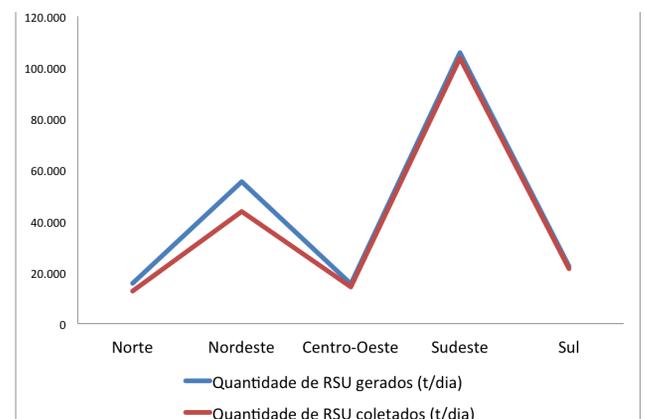


Figura 3 – Volume da geração e coleta dos resíduos sólidos por região no país em 2017  
Fonte: Adaptado de (ABRALPE, 2018).

#### 4. POLÍTICA NACIONAL DE RESÍDUOS SÓLIDOS

Os aspectos relacionados a estrutura, que reúne um conjunto significativo de marcos legais - normas, leis, práticas e iniciativas locais de limpeza urbana, principalmente da gestão dos resíduos sólidos no Brasil, são definidos na Política Nacional de Saneamento Básico, e na Lei nº 11.445, de 2007, onde os resíduos sólidos devem integrar os planos municipais de saneamento básico (PNSB), na Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e na Lei nº 12.305, de 2010, ficando sob a coordenação do Ministério das Cidades a responsabilidade pela elaboração Plano Nacional de Saneamento Básico. Os principais marcos legais para gestão de resíduos sólidos são apresentados na Figura 04.



**Figura 4** – Marcos legais para a gestão de RSU  
 Fonte: Elaborado pelos autores

A principal lei é a Lei nº. 12.305/2010, que estabelece uma série de instrumentos voltados à obtenção dos objetivos nela determinados, dentre os quais (MILARÉ, 2011) destaca os Planos de Resíduos Sólidos, conforme apresentado no Tabela 02:

PLANOS	CARACTERÍSTICAS
Plano Nacional de Resíduos Sólidos;	- elaborado pela União sob a coordenação do Ministério do Meio Ambiente; - vigência: prazo indeterminado; - atualização: a cada 4 (quatro) anos.
Planos Estaduais de Resíduos Sólidos	- gestão no espaço territorial de cada Estado; - vigência: prazo indeterminado; - atualização: a cada 4 (quatro) anos.

Planos Microrregionais de Resíduos Sólidos e os Planos de Resíduos Sólidos de Regiões Metropolitanas ou Aglomerações Urbanas	- elaboração e implementação pelos Estados com a participação obrigatória dos Municípios; - estabelecer soluções integradas para a coleta seletiva, a recuperação e a reciclagem, o tratamento e a destinação final dos resíduos sólidos urbanos.
Planos Intermunicipais de Resíduos Sólidos	- consórcio entre municípios para gestão dos resíduos sólidos;
Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	- atualização: concomitante com a elaboração dos planos plurianuais municipais; - pode ser inserido no plano de saneamento básico; - condição necessária para o Distrito Federal e os municípios terem acesso aos recursos da União;
Planos de gerenciamento de resíduos sólidos	- ações exercidas nas etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destinação final ambientalmente adequada.

**Tabela 2** – Planos de resíduos sólidos urbanos

Fonte: Adaptado de (BRASIL, 2010; MILARÉ, 2011).

Outro objetivo, diz respeito a gestão integrada de resíduos sólidos (artigo 3º, inciso XI), que trata de um conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, com controle social e sob a premissa do desenvolvimento sustentável (BRASIL, 2010). Dentre o conjunto de ações a ser considerado na gestão integrada de resíduos sólidos, o desenvolvimento sustentável apresenta-se como um importante princípio.

De acordo com (BRASIL, 2010) no seu artigo 3 inciso XIII, os padrões sustentáveis de produção e consumo, são definidos como a produção e consumo de bens e serviços de forma a atender as necessidades das atuais gerações e permitir melhores condições de vida, sem comprometer a qualidade ambiental e o atendimento das necessidades das gerações futuras.

#### 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A disposição final dos resíduos sólidos no mundo, tem se apresentado de forma diferenciada. Nos países mais desenvolvidos como Estados Unidos, Japão e grande parte da União Europeia, o gerenciamento dos resíduos sólidos estão muito à frente, quando comparados com países em desenvolvimento.

De acordo com (ABRELPE, 2011), nestes países a gestão dos resíduos sólidos envolvem três fases como apresentado a seguir:

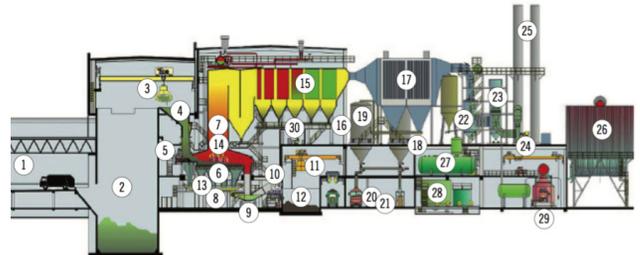
- Na primeira fase, ocorreu na década de 60 onde os lixões existentes foram transformados em aterros sanitários e uma grande parte dos resíduos passou a ser incinerados. No entanto, como não existia política para restringir à geração de resíduos, ocorreu um crescimento expressivo no seu volume.
- Na segunda fase em meados de 1970, foram criadas metas prioritárias para a reutilização e reciclagem dos materiais. Com a exploração da reciclagem, o consumo dos recursos naturais e o volume dos resíduos a serem dispostos, apresentou um crescimento mais lento. Já no final da década de 80, novas prioridades em relação à gestão de resíduos sólidos foram estabelecidas, e surgiu a classificação dos três R (Reduzir, Reutilizar, Reciclar), que vigora hoje no Brasil.
- Na terceira fase, os países mais desenvolvidos buscam a redução do volume de resíduos no início do processo produtivo, até mesmo nos projetos de bens de forma a simplificar a reutilização e a reciclagem. As principais diretrizes a seguir são: evitar ou, nos casos em que não for possível, diminuir a geração de resíduos; reutilizar ou, quando não for possível, reciclar resíduos; utilizar a energia contida nos resíduos; e tornar inertes os resíduos antes da disposição final.

Na Tabela 03 e na Figura 05, são apresentados os principais equipamentos utilizados em uma usina de recuperação energética instalada na União Europeia, bem como o diagrama esquemático dos fornecedores de resíduos sólidos para fornecedores de energia.

Equipamentos	
1	Local de Recebimento de RSU
2	Poço de Armazenamento de RSU
3	Ponte Rolante de RSU
4	Moega de Alimentação
5	Alimentador da Grelha
6	Grelha de Incineração
7	Fornalha
8	Transportador / Peneira de Cinzas
9	Extrator de Cinzas de Fundo
10	Peneira Vibratória
11	Talha de Cinzas de Fundo
12	Poço de Armazenamento Auxiliar
13	Ar de Combustão Primário

14	Ar de Combustão Secundário + Sistema de Abatimento de NOx
15	Caldeira de Recuperação de Calor
16	Transportador de Cinzas de Caldeira
17	Reator de Tratamento de Gases de Combustão
18	Transportador de Resíduos do Tratamento de Gases de Combustão
19	Silo de Cinzas de Caldeira e Resíduos do Tratamento de Gases de Combustão
20	Estação de Carregamento de Cinzas e Resíduos
21	Ensacamento de Cinzas e Resíduos
22	Lavador de Gases
23	Filtro de Mangas
24	Ventilador de Tiragem Induzida
25	Chaminé
26	Aerocondensador
27	Tanque de Água de Alimentação
28	Planta de Tratamento de Água (Desmineralização)
29	Turbina / Gerador
30	Sala de Controle

**Tabela 3** - Principais equipamentos de uma usina de recuperação energética instalada na Europa. Fonte: (ABRALPE, 2011, p.15).



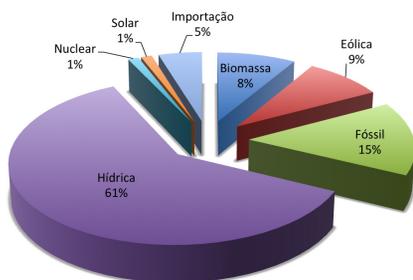
**Figura 5** - Diagrama esquemático de uma usina de recuperação energética Europeia. Fonte: (ABRALPE, 2011, p.15).

Nos países em desenvolvimento, como por exemplo os da América Latina, a gestão de resíduos sólidos encontram-se em posições intermediárias, entre a primeira e a segunda fase dos verificados nos países mais desenvolvidos. Com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos - Lei nº 12.305/10, o Brasil está enfrentado um desafio quando nos referimos a adequada destinação final dos resíduos sólidos, de forma a seguir a tendência mundial.

O Brasil possui 7.428 empreendimentos de geração de energia elétrica em operação, totalizando 163.848,441 KW de potência instalada (ANEEL, 2019a). No entanto, a bioenergia a partir da Biomassa, ainda é um produto que tem uma participação pequena na matriz energética brasileira, sendo contabilizado em conjunto com outros

biocombustíveis tais como o bagaço de cana de açúcar, o capim elefante, a casca de arroz, o etanol, o óleos vegetais, o carvão vegetal, o gás de alto forno, a lenha, o licor negro, os resíduos florestais, o biogás de resíduos animais, o biogás de resíduos urbanos e o carvão de resíduos urbanos. A Figura 06 apresenta a matriz energética brasileira. Observa-se que a geração de energia elétrica por meio da bioenergia – Biomassa, representa 8.596 KW de capacidade instalada (ANEEL, 2019b).

Quase todas as capitais brasileiras possuem como destino final de resíduos sólidos urbanos o aterro sanitário, bem como possuem cooperativas de reciclagem. A região Sul, Sudeste e Centro-Oeste do Brasil são as regiões com maior índice de cobertura da coleta de RSU, respectivamente com 95, 98 e 92% (ABRELPE, 2018). No entanto, como mostra a Tabela 04, somente oito estados brasileiros possuem aproveitamento de biogás.



**Figura 6** – Matriz energética brasileira  
 Fonte: (ANEEL, 2019b)

Estado	Capitais	Tratamento	Disposição final	Tem cooperativa de Reciclagem	Tem aproveitamento de Biogás na Capital	Tem aproveitamento de Biogás no Estado
NORTE	Belém	Reciclagem, Coleta seletiva	Utiliza o aterro sanitário de Marituba (da empresa Guamá Resíduos sólidos)	Sim	Não	Não
	Manaus	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Aterro de Manaus			
	Boa Vista	Coleta seletiva, reciclagem	Lixões - apenas a cidade de Bonfim possui aterro sanitário			
	Macapá	Coleta seletiva, reciclagem	Aterro sanitário de Macapá			
	Palmas	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Aterro Sanitário de Palmas			
	Porto Velho	Coleta seletiva, reciclagem	Lixões - Aterro sanitário somente nas cidades de Ariquemes; Cacoal e em Vilhena			
	Rio Branco	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Unidade de Tratamento e Disposição Final de Resíduos Sólidos (UTRE)			
NOR-DESTE	São Luís	Coleta seletiva, reciclagem	Central de Tratamento de Resíduos Titara (municípios de Rosário)	Sim	Não	Não
	Teresina	Coleta seletiva, reciclagem	Aterro de Teresina	Sim	Não	

	Fortaleza	Coleta seletiva, reciclagem	Aterro Sanitário Municipal Oeste de Caucaia (Asmoc)	Sim	Não	Não
	Natal	Coleta seletiva, reciclagem	Estação de Transferência de Resíduos Sólidos Urbanos – ETRSU, localizada junto a área das cooperativas de catadores de materiais recicláveis de Natal	Sim	Não	
	Recife	Coleta seletiva, reciclagem	Aterro da Muribeca (localizado no município de Jaboatão dos Guararapes)	Sim		
	João Pessoa	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Aterro Sanitário da Região Metropolitana	Sim	Sim	
	Aracaju	Coleta seletiva, reciclagem	Lixões e CPSBRS - Consórcio Público de Saneamento Básico e Resíduos Sólido	Sim	Não	
	Maceió	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Aterro sanitário de Maceió	Sim	Não	
	Salvador	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Aterro Metropolitano Centro e Aterro controlado de Canabrava	Sim	Sim	Sim
CENTRO-OESTE	Brasília	Reciclagem, compostagem, coleta seletiva e usinas de tratamento de lixo	Aterro do Jóquei	Sim	Não	Não
SUDESTE	Belo Horizonte	Reciclagem, compostagem, coleta seletiva	Aterro - Centro de Tratamento em Resíduos Macaúbas em Sabará	Sim	Sim	Sim
	São Paulo	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Aterros privados Centro de Disposição de Resíduos - CDR Pedreira (Estre Ambiental) e a Central de Tratamento de Resíduos - CTR Caieiras (Essencis),	Sim	Sim	
	Rio de Janeiro	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Sanitário Gericinó e Aterro Sanitário Seropédica	Sim	Não	
	Vitória	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Aterro Sanitário de Cariacica	Sim	Não	Não
SUL	Curitiba	Coleta seletiva, Reciclagem	Aterro - Centro de Gerenciamento de Resíduos Iguazu em Fazenda Rio Grande	Sim	Não	Não
	Florianópolis	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Aterro na cidade de Biguaçu			
	Porto Alegre	Coleta seletiva, reciclagem e compostagem	Aterro - Central de Resíduos Recreio			

**Tabela 4** – Gestão de resíduos sólidos nas capitais brasileiras  
**Fonte:** Elaborado pelos autores baseados em dados da (ABRELPE, 2018).

A biogás para geração de energia elétrica, pode ser utilizada de diferentes maneiras. (HOOGWIJK et al., 2003), classificam bioenergia em resíduos:

- primários - aqueles produzidos na agricultura e silvicultura;
- secundários - os resíduos gerados durante o processo produtivo, indústrias de alimentos, bebidas, papéis e etc.;

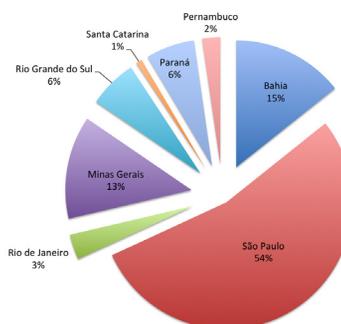
• terciários – por meio de resíduos resultantes dos pós-uso dos resíduos secundários e correspondem a fração orgânica dos resíduos sólidos urbanos.

Os resíduos sólidos urbanos representam na matriz energética brasileira 137.735 KW de potência total provenientes de 21 usinas. A Tabela 05, apresenta as usinas de geração de energia com resíduos sólidos urbanos em operação no Brasil.

Usina	Data operação	Potência total (KW)	Proprietário	Município/UF
Energ-Biog	18-12-2002	0.030	Biomass Users Network do Brasil	Barueri – SP
São João Biogás	27-03-2008	21.560	São João Energia Ambiental S.A	São Paulo – SP
Asja BH	01-08-2008	1.424	Consortio Horizonte Asja	Belo Horizonte -MG
Arrudas	16-12-2009	2.400	Companhia de Saneamento de Minas Gerais	Belo Horizonte -MG
Salvador	22-12-2010	19.730	Termoverde Salvador S.A	Salvador - BA
Ambient	14-03-2011	1.500	Ambient Serviços Ambientais de Ribeirão Preto S.A	Ribeirão Preto - SP
Uberlândia	01-12-2011	2.852	Energias Geração de Energia Ltda	Uberlândia-MG
Itajaí Biogás	01-02-2013	1.065	Itajaí Biogás e Energia S.A.	Itajaí –SC
Centro Tec. Usinaverde	06-05-2013	0.440	Usinaverde S.A.	Rio de Janeiro - RJ
CTR Juiz de Fora	01-08-2013	4.278	Valorgas - Energia e Biogas LTDA	Juiz de Fora - MG
Guatapar	29-08-2014	5.704	Guatapar Energia S.A.	Guatapar – SP
Bandeirantes	03-11-2014	4.624	Biogas Energia Ambiental S.A	São Paulo – SP
Biotérmica Recreio	24-06-2015	8.556	Biotérmica Energia S.A	Minas do Leão - RS
Tecipar	30-10-2015	4.278	Tecipar Engenharia e Meio Ambiente LTDA	Santana de Parnaíba - SP
Termoverde Caieiras	15-07-2016	29.547	Termoverde Caieiras Ltda	Caieiras - SP
Asja Sabará	30-06-2017	7.130	ASJA Sabara Serviços Para O Meio Ambiente S/A	Sabará - MG
Tremembé	15-05-2018	4.278	SPE Tremembe Energia Ltda	Tremembé - SP
PCT Barueri Biogás	-	2.601	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo	Carapicuíba - SP
Novagerar	-	4.000	Novagerar Eco-Energia Ltda	Nova Iguaçu - RJ
Asja João Pessoa	-	3.180	ASJA Paraíba Serviços Ambientais Spe Ltda	João Pessoa - PB
<b>Total</b>		<b>137.733</b>		

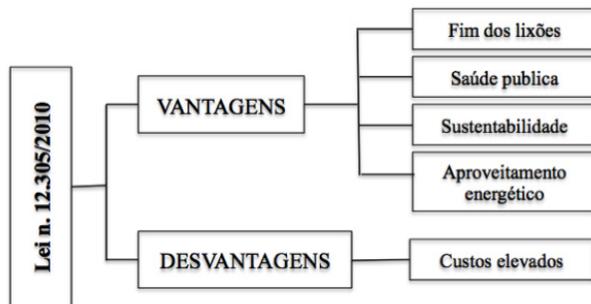
**Tabela 5** – Usinas de geração de energia com resíduos sólidos urbanos em operação no Brasil  
**Fonte:** Adaptado de (ANEEL, 2019c).

Note que São Paulo é o estado que tem o maior número de usinas de biogás de resíduos sólidos urbanos instalada, contabilizando 9 usinas com 74.122 KW de potência fiscalizada, seguida pelo estado Bahia e Minas Gerais com respectivas 9 usinas e 19.730 KW de potência fiscalizada e 5 usinas com 18.085 KW de potência fiscalizada, como mostra a Figura 07.



**Figura 7** – Usinas de Biogás de Resíduos Sólidos Urbanos instaladas por Estado.  
**Fonte:** (ANEEL, 2019c).

A Lei nº 12.305/10 que instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos, procura organizar a forma com que o país lida com o lixo e exige dos setores públicos e privados transparência no gerenciamento de seus resíduos. Alguns dos objetivos da PNRS é o incentivo ao desenvolvimento de sistemas de gestão ambiental e empresarial voltados para a melhoria dos processos produtivos e ao reaproveitamento dos resíduos sólidos, incluindo a recuperação e o aproveitamento energético. A Figura 08, apresenta algumas considerações em relação a implementação da PNRS.



**Figura 8** – Considerações sobre a implantação da PNRS  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

O PNRS, tem informações importantes para permitir o avanço necessário no enfrentamento dos principais problemas ambientais, sociais e econômicos decorrentes do manejo inadequado dos resíduos sólidos, possui instruções para estimular na população consumidora, bem como nas empresas, uma diminuição do consumo de matérias-primas e uma consciência mais sustentável. Verificou-se também, medidas seguras e padronizadas dentro do processo de recolhimento e reciclagem de lixo, não havendo necessidade da presença de pessoas nos lixões, reduzindo o risco de contaminações.

Estimulados pelo PNRS, alguns estados brasileiros criaram suas políticas independentes. Os respectivos plano estadual de resíduos sólidos e as datas da publicação são apresentados no Tabela 6.

Região	Estado	Plano Estadual de Resíduos Sólidos	ANO
NORTE	Acre	PEGIRS/AC	2012
NORDESTE	Rio Grande do Norte	PEGIRS/RN	2012
	Pernambuco	PERS/PE	2012
	Maranhão	PEGRS/MA	2012

CENTRO-OESTE	Goiás	PERS/GO	2017
SUDESTE	Rio de Janeiro	PERS/RJ	2013
	São Paulo	PERS/SP	2014
SUL	Santa Catarina	PERS/SC	2014
	Rio Grande do Sul	PERS/RS	2014
	Paraná	PEGIRSU/PR	2013

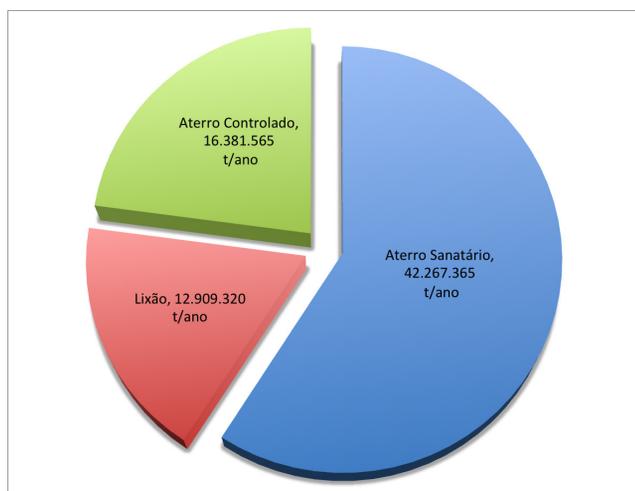
**Tabela 6** – Políticas Estaduais de Resíduos Sólidos.  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

Os estados que não estão classificados na Tabela 05, não possuem política estadual de resíduos sólidos. A Política Estadual de Resíduos Sólidos de São Paulo - PERS/SP, é anterior à PNRS nacional, tendo sido instituída pela Lei Estadual n. 12.300, de 16 de março de 2006, e regulamentada pelo Decreto Estadual n. 54.645 de 5 agosto de 2009, a partir de um processo que se iniciou em 1998. O processo de validação do documento pela sociedade foi feito por consultas e audiências públicas em 2014 (PERS/SP, 2014). Na Tabela 7, é apresentada a quantidade de municípios por estados brasileiros com algum tipo de disposição final de resíduos sólidos adotada.

Disposição Final	Total Brasil 2017	Regiões Brasileiras				
		Norte	Nordeste	Centro Oeste	Sudeste	Sul
Aterro Sanitário	2.218	90	449	159	817	703
Aterro Controlado	1.742	108	484	159	634	357
Lixão	1.610	252	861	149	217	131
Brasil	5.570	450	1.794	467	1.668	1.191

**Tabela 7** – Panorama da quantidade de municípios por tipo de disposição final de resíduos sólidos.  
 Fonte: Adaptado da (ABRELPE, 2018).

Observa-se na Tabela 7, que o Nordeste é a região com maior número de municípios com disposição final de resíduos sólidos, seguido pela região Sudestes com 1.668 municípios e pelo Sul com 1.191. No entanto, note que no Nordeste, em 861 municípios o destino dos resíduos são os lixões (destinos inadequados), já no Sudeste e Sul do país, 817 e 703 municípios respectivamente o destino dos resíduos são os Aterros Sanitários. A disposição final dos resíduos sólidos urbanos no Brasil é apresentada na Figura 09.



**Figura 9** – Disposição final dos resíduos sólidos urbanos coletados no Brasil.  
 Fonte: (ABRELPE, 2018).

Note que mais de 29 mil toneladas por ano de resíduos sólidos tem como disposição final lixões e aterros controlados, representando destino final inadequado.

Um importante instrumento que poderia diminuir os resíduos depositados em locais inadequados é o Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR). O SIBR é a união de diversas bolsas de resíduos existentes no Brasil em um único sistema virtual. O Sistema Integrado é patrocinado pela Confederação Nacional da Indústria (CNI) que tem como meta a viabilidade do instrumento em escala regional e a sua expansão para outros estados do país. A bolsa de resíduos, tem como objetivo a negociação de resíduos entre indústrias, por meio de compra, venda, troca ou doação, visando agregar valores aos resíduos transformando-os em matéria-prima ou insumo na fabricação de produtos. Empresas instaladas no país ou de outros países, podem participar do programa bolsa de resíduos,

desde que possua representante autorizado (SIBR, 2018). Na Tabela 8 é apresentado algumas bolsas de resíduos em funcionamento no Brasil.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo demonstrou que a geração de energia a partir de resíduos sólidos urbanos vem desempenhando-se como uma alternativa viável, ao desenvolvimento sustentável por meio de iniciativas tecnológicas de alguns estados brasileiros. Com uma prática adequada para o tratamento dos resíduos sólidos urbanos, todos os estados poderiam aproveitar este recurso em abundância para gerar eletricidade, além de reaproveitar materiais e viabilizar a criação de emprego, renda e inclusão social. As ações desenvolvidas na gestão de resíduos sólidos urbanos nos municípios e pelos estados, colocam os mesmos em evidência, servindo como referência para outros municípios. Foi possível observar que grande parte dos estados brasileiros possuem como destinação final dos resíduos sólidos urbanos o aterro sanitário, além de possuírem coleta seletiva e cooperativas de reciclagem. Também foi possível observar que em muitos municípios e capitais, o aproveitamento energético dos resíduos sólidos é uma realidade. A implantação de aterros sanitários adequados, estações de triagem, coleta seletiva, incineradores, e incentivos governamentais para todos os estados, incentivariam a iniciativa pública e privada a investir em projetos para o desenvolvimento dessa fonte. O desenvolvimento energético dos resíduos sólidos urbanos podem trazer inúmeros benefícios aos estados e a população em geral como, geração de emprego, substituição de combustíveis fósseis, mitigação de gases que provocam as mudanças climáticas, adequado sistema sanitário e o uso de transferência de tecnologia.

Bolsa de Resíduos	Empresas cadastradas	Início de atividade	Estado	Endereço eletrônico
SIBR - Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos (SIBR, 2018)	7.234	-	Confederação Nacional da Indústria (CNI) e das Federações das Indústrias da BAHIA, GOIÁS, MINAS GERAIS, PARÁ, PARANÁ, PERNAMBUCO E SERGIPE.	<a href="http://www.sibr.com.br/sibr/index_bolsa.jsp">http://www.sibr.com.br/sibr/index_bolsa.jsp</a>
BRFIESC - Bolsa de Resíduos do Sistema FIESC (BRFIESC, 2018)	2.107	2004	Bolsa de Resíduos do Sistema FIESC, Santa Catarina	<a href="http://brfiesc.com.br/bolsa-de-residuos/o-que-e-a-brfiesc">http://brfiesc.com.br/bolsa-de-residuos/o-que-e-a-brfiesc</a>
FIRJAN – Bolsa de Resíduos (FIRJAN, 2018)	-	-	Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro	<a href="https://bolsaderesiduos.firjan.com.br">https://bolsaderesiduos.firjan.com.br</a>
FIESP - Bolsa de Resíduos, Negócio e Meio Ambiente (FIESP, 2018)	-	2002	Federação das Indústrias do Estado de São Paulo, São Paulo	<a href="https://apps.fiesp.com.br/bolsa/index2.asp">https://apps.fiesp.com.br/bolsa/index2.asp</a>

FIEMS – Bolsa de Resíduos (FIEMS, 2019)	-	-	Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso do Sul	<a href="http://www2.fiems.com.br/bolsaderesiduos">http://www2.fiems.com.br/bolsaderesiduos</a>
FIERGS - Bolsa de Resíduos (FIERGS, 2018)	-	2017	Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul	<a href="https://www.fiergs.org.br/pt-br/tags/bolsa-de-recicláveis">https://www.fiergs.org.br/pt-br/tags/bolsa-de-recicláveis</a>
FIEC – Bolsa de Resíduos e Negócios (FIEC, 2018)	-	2001	Mantido pelo Instituto Euvaldo Lodi - Ceará (IEL/CE)	<a href="http://www.sfiec.org.br/bolsaresiduos">http://www.sfiec.org.br/bolsaresiduos</a>
FIEMG – Bolsa de Resíduos	-	-	Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais – FIEMG	<a href="http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=9&amp;pagina=uso.jsp">http://www.sibr.com.br/sibr/portal.jsp?id=9&amp;pagina=uso.jsp</a>
FIES - Bolsa de Resíduos da Federação das Indústrias do Estado de Sergipe	-	-	Bolsa de Resíduos da Federação das Indústrias do Estado de Sergipe	Utiliza o endereço da SIBR <a href="http://www.sibr.com.br/sibr/index_cni.jsp">http://www.sibr.com.br/sibr/index_cni.jsp</a> , no entanto A Federação das Indústrias do Estado de Sergipe manterá um canal de relacionamento direto com os participantes da Bolsa de Resíduos através do e-mail: <a href="mailto:bolsaderesiduos@fies.org.br">bolsaderesiduos@fies.org.br</a>

**Tabela 8** – Bolsas de Resíduos  
**Fonte:** Elaborado pelos autores.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina (PPGEP/UFSC) pelo financiamento e apoio no desenvolvimento desta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ABNT, N. (2004). 10004: *Resíduos sólidos—Classificação. Associação Brasileira de Normas Técnicas*, 71.

ABRELPE. (2011). *Recuperação energética – Transformando lixo em energia: ABRELPE e PLASTIVIDA – Instituto Sócio-Ambiental dos Plásticos*, São Paulo, Brasil.

ABRELPE. (2018). *Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil 2017: Abrelpe São Paulo*, Brasil.

AGHAEI Chadegani, A., SALEHI, H., YUNUS, M., FARHADI, H., FOOLADI, M., FARHADI, M., & ALE Ebrahim, N. (2013). A comparison between two main academic literature collections: Web of Science and Scopus databases. *Asian Social Science*, 9(5), 18-26.

ANEEL. (2019a). *Capacidade de Geração do Brasil*. Banco de Informações da Geração. <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>.

ANEEL. (2019b). *Matriz de Energia Elétrica*. Banco de Informações da Geração. <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>.

ANEEL. (2019c). *Usinas do Tipo Biomassa em Operação*. <http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoGeracaoTipo.asp>.

BRASIL. (2010). 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*.

BRFIESC. (2018). *Bolsa de Resíduos da FIESC*. Florianópolis - SC - Brasil. Disponível em: < <http://brfiesc.com.br> >.

CAMPOS, A. L. G., MELLO Filho, F. S., & CARVALHO, L. S. L. d. S. (2015). *Política nacional e gestão municipal de resíduos sólido*. FGV Projetos. ISBN 978-85-64878-28-0. Retrieved from

- FIEC. (2018). Bolsa de Resíduos e Negócio. Federação das Indústrias do Estado do Ceará. Disponível em: <<http://www.sfiec.org.br/bolsaresiduos>>.
- FIEMS. (2019). Bolsa de Resíduos. Federação das Indústrias do Estado de Mato Grosso do Sul. Disponível em: <<http://www2.fiems.com.br/bolsaderesiduos>>.
- FIERGS. (2018). Bolsas de Resíduos abrangem federações. Federação das Indústrias do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://www.fiergs.org.br/pt-br/tags/bolsa-de-recicl%C3%A1veis>>.
- FIESP. (2018). Bolsa de Resíduos, Negócios e Meio Ambiente. Disponível em: <<https://apps.fiesp.com.br/bolsa/index2.asp>>.
- FIRJAN. (2018). Bolsa de Resíduos, Bons Negócios para a Indústria. Disponível em: <<https://bolsaderesiduos.firjan.com.br>>.
- GOMES, F. (2010). *Biometanização seca de RSU—Estado da arte e análise crítica das principais tecnologias*. Dissertação (Mestrado)—Universidade Federal de Ouro Preto.
- HOOGWIJK, M., FAAIJ, A., VANDEN BROEK, R., BERNDEN, G., GIELEN, D., & TURKENBURG, W. (2003). Exploration of the ranges of the global potential of biomass for energy. *Biomass and bioenergy*, 25(2), 119-133.
- MILARÉ, É. (2011). *Direito do ambiente: a gestão ambiental em foco. rev., atual. e reform. São Paulo: Editora Revista dos Tribunais*.
- MURARA. (2016). Biomassa contida nos resíduos sólidos urbanos. *Assessoria Industrial e Florestal*.
- OKOT-OKUMU, J., & NYENJE, R. (2011). Municipal solid waste management under decentralisation in Uganda. *Habitat International*, 35(4), 537-543.
- PERS/SP. (2014). Plano de resíduos sólidos do Estado de São Paulo. Secretária de Estado do Meio Ambiente. 1 edição. *São Paulo: Ministério do Meio Ambiente*.
- REN21. (2017). *Renewables Global Futures Report: Great Debates towards 100% Renewable Energy*. Paris: REN21 Secretariat. ISBN 978-3-9818107-4-5.
- RIBEIRO, A. (2016). População do Brasil. Brasil Escola. Disponível em <<https://www.infoescola.com/demografia/populacao-do-brasil/>>. Acessado em 05 de fevereiro de 2018., 14, 12.
- ROCHA, D. L. (2012). Uma análise da coleta seletiva em Teixeira de Freitas—Bahia. *Caminhos de Geografia*, 13(44).
- SIBR. (2018). Sistema Integrado de Bolsa de Resíduos. Disponível em: <[http://www.sibr.com.br/sibr/index\\_cni.jsp](http://www.sibr.com.br/sibr/index_cni.jsp)>.
- WORLDMETERS. (2019). World Population. Disponível em: <<http://www.worldometers.info/>>. Acessado em Fevereiro de 2019.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1640-8935>

**ANNY KEY DE SOUZA MENDONÇA, Dra.** | Universidade Federal de Santa Catarina | Programa de Pós Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis-SC, Brasil. | Correspondência para: Departamento de Engenharia de Produção - PPGEP, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, CEP 88010-970, Florianópolis-SC, Brasil. | E-mail: [annykeysmendonca@gmail.com](mailto:annykeysmendonca@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3468-7536>

**ANTONIO CEZAR BORNIA, Dr.** | Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Florianópolis-SC, Brasil. | Correspondência para: Departamento de Engenharia de Produção - PPGEP, Universidade Federal de Santa Catarina, Campus Universitário, CEP 88010-970, Florianópolis-SC, Brasil. | E-mail: [cezar.bornia@gmail.com](mailto:cezar.bornia@gmail.com)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

MENDONÇA, Anny Key de Souza; BORNIA, Antonio Cezar. Aproveitamento Energético dos Resíduos Sólidos Urbanos: Análise das Políticas Públicas. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 109-122, jun. 2019.** ISSN 24473073.. Disponível em: <<http://www.nexus.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.109-122>.

**DATA DE ENVIO:** 15/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 16/04/2019

---

# DESIGN & 'VIR-A-SER': ABORDAGENS PARTICIPATIVAS EM CONTEXTOS URBANO-SOCIAIS

*DESIGN & 'THE BECOMING': PARTICIPATORY APPROACHES IN URBAN-SOCIAL CONTEXTS*

---

**MARLI TERESINHA EVERLING, Dra.** | UNIVILLE

**AMANDA GODGIG** | UNIVILLE

**AMANDA SOUZA** | UNIVILLE

**BEATRIZ AZEVEDO** | UNIVILLE

**CAMILA MUNHOZ** | UNIVILLE

## RESUMO

O escopo do projeto Ethos aborda questões relacionadas ao Design e relações de uso para além do contexto indústria/serviços. A capacitação de recursos humanos para o design e relações de uso (e processos participativos), bem como, para atuação nos contextos urbano e social é um dos compromissos do projeto. O artigo discute caminhos possíveis conectados com os projetos de conclusão de curso para efetivar este compromisso. A metodologia abrange contextualização, revisão de documentos e publicações produzidos pela equipe do Ethos, autores que fundamentam as escolhas associadas a proposta; estas informações são discutidas a luz do relato de dois trabalhos de conclusão para exemplificar dinâmicas, abordagens e resultados alcançados.

123

## PALAVRAS CHAVE

Design e abordagens participativas; contexto urbano; contexto social.

## ABSTRACT

*Ethos project scope addresses issues related to Design and usage relationships beyond the industry/service context. One of the project commitments is the guidance of human resources for design and user relationship (and participatory processes); other one is lend a hand in urban and social contexts. In this paper the focus is to discuss possible paths (to achieve this commitment) connected with finishing course projects. The methodology covers knowing the fundamentals, reviewing documents and papers produced by Ethos team, and discuss authors whose choices are associated with the proposal; this information is examined in light of two works to exemplify the dynamics, approaches and achieve results.*

## KEY WORDS

*Design and participatory approaches; urban context; social context.*



## 1. INTRODUÇÃO

O projeto [ETHOS] Design e Relações de Uso fomentam ações e pesquisas técnico-científicas orientadas para esta temática, respondendo a desafios oriundos de setores sociais, públicos e indústria/serviços.

Vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade da Região de Joinville (PPGDesign/Univille), dentre suas ações destacam-se: (i) a assessoria ao Instituto Caranguejo de Educação Ambiental (cuja missão é a educação ambiental em escolas e comunidades); (ii) assessoria aos projetos SempreViva e AmaViva (direcionados para capacitação de mulheres para geração de trabalho e renda) associados ao Projeto SIMBOL (analisa o campo do design pelo viés da antropologia cultural); (iii) atuação conjunta com o Projeto IRIS (que investiga a imagem como sistema para o desenvolvimento de artefatos no campo do design) na proposta Homero 3D (que situa pessoas cegas no centro do processo de design); (iv) articulação com os projetos Re-CRIAR (considera o design no campo da sustentabilidade) e DeSus (examina o design em relação a sustentabilidade, e suas dimensões, e, a inovação social) com os quais mantém o Grupo de Estudos LECid-Laboratório de Estudos em Design Cidade, registrado no CNPq).

Apesar do compromisso da proposta com o Programa de Pós-Graduação em Design da Universidade da Região de Joinville (PPGDesign/Univille), neste artigo a discussão é restrita a capacitação de recursos humanos (no âmbito da graduação) para o design, processos participativos e relações de uso considerando desafios dos contextos urbanos e social, contribuindo, assim, com a viabilização dos objetivos do projeto Ethos, do LECid e do PPGDesign/Univille para a transferência do conhecimento gerado no Programa para a graduação.

A dimensão urbano e social, conforme abordado neste relato, compreende a cidade como cenário no qual ocorrem as atividades coletivas humanas, bem como, espaço social e coletivo dos seus moradores, situando antes de tudo, a dimensão humana, os relacionamentos e dinâmicas interpessoais estabelecidas neste cenário. A discussão privilegia ações possíveis, visando a melhoria dos espaços públicos compreendendo que a cidade, assim como o comportamento das pessoas e as relações de uso estabelecidas com este contexto, está em constante mutação. Em termos de atuação de pesquisa, o designer situa-se como agente e mediador de transformação, facilitando o fluxo criativo por meio de suas habilidades e competências.

A metodologia foi estabelecida em tópico específico; optou-se por esta estrutura em virtude da necessidade de situar, antes, o que se concebe como design e relações de uso no domínio da proposta, bem como, aprofundar o significado de contexto urbano e social, e a relevância de capacitar recursos humanos para esta temática no âmbito da graduação em Design. A partir desta contextualização são apresentados os procedimentos metodológicos e passa-se a relatar dois estudos de caso para exemplificar a condução das atividades

## 2. CONTEXTUALIZAÇÃO: DESIGN E RELAÇÕES DE USO NA ESFERA DO PROJETO ETHOS

Artigos publicados entre 2016 e 2018, abordam o escopo, objetivos, histórico e realizações dos Projeto Ethos (até o final de 2016, denominado projeto Urbe). Revisando estas publicações, pode-se sintetizar que a proposta nasceu com a criação do PPGDesign/Univille visando a produção de conhecimento acerca do comportamento do usuário; propunha também a análise de atividades (circulação, educação, recreação, trabalho e habitação) no contexto urbano de Joinville como recurso para produção de informações de suporte ao design prospectivo de produtos e serviços.

Em 2017, após quatro anos de atuação, a proposta foi atualizada, situando 'Design & Relações de Uso' como escopo principal para abordagem técnico-científica com ênfase nos cenários indústria/serviços, urbano, social e educacional. A sigla do projeto também foi alterada de 'Urbe' para 'Ethos' no intuito de comunicar que, para além de centrar as abordagens de design em pessoas, é preciso canalizá-las para a manutenção da vida, sem perder a perspectiva que a realidade humana é construto histórico e social constituído a partir da teia de relações coletivas dos seres nos meios em que nascem e vivem; o objetivo foi redirecionado para ações e pesquisas técnico-científicas orientadas para o design e relações de uso respondendo a desafios oriundos dos múltiplos cenários associados (EVERLING, 2016).

A concepção de 'Design' que orienta a atuação do projeto Ethos está alinhada com a definição proposta pela Organização Mundial do Design (World Design Organization - WDO); segundo a organização o design é um processo orientado para a inovação, a qualificação do cotidiano por meio de produtos, sistemas, serviços e experiências preenchendo a lacuna entre 'o que é' e o 'que é possível'; em sua essência a definição é propositiva

e está orientada para a resignificação de problemas como oportunidades; nesta abordagem designers situam o humano no centro do processo e consideram o impacto (econômico, social e ambiental) da sua atuação visando contribuir com a cocriação de melhores condições para a qualidade de vida; de acordo com a organização, o design (em virtude de suas ferramentas e códigos desenhísticos) deve ser catalizador da criação de um mundo melhor para todos (WDO, 2016, web).



**Figura 1:** Essências design - World Design Organization  
**Fonte:** adaptado de World Design Organization (WEB)

Já os conteúdos associados a 'Relações de Uso', incluem a alteridade para compreensão da interação usuário-objeto-ambiente com ênfase na dimensão humana (física, cognitiva, mental, espiritual) considerando conhecimentos associados a experiência, comportamento, usabilidade, percepção, informação, níveis de usos (prescrito e real) abrangendo abordagens do novo design (como design centrado no usuário, design centrado no humano, design participativo, co-design), bem como conceitos clássicos oriundos da ergonomia e do ergodesign entre outros (EVERLING, 2018).

Esta estruturação não é aleatória e está conectada com a área de concentração do PPGDesign/Univille descrita como 'Design e Sustentabilidade' que requer contínuo alinhamento com o paradigma sistêmico de conhecimento.

A figura 2 evidencia conexões e afinidades entre o modo de conhecer próprio da área do design (designerly ways of knowing, nas palavras de Nigel Cross) e o paradigma sistêmico de conhecimento. Enquanto o paradigma sistêmico considera a intuição, horizontalidade, síntese, não linearidade e colaboração, o design com seu códigos (gráficos, imagens, diagramas, esboços), valores e métodos, acolhe e viabiliza os princípios, valores e pensamentos sistêmicos, além de contribuir como ferramenta de expressão e expansão do pensamento (por meio do desenho) para analisar problemas complexos e mediar equipes multidisciplinares suprimindo a lacuna entre 'o que é' e 'o que pode ser'.

Paradigma Sistêmico	Modo de Conhecer/Design
Metáfora	Fenômeno de Estudo
Teia, rede	O mundo artificial
Pensamento	Habilidade
Integrativo	Formação de padrões
Intuitivo	Cognição e expressão
Sintético	Síntese
Holístico	Modelação
Não linear	Desenhos
Valores	Valores
Integração	Adequação
Conservação	Viabilidade
Cooperação	Engenhosidade.
Parceria	Empatia.
Qualidade	
Princípios	Métodos
Todo + que partes	modelagem
Conexão + colaboração	Geração de formas/padrões
Descentralização	Síntese
Horizontalidade	
Não linearidade	

**Figura 2:** Paradigma sistêmico do conhecimento e design.  
**Fonte:** Cross (2004), Capra e Pier (2014)

## 2.1 A Relevância do Contexto Urbano

Ao discutir a relevância do contexto urbano no âmbito do PPGDesign/Univille por meio do artigo 'A educação e seu papel mobilizador para o design orientado à qualificação do cenário urbano como espaço de convivência' (EVERLING et al. 2014) evidenciou-se como premissa: a qualificação do espaço urbano é interdisciplinar, complexa, bem como, envolve corresponsabilidade, colaboração, planejamento e equilíbrio entre tecnologia e valores sociais. Inaê (citado no referido artigo) compreende a cidade para além do fato arquitetônico ou geográfico e a situa como um fenômeno social, produto/produtora das atividades coletivas humanas. Em sua concepção, a cidade (mais do que um conjunto das edificações e vias) é lar para seus moradores e espaço social específico no mundo, abrigando dinâmicas e percursos individuais, bem como os menores núcleos da vivência social. Esta compreensão está muito próxima da abordagem de Jane Jacobs (publicado em 1961) e Jan Gehl (publicado em 2010) que contribuíram com o reposicionamento da dimensão humana no planejamento dos espaços públicos e urbanos, deslocando a ênfase de projetos urbanos da funcionalidade da máquina para relacionamentos e dinâmicas interpessoais e de uso. Entre as orientações da proposta, está a ênfase em ações possíveis e locais, apoiadas no engajamento dos cidadãos, visando contribuir com melhoria dos espaços públicos e de entorno em que vivem e atuam as pessoas.

A inclusão do espaço público urbano decorre do entendimento que deve ser um espaço democrático, acessível, inclusivo, favorecendo a sua ocupação e consequentemente a sua segurança.

## 2.2. A Relevância do Contexto Social

Nos últimos anos, o Design reorientou explicitamente suas possibilidades para além do cenário industrial e corporativo e soltou sua ênfase de artefatos concretos; hoje organizações como a WDO consideram que o design de sistemas sociais e a solução de problemas complexos (que nem sempre envolvem produtos tangíveis) também devem fazer parte do escopo (EVERLING, et al. 2018).

Ganske (2015), ao revisar Manzini (2008 e 2014), Lee (2012), Sanders (2002 e 2008) Sanders e Stappers (2008) apontou como características do design para uma mundo em transformação: responder a desafios sociais reais, em uma perspectiva sistêmica e atenta a complexidade e experiência vivenciada; ênfase no cuidado, a colaboração e o compartilhamento em soluções criadas coletivamente; valorização de soluções simples, mas efetivas, atendendo a atividades que incluem trabalho, estudo, espaços públicos entre outros; considerar designers como agentes de inovação social (contribuindo com seu conhecimento, sensibilidade, técnica, criatividade) facilitando e medianando o fluxo criativo (GANSKE, 2015).

No âmbito do projeto Ethos consolidou-se a opção de atuar com o engajamento-comprometimento das pessoas-usuários explorando processos participativos que consideram o participante como especialista da sua necessidade e se orientam para solução de problemas considerando, inclusive, aspirações e o universo subjetivo das pessoas-participantes-usuárias (EVERLING, 2018 e EVERLING et al., 2018).

## 3. CAPACITAÇÃO DE RECURSOS HUMANOS NO ÂMBITO DA GRADUAÇÃO EM DESIGN

Em palestra ministrada no 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design, realizado em 2014, Ezio Manzini evidencia a relevância da participação dos designers no delineamento de um novo modelo mental menos baseado na posse e, mais conectado com o uso de espaços públicos qualificados, com sistemas de encontro e convivência, bem como no compartilhamento de bens e serviços.

Associando esta percepção aos objetivos deste artigo (abordar a capacitação de recursos humanos para atuar com design e relações nos cenários urbano e social, contribuindo com a transferência do conhecimento gerado

no PPGDesign/Univille), considera-se que a graduação em design é momento propício para sensibilizar acerca da relevância do design como agente de transição e transformação da realidade 'como ela é', para algo mais próximo com 'o que pode vir-a-ser' em uma perspectiva centrada na vida.

Mais do que isso, é momento oportuno para a compreensão do papel do designer como agente transformador e ativista e não apenas como profissional em preparação para inserção na cadeia de empregabilidade (e de continuidade) de um cenário que está posto. Nesta concepção, o papel do designer como mediador da criatividade coletiva ganha força. Sanders e Stappers (2008) defendem que em abordagens de Design Centrado no Usuário, Design Centrado no Humano e, de Cocriação, usuários e pessoas são especialistas da sua experiência e sua participação é fundamental, tanto na produção de informações, quanto em sessões generativas e conceitos e no processo de desenvolvimento; cabe ao designer dar suporte ao fluxo da criatividade (por meio de ferramentas de ideação, de expressão e síntese) com instrumentos preparados especificamente para mediar cada situação.

Os procedimentos metodológicos e os autores selecionados para fundamentar o aporte para as discussões relacionadas a abordagens e processos participativos, conectam com desafios relacionadas a 'Design', 'Contexto Urbano', 'Contexto Social' e 'capacitação de recursos humanos'.

## 4. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS: CONEXÃO COM DESIGN PARTICIPATIVO

Em virtude da teoria de fundamento do projeto Ethos, os autores principais explorados para o delineamento metodológico (conforme figura 3 e 4) foram Jung-Joo Lee (autora de Against the Method), Elizabeth Sanders (mantenedora da plataforma Make Tools), kiran Sethi (proponente do método educacional Design for Change) e o processo Human Centered Design/HCD (pela sua ênfase no ouvir e na adequação para projetos com pessoas, atendendo a critérios participativos).

Os únicos requisitos utilizados para orientar estudantes em processo de trabalho de conclusão de curso, em 2018, foram: (i) conexão entre as intenções de pesquisa do estudante e o escopo do projeto Ethos, e, (ii) que os projetos possibilitassem a experimentação de processos participativos.

O grupo foi composto por duas duplas de TCC, ambas compostas por estudantes de Design de Interiores; as temáticas das equipes consistiam em: desenvolvimento de



**(Against the method) Jung-Joo Lee:** Designer e autora de *Against the Method*, explora as possibilidades do Design Centrado no Humano, bem como, o Design Participativo e processos de Cocriação. Defende que desafios de design requerem o entendimento da subjetividade humana e de como se processa a experiência, e, que os processos cocriativos são mais adequados por permitirem maior participação dos usuários/pessoas.



**(Make Tools) Elizabeth Sanders:** antropóloga, contribui com a elaboração de instrumentos e ferramentas que facilitam o acesso à experiência dos usuários/pessoas. Defende que o design deve propor ferramentas que possibilitem a participação dos usuários e das pessoas no processo de design.

Figura 3: Jung-Joo Lee e Elizabeth Sanders

Fonte: Lee (web), Sanders (web).

abrigo temporário para moradores de rua (da autoria de Beatriz Azevedo e Camila Munhoz), e, desenvolvimento de ambiente para usuários e atendentes do Centro de Valorização a Vida de Joinville (da autoria de Amanda Souza e Amanda Godgig).

Durante o primeiro semestre de 2018 foram realizadas reuniões coletivas semanais visando a estruturação da proposta, indicação de leituras, refinamento da proposta para submissão ao comitê de ética e especialmente o desenho do percurso metodológico.

As atitudes de pesquisa estimuladas incluíam flexibilidade, escuta, sensibilidade e atenção para aspectos subjetivos percebidos nas práticas de pesquisa; outra atitude encorajada foi considerar a pesquisa como um processo de descoberta e não um processo burocrático (ou seja, orgânico e passível de mudanças, realinhamentos e reajustes a partir das descobertas efetuadas ao longo da



**(Design for Change) Kiran Sethi:** designer Indiana, propõe uma abordagem educacional apoiada no processo de design, adequando a linguagem e a utilização do método por pessoas comuns e leigos. Defende a orientação da educação para que o cidadão do futuro seja agente de transformação, efetuando a atuação que deseja em seu meio. Adequou quatro etapas dos processos de design para: sentir (compreensão da realidade), imaginar (explorar possibilidades e imaginar alternativas), fazer (propor/executar soluções) e compartilhar (a contrapartida do uso do método, disponível para o público, é compartilhar a experiência visando contagiar outras pessoas)



**Human Centered Design/Hear-Create-Deliver:** considera que pessoas são especialistas de sua realidade, das suas necessidades e sabem quais são as soluções mais adequados. O processo de design foi adequado para quatro passos: *Hear/ouvir* (fase de escuta de histórias e pesquisas de campo), *Create/criar* (etapa de seminários e oficinas visando interpretar as informações e traduzi-las em oportunidade, testando soluções provisórias configurando-as), *Deliver/implementar* (modelagem das soluções). O kit oferece ferramentas que apoiam o processo de mediação e de escuta das pessoas e das comunidades. Conta com a colaboração da IDEO e foi financiado pela fundação Bill & Melinda Gates para o desenvolvimento de projetos sociais.

Figura 4: Kiran Sethi e HCD (Hear/Create/Deliver)

Fonte: Sethi (Web), Ideo (Web)

jornada). Também se enfatizou a relevância da colaboração entre equipes por meio do compartilhamento de bibliografias, informações e outras descobertas que pudessem interessar aos colegas.



**Figura 5:** Essências do Projeto Ethos.  
**Fonte:** Everling (2018), Everling et al. (2018).

Nos meses de maio e junho de 2018, foi ofertado um workshop aos alunos da graduação em design interessados em aprofundar conhecimentos de pesquisa em design com ênfase nas abordagens participativas; este período foi escolhido porque os estudantes estavam nas etapas iniciais de suas pesquisas. O workshop foi conduzido por Mara Rubia Theis (membro da equipe, estudante de mestrado e professora do Instituto Tecnológico de Santa Catarina – Campus de Jaraguá). Esta atividade visava capacitar, sobretudo, para atividades de preparação e de condução de pesquisas participativas.

À medida que as propostas ficavam mais específicas e delineadas, as orientações passaram a ser individuais (por projeto) visando o melhor aproveitamento do tempo.

No segundo semestre foi oferecido mais um workshop de integração entre estudantes do PPGDesign e equipes de TCC da graduação utilizando processos participativos para levantar informações relevantes sobre vivência, ocupação, potencialidades e limites do uso cotidiano do espaço urbano; este workshop foi conduzida por Rafaela Rodrigues, membro do projeto Ethos, estudante do mestrado e atua na Secretaria do Planejamento Urbano e Desenvolvimento Sustentável).

Em virtude de conexões entre temáticas de pesquisa e contextos urbano e social, na sequência apresenta-se a estruturação dos dois projetos: 'abrigo Temporário para moradores de rua com ênfase na sustentabilidade' e 'projeto de interiores de um posto de atendimento do centro de valorização da vida com ênfase no design centrado no humano'.

## 5. PROJETO DE INTERIORES: ABRIGO TEMPORÁRIO PARA MORADORES DE RUA

A pergunta que orientou a pesquisa de Beatriz e Camila foi: Como o Design de interiores pode contribuir com um espaço que promova bem-estar as pessoas em situação de rua? As palavras-chave que declinaram a fundamentação teórica foram: 'moradores de ruas', 'design de interiores', 'design social' e 'sustentabilidade'.

Para facilitar o acompanhamento da discussão este tópico foi dividido em: estruturação da pesquisa, e, discussão dos resultados alcançados.

### 5.1. Estruturação da pesquisa

A estruturação da pesquisa considerou o levantamento teórico de assuntos relacionados a design, sustentabilidade, moradores de rua, inclusão social e espaços urbanos; a partir destas informações, posteriormente, ocorreu o desdobramento (e refinamento) metodológico.

#### Revisar literatura: Design e Sociedade

Temas	Autores mais relevantes
Design	Ana V. P. Y M. Pazmino
Sustentabilidade	Claudia Mourthé
Moradores de Rua	Donald Norman
Inclusão Social	Eduardo V. Rodrigues
Espaços Urbanos	Ezio Manzini Gabriela Z. A. Pizzato Gui Bonsiepe IPEA Jornal A Notícia Leonardo Palombini Rosana P. Machado Turma Da Sopa Victor Papanek

**Figura 6:** Autores mais relevantes para estruturação da Proposta.

**Fonte:** Azevedo e Munhoz (2018)

O delineamento metodológico deste TCC considerou um processo híbrido partindo da estrutura do Design for Change (Design para transformação por situar as pessoas como agentes de mudanças desejadas e pela conexão com o papel do design sugerido por Manzini) e Human Centered Design (Design Centrado no Humano – por visar inovações e soluções para o bem-estar de todas as pessoas). As macro-etapas foram delineadas como: 'sentir/ouvir', 'imaginar/criar' e 'fazer/implementar'. Na figura 7 destaca-se, sobretudo, a condução das etapas 'sentir/ouvir', em virtude da relevância para a discussão deste artigo: a capacitação de recursos humanos para o design e relações de uso.

<b>Etapa Sentir/Ouvir: Levantar Informações</b>
<b>Categorização dos grupos:</b> Moradores de rua Psicóloga
<b>Preparação:</b> Entrevistas individuais com os moradores de rua Entrevista com psicóloga pesquisadora do tema Instrumentos para observação
<b>Condução</b> Entrevistas individuais com os moradores de rua Entrevista com psicóloga pesquisadora Observações de comportamentos
<b>Etapa Sentir/Ouvir: Análises</b>
<b>Ferramentas:</b> Mapa de empatia para caracterizar cada categoria de entrevistado Infografias e modelos mentais para visibilizar o conteúdo e hierarquias de informações.

**Figura 7:** Delineamento Metodológico do TCC com ênfase nas etapas Sentir/Ouvir.  
**Fonte:** Azevedo e Munhoz (2018)

Na figura 8 estão elencadas as principais descobertas derivadas da síntese da etapa 'ouvir/sentir', bem como a abrangência das etapas 'imaginar/criar' e 'fazer/implementar'.

Com o conceito estabelecido contou-se com a parceria de estudante de arquitetura para o projeto arquitetônico; com este projeto pronto foi desenvolvida a proposta de interiores abrangendo sala de cursos e oficinas, sala de enfermagem, refeitório, sala de descompressão. O detalhamento incluiu a modelagem 3D e a planta baixa.

## 5.2. Discussão dos resultados alcançados

A pergunta de pesquisa 'Como o Design de interiores pode contribuir com um espaço que promova bem estar as pessoas em situação de rua?' conduziu ao conceito de 'lar sustentável', visando não apenas suprir as necessidades primárias ('abrigar', 'alimentar', 'curar', 'higiene pessoal' e 'limpeza de vestuário') mas também estimular o acesso à cultura, lazer, alimentação, saúde e ensino e cultivo de alimentos. Tal resposta só foi possível devido ao levantamento de informações relacionadas ao design e sustentabilidade (especialmente a sustentabilidade social e inclusão social), vivências, experiências e dados relacionados aos moradores de rua nos espaços urbanos, e, a disponibilidade em ouvir moradores de rua e profissionais como a psicóloga identificando necessidades relacionadas ao uso do abrigo (de diferentes de usuários) e aspectos relacionadas a saúde psíquica e social (identificados com a participação da psicóloga).

<b>Etapa 'Sentir/Ouvir': Sínteses</b>
<b>Necessidades dos moradores de rua identificadas em relação ao abrigo</b> Necessidade higiene Desafios: grosseria e desprezo
<b>Sugestões da Psicóloga</b> Segurança, Cultura, Esperança, Educação
<b>Aspectos relacionados ao Lay-out:</b> Distância adequada entre móveis Espaços amplos e arejados Espaço para aprendizado Espaço de cultura Espaço de atendimento médico Espaço externo de cultivo Espaço de descanso Espaço de manutenção do vestuário
<b>Aspectos relacionados a objetos:</b> Instrumentos musicais Instrumentos de pintura e artesanato Cama hospitalar Televisão
<b>Etapas 'Imaginar/Criar' e 'Fazer/Implementar': Abrangência</b>
Dos requerimentos de projeto, a conceituação, desenvolvimento e detalhamento.

**Figura 8:** Síntese da etapa 'sentir/ouvir' e abrangência das etapas 'imaginar/criar' e 'fazer/implementar'.  
**Fonte:** Azevedo e Munhoz (2018)

## 6. PROJETO DE INTERIORES: CENTRO DE VALORIZAÇÃO DA VIDA

Este trabalho teve como finalidade desenvolver soluções projetuais para que o espaço ocupado pelo Centro de Valorização Vida (CVV) de Joinville seja propício, funcional e agradável para os usuários e voluntários, proporcionando bem-estar, bem como possibilitar o retorno do atendimento presencial (cancelado em virtude da falta de voluntários). As palavras-chave que declinaram o levantamento de informações e conduzido por Amanda e Amanda foram: 'design social', 'valorização da vida', 'design centrado no humano'.

### 6.1. Estruturação da pesquisa

Preliminarmente foi realizada a caracterização do Centro de Valorização à Vida, tanto em termos de organização, bem como, sua atuação em Joinville. Com este entendimento foi possível redefinir o problema e a estrutura metodológica.

Fundamentação teórica: Design & Valorização Vida	
<b>Temas</b>	<b>Organizações</b>
O CVV	OMS (organização mundial da saúde)
O CVV em Joinville	Centro de valorização a vida NAVILLE (Núcleo de Apoio à Vida/ Joinville)
Design: & Sociedade & Serviços & Pessoas & Ambiente & Usabilidade & Participação	Ana V. P. Y M. Pazmino (2007) Victor & Sylvia Margolin (2004) Elizabeth Sanders (2013) Heliana Pacheco (1996) Agenda 2030 Ezio Manzini (2008), Sanders & Stappers (2008) Claudia Mont'Alvão (2008)

Figura 9: Autores mais relevantes para estruturação da Proposta.  
Fonte: Godgig e Souza (2018)

'Pré-Ouvir'	
Identificação do problema, Coleta de dados de conhecimentos preexistentes	
Etapa 'Ouvir': antes e durante	
<b>Categorização e escuta dos participantes:</b> (1) pessoas apresentando comportamentos desejáveis; (2) pessoas com comportamentos de vulnerabilidade; (3) pessoas que se movem entre as duas polaridades (4) voluntários do CVV (5) especialistas (profissionais da saúde) (6) público em geral: formulário online (7) Contatos informais equipe do CVV. (8) Visita Técnica ao espaço	<b>Instrumentos:</b> Entrevistas semiestruturadas Formulário online
<b>Participação em um dia de treinamento para novos voluntários</b>	<b>Instrumentos:</b> Escuta Vivenciar a experiência do voluntário
Etapa 'Ouvir' - Depois	
<b>Análise e síntese</b> Análise de dados e síntese das Informações obtidas com cada categoria de participantes	<b>Instrumentos:</b> Categorização das informações coletadas Infografias e mapas mentais

Figura 10: Delineamento Metodológico etapa 'ouvir'.  
Fonte: Godgig e Souza (2018)

O delineamento metodológico deste TCC partiu da estrutura do Human Centered Design (Design Centrado no Humano) em virtude de sua ênfase no 'ouvir'. Na figura 10 destaca-se, sobretudo, a condução das etapas 'ouvir'.

A etapa 'criar', a exemplo de 'ouvir' foi intensivamente apoiada em processos participativos, especialmente o workshop.

O detalhamento metodológico desta etapa e do processo de síntese projetual está apresentado na figura 11.

Criar	
<b>Workshop participativo</b> com as pessoas interessadas e voluntários do CVV	<b>Materiais e instrumentos para Workshops:</b> Materiais interativos para desenhar (papéis, canetas coloridas, etc.) Planta baixa do local Desenhos simples e fotos do espaço Painéis de cores, texturas, tipos de iluminação, decoração, conceitos e emoções para facilitar a interação com os elementos através de seleção, Recortes com imagens para apoiar a geração de conceito da proposta (realizada pelos participantes) com identificação de emoções que podem ser estimuladas por meio dos elementos projetuais
<b>Análise do workshop</b> sob forma de infográficos para organizar, sintetizar e visibilizar os padrões percebidos, descobertas e temas que surgiram na interação entre as pessoas	
<b>Uso da infografia</b> para ilustrar padrões de frases e palavras que conectem, visando a geração de ideias de soluções de projeto	
<b>Desenvolvimento de alternativas</b> de soluções e apresentação aos participantes para validação e escolha da melhor solução	
Implementar:	
Detalhamento do projeto Plano de viabilidade	Detalhamento Vistas em perspectiva 3D, desenhos técnicos 2D e maquetes virtuais Plano de viabilidade com a descrição e detalhamento dos componentes

Figura 11: Delineamento Metodológico com ênfase nas etapas Criar e Implementar.  
Fonte: Godgig e Souza (2018)

A partir das descobertas ao longo da pesquisa foi possível delinear uma proposta (cocriada) que foi detalhada e projetada com o acompanhamento do plano de viabilidade. As informações que mais contribuíram estão explicadas no próximo tópico.

## 6.2. Discussão dos resultados alcançados

A pesquisa para identificar características de um ambiente voltado aos atendimentos do CVV (telefônico e presencial) bem como o acompanhamento dos voluntários nas suas jornadas de trabalho enfatizou, sobretudo, a experiência das pessoas que utilizarão o local para atendimento e também para o voluntariado. O Design Centrado no Humano propiciou investigar com mais clareza e profundidade as principais necessidades das pessoas que se encontram em situações de vulnerabilidade emocional, e qual seria a melhor forma de atendê-los, considerando o ambiente de atendimento. A proposta considerou: (1) identificação de características relacionadas a serviços consideradas como desejáveis (atendimento amigável, respeito, empatia); (2) atitudes e comportamentos a serem evitados (julgamento, comparações, menosprezo de problemas relatados); (3) características conectadas com o espaço consideradas desejáveis (refúgio do cotidiano, tranquilidade e privacidade e atmosfera mais natural); (4) características a serem evitadas (espaços muito brancos, poluição visual, espaço silencioso ou barulhento demais). A partir desta síntese, o desenvolvimento incluiu espaços de atendimento presencial e reunião, atendimento telefônico, cozinha e recepção. De acordo com a percepção das estudantes, o desenvolvimento do projeto proporcionou aprendizado e o amadurecimento para condução de entrevistas e pesquisas que envolvem a no processo de cocriação.

## 7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão foi iniciada em artigo submetido e aprovado ao Ensus 2019 (VII Encontro de Sustentabilidade em Projeto) e, posteriormente, ampliada para publicação na revista Mix Sustentável. Enquanto no primeiro artigo a ênfase esteve na capacitação orientada para o design e relações de uso em contextos urbano-sociais, ao longo do presente relato procurou-se aprofundar o modo como a abordagens participativas foram fundamentadas e contribuíram.

Abordagens participativas consideram que o futuro requer cidadãos com atitude propositiva diante de desafios simples ou complexos que afetam a vida de diferentes usuários e pessoas. Quando se trata de espaços públicos

e sociais considerar a coletividade e a participação torna-se ainda mais relevante porque a coautoria das soluções gera comprometimento, engajamento e aceitação maior.

Em termos de sustentabilidade (área de concentração do PPGDesign) este desafio também se coloca: como gerar compromisso e cuidado como espaços que deveriam promover o bem-estar social? Embora o design tenha limites, e a experiência das pessoas não possa (e nem deva) ser prescrita, considerar e ouvir suas experiências, e, possibilitar sua contribuição criativa interferirá no modo como cidadãos cuidam dos espaços compartilhados. Em última instância, esta é a contribuição que, em médio prazo, se espera trazer (e construir com) os estudantes de graduação.

A capacitação de recursos humanos (na graduação em design) para responder problemas públicos e sociais contribui para que os jovens profissionais percebam que este também é um campo de atuação. Esta ação não é suficiente para que se transite de um cenário de design dirigido unicamente para corporações ou organizações, para uma atuação mais sistêmica e orientada para o bem-estar e a inclusão das pessoas no cenário que habitam. Entretanto, contribuirá para colocar estas possibilidades em seu campo perceptivo oportunizando outras escolhas e trajetórias no campo do design.

O uso de códigos, métodos, valores e características cognitivas do design para mediar processos criativos possibilita a ação de pessoas e de grupos sociais (ou cidadãos) como especialistas de suas necessidades, aptos a criar e a decidir as soluções mais adequadas para seus desafios. Entretanto, é importante manter os limites do design (quando se trata de desafios sociais e, ou, urbanos) em perspectiva. Embora o design possa contribuir, há que se ter humildade para reconhecer a complexidade destas situações e a dependência de outras áreas para viabilizar mudanças.

A transferência de conhecimento do PPGDesign para a graduação em design da Univille está em construção e sistematização. O compromisso do projeto Ethos, neste sentido, é a capacitação de recursos humanos para o design, abordagens participativas e relações de uso (conforme compreensões explicitadas ao longo do artigo). A dinâmica adotada abrangendo reuniões coletivas semanais e o workshop de Design Participativo e Pesquisa em Design revelaram-se boas estratégias para efetivar estas intenções. Entretanto, por estar em construção, requer constante realinhamento e reconfiguração para aperfeiçoamento.

## REFERÊNCIAS

INSTITUTO CARANGUEJO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL. Disponível em <<http://www.caranguejo.org.br>>. Acesso em 09 abr. 2019.

MODA VIVA. **Projeto SempreViva**. Disponível em: <<https://modavivauniville.wixsite.com/modaviva>>. Acesso em 09 abr. 2019.

MODA VIVA. **Projeto AmaViva**. Disponível em: <<https://modavivauniville.wixsite.com/modaviva>>. Acesso em 09 abr. 2019.

PPGDESIGN/UNIVILLE. **Projetos de Pesquisa Guarda-Chuva**. Disponível em: <[https://www.univille.edu.br/pt\\_br/institucional/proreitorias/prppg/setores/pos\\_graduacao/mestradosdoutorado/mestradodesign/projetosdepesquisaguardachuva/881261](https://www.univille.edu.br/pt_br/institucional/proreitorias/prppg/setores/pos_graduacao/mestradosdoutorado/mestradodesign/projetosdepesquisaguardachuva/881261)>. Acesso em 09 abr. 2019.

SOBRAL, João Eduardo Chagas; CAVALCANTI, Anna Luiza Moraes de Sá; EVERLING, Marli Teresinha; **'Ver com as Mãos': A Tecnologia 3d Como Recurso Educativo Para Pessoas Cegas**. In: Anais do 15º Ergodesign & Usihc [=Blucher Design Proceedings, vol. 2, num. 1]. São Paulo: Blucher, 2015. p. 1327-1335.

EVERLING, Marli Teresinha; SANTOS, Adriane Shibata; CAVALCANTI, Anna Luiza Moraes de Sá; SOBRAL, João Eduardo Chagas; SOUZA, Luis Eduardo; HAENCH, Irma; CRUZ, Allysson Thiago da; ZAMBERLAN, Sidnei; **A educação e seu papel mobilizador para o design orientado à qualificação do cenário urbano como espaço de convivência**. In: Anais do 11º Congresso Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento em Design. December 2014 vol. 1 num. 4. Disponível em <http://www.proceedings.blucher.com.br/pdf/designproceedings/11ped/00933.pdf>. Acessado em: 04 mar. 2015.

EVERLING, Marli T. **Projeto Urbe: Uma Experiência Centrada na Capacitação de Recursos Humanos para o Contexto Urbano no Âmbito do Ppgdesign/Univille Observando Conceitos de Design e Relações de Uso**. / Urbe Project: An Experience Centered In Human Resources Training For Urban. Revista Ergodesign & HCI, [S.l.], v. 4, n. 1, oct. 2016. ISSN 2317-8876. Disponível em: <<http://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaergodesign-hci/article/view/56>>. Acesso em: 18 jan.2017.

EVERLING, Marli. **Do projeto urbe ao Ethos: uma proposta de reposicionamento das ações de pesquisa técnico-científica com ênfase no design e relações de uso**. Revista ErgodesignHCI, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 14 - 28, Maio. 2018. ISSN 2317-8876. Disponível em: <<http://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaergodesign-hci/article/view/418>>. Acesso em: 26 may 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.22570/ergodesignhci.v5i2.4>.

EVERLING, Marli T.; THEIS, Mara Rubia; SANTOS, Filipe Mesquita dos; CECYN, Leonardo Calixto Colin; RODRIGUES, Rafaela; LaFRONT, Ronald; **"Design, Participação e Engajamento Como Estratégias para Qualificar Relações de Uso em Abordagens de Design no Âmbito do Projeto ETHOS"**, p. 178-192 . In: . São Paulo: Blucher, 2018. Disponível em <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/design-participao-e-engajamento-como-estrategias-para-qualificar-relaes-de-uso-em-abordagens-de-design-no-ambito-do-projeto-ethos-28193>. Acesso em: 29 jan. 2019

EVERLING, Marli T.; SOUZA; Luiz Eduardo; MARTINS, Miguel Cañas; DUARTE STAHN, Maria Odete; KORNER, Edson; GANSKE, Morgana Cruz. **Dos Conceitos de Mediação, Aprendizagem e Colaboração às Práticas de Design Participativo Vinculadas Ao Projeto Ethos**. Revista ErgodesignHCI, [S.l.], v. 6, n. Especial, p. 44 - 57, July 2018. ISSN 2317-8876. Disponível em: <<http://periodicos.puc-rio.br/index.php/revistaergodesign-hci/article/view/533>>. Acesso em: 29 jan. 2019. doi: <http://dx.doi.org/10.22570/ergodesignhci.v6iEspecial.533>.

GANSKE, Morgana Cruz. **Design para inovação social: uma perspectiva sobre a atuação do designer em um mundo complexo, em uma aplicação prática denominada Rota do Mangue/** Dissertação de Mestrado. Joinville: UNIVILLE, 2016.

WORLD DESIGN ORGANIZATION. Disponível em <<http://www.wdo.org>>. Acesso em 15 de maio de 2018.

CAPRA, Fritjof; LUISI, Pier. **A Visão Sistêmica da Vida : Uma Concepção Unificada e suas Implicações Filosóficas, Políticas, Sociais e Econômicas**. São Paulo : Cultrix. 2014.

CROSS, Nigel. **Desenhante – Pensador do Desenho**.

Santa Maria : sCHDs. 2004.

JACOBS, Jane, **Morte e Vida e Grandes Cidades**. São Paulo, Martins Fontes, 2000.

GEHL, Jan. **Cidades para Pessoas**. Ed. Perspectiva. São Paulo, 2013.

MANZINI, Ezio. Download do Material Didático das palestras. 2014. Disponível em <<http://www.ufrgs.br/ped2014/php/index.php>>. Acesso em 29 jun. 2018.

LEE, Jung-Joo; **Against Method: The Portability of Method in Human-Centered Design**. Disponível em <<https://aaltodoc.aalto.fi/handle/123456789/1146>>. Acesso em 29 jun. 2018.

SANDERS, Elizabeth B.-N. **From user-centered to participatory design approaches**. In: FRASCARA, J. (Ed). *Design and the social sciences*, Taylor & Francis Books Limited, 2002.

SANDERS, Elizabeth B.-N.; STAPPERS, Pieter Jan. **Probes, toolkits and prototypes: three approaches to making in codesigning**. 2014. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/15710882.2014.888183?journalCode=n-cdn20>>. Acesso em 16 jul. 2018.

SANDERS; Elizabeth B.; STAPPERS Pieter Jan. **Co-creation and the new landscapes of design**. 2008. Disponível em <[http://www.maketools.com/articles-papers/CoCreation\\_Sanders\\_Stappers\\_08\\_preprint.pdf](http://www.maketools.com/articles-papers/CoCreation_Sanders_Stappers_08_preprint.pdf)>. Acesso em 17 jul. 2018.

SETHI, Kiran. **Design for Change**. Disponível em [www.dfworld.com](http://www.dfworld.com). Acesso em 29 mai. 2018.

LEE, Jung-Joo. CV Download. Disponível em <http://www.servicedesignlab.net/jungjoolee>. Acesso em 3 abr. 2019.

SANDERS; Elizabeth. **Department of Design** – The Ohio State University. <https://design.osu.edu/people/sanders.82>. Acesso em 3 abr. 2019.

IDEO; **Human Centered Design – Kit de Ferramentas**. Tradução: Tennyson Pinheiro; José Colucci Jr.; Isabela de Melo. Fundação Bill & Melinda Gates.

AZEVEDO, Beatriz; MUNHOZ, Camila. Abrigo Temporário para Moradores de Rua com Ênfase na Sustentabilidade. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Design em Interiores da Universidade da Região de Joinville. 2018

GODGIG, Amanda; SOUZA, Amanda. **Projeto de Interiores de um Posto de Atendimento do Centro de Valorização da Vida com Ênfase no Design Centrado no Humano**. Trabalho de Conclusão de Curso. Curso de Design em Interiores da Universidade da Região de Joinville. 2018.

EVERLING, Marli T.; GODGIG, Amanda, SOUZA, Amanda; AZEVEDO Beatriz; MUNHOZ, Camila. **Design e o 'Vir-a-Ser'**: Relações de Uso em Contextos Urbano-Sociais. In: VII Encontro de Sustentabilidade em Projeto/Ensus 209. Florianópolis : UFSC (submetido e aprovado – em via se publicação)

## AGRADECIMENTOS

A Mara Rubia Theis e a Rafaela Rodrigues que contribuíram com o processo por meio da preparação, instrumentalização e mediação de workshops.

A Universidade da Região de Joinville pelo financiamento do Projeto [Ethos] Design & Relações de Uso.

## AUTORES

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1310-9502>

**MARLI TERESINHA EVERLING, Dra.** | Universidade da Região de Joinville | PPGDesign/Univille | Joinville – SC, Brasil | Correspondência para: Programa de Pós-Graduação em Design/Univille Rua Paulo Malschitzki, 10 - Zona Industrial Norte, Joinville – SC, CEP: 89219-710 | E-mail: [ppgdesign@univille.br](mailto:ppgdesign@univille.br)

**AMANDA GODGIG, Bel. em Design** | Universidade da Região de Joinville | Joinville, SC, Brasil | Correspondência para: Graduação em Design/Univille, Rua Paulo Malschitzki, 10 - Zona Industrial Norte, Joinville – SC, CEP: 89219-710 | E-mail: [design@univille.br](mailto:design@univille.br) (ac/Marli Everling)

**AMANDA SOUZA, Bel. em Design** | Universidade da Região de Joinville | Joinville, SC, Brasil | Correspondência para: Graduação em Design/Univille, Rua Paulo Malschitzki, 10 - Zona Industrial Norte, Joinville – SC, CEP: 89219-710 | E-mail: [design@univille.br](mailto:design@univille.br) (ac/Marli Everling)

**BEATRIZ AZEVEDO, Bel. em Design** | Universidade da Região de Joinville | Joinville, SC, Brasil | Correspondência para: Graduação em Design/Univille, Rua Paulo Malschitzki, 10 - Zona Industrial Norte, Joinville – SC, CEP: 89219-710 | E-mail: [design@univille.br](mailto:design@univille.br) (ac/Marli Everling)

**CAMILA MUNHOZ, Bel. em Design** | Universidade da Região de Joinville | Joinville, SC, Brasil | Correspondência para: Graduação em Design/Univille, Rua Paulo Malschitzki, 10 - Zona Industrial Norte, Joinville – SC, CEP: 89219-710 | E-mail: [design@univille.br](mailto:design@univille.br) (ac/Marli Everling)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

EVERLING, Marli Teresinha; GODGIG, Amanda; SOUZA, Amanda; MUNHOZ, Camila. Design & "Vir-a-Ser: Abordagens Participativas em Contextos Urbano-Sociais. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 123-134, jun. 2019.** ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.123-134>.

**DATA DE ENVIO:** 15/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 22/04/2019

# O DESIGN COMO ABORDAGEM ESTRATÉGICA PARA FOMENTAR O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DE MPES DO SETOR MOVELEIRO DO TRIÂNGULO MINEIRO/BRASIL

*DESIGN AS A STRATEGIC APPROACH TO FOSTER THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT WITHIN MPES OF THE FURNITURE SECTOR OF TRIÂNGULO MINEIRO/BRAZIL*

**GEOVANA BLAYER R. DE ASSIS** | UFU

**VIVIANE G. A. NUNES, Dra.** | UFU

## RESUMO

Este trabalho discute o resultado parcial de uma pesquisa, no que tange à aplicação de diretrizes de Design Estratégico nas Micro e Pequenas Empresas Moveleiras (MPEs) em Uberlândia/Minas Gerais/Brasil, as quais enfrentam vários problemas organizacionais, gerenciais e de liderança. Devido à produção local sob medida e ao alto volume de resíduos descartados em locais inadequados, as operações das referidas MPEs têm resultado em impactos ao meio ambiente e à sociedade. O Design Estratégico para Sustentabilidade explora soluções para estas questões, atuando como interlocutor junto à empresa e propondo ações mais competitivas e responsáveis, a partir de alternativas viáveis e mais sustentáveis. A metodologia utilizada incluiu revisão de literatura, estudos de casos, estudos de campo e elaboração de diretrizes para as empresas participantes na pesquisa. Os resultados indicam a importância do estudo e a dificuldade de implementação das propostas elaboradas, pois demanda um longo e lento processo de conscientização dos atores envolvidos no sistema, como um todo, e o reconhecimento da interdependência de ações para se atingir futuros cenários mais sustentáveis para o setor.

## PALAVRAS CHAVE

Micro e Pequenas Empresas (MPEs); Setor Moveleiro de Uberlândia/MG; Design Estratégico; Inovação e Sustentabilidade

## ABSTRACT

*This work discusses the partial results of a research, regarding the application of Strategic Design guidelines in Micro and Small Enterprises (MPEs) of Uberlândia, Minas Gerais State/Brazil, which face several organizational, managerial and leadership problems. Due to locally bespoke production and the high volume of waste disposed of in unsuitable locations, their operations have resulted in impacts on the environment and society. The Strategic Design for Sustainability explores solutions to these issues, acting as an interlocutor with the company, and proposing more competitive and responsible actions, starting from the adoption of viable and more sustainable alternatives. The methodology included the literature review, case and field studies, and the development of guidelines for the companies involved. The results indicate the importance of the study and the difficulty of implementing the proposals, as it demands a long and slow process of awareness of all actors involved in the system as a whole, and the recognition of the interdependence of actions to reach more sustainable future scenarios for the sector.*

## KEY WORDS

*Micro and small enterprises (MPES); Furniture Sector of Triângulo Mineiro/Brazil; Strategic Design; Innovation and Sustainability*



## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a indústria moveleira de Uberlândia/MG tem desempenhado um papel relevante para o desenvolvimento econômico, urbano e territorial da microrregião do Triângulo Mineiro. Sobretudo devido a fatores como, por exemplo: 1) o incentivo à aquisição de apartamentos e/ou casas próprias; 2) a redução em m<sup>2</sup> das áreas úteis dos espaços; 3) o aumento de studios de arquitetura e design de interiores, há uma grande demanda pela produção de móveis personalizados, feitos sob medida, colaborando para o fortalecimento e o surgimento de novas Micro e Pequenas Empresas (MPEs).

No entanto, o que contribui para o progresso local tem também gerado grandes problemas urbanos e ambientais, justamente devido ao processo de produção artesanal, o qual inclui: a tipologia dos materiais utilizados e o volume daqueles descartados; os sistemas e as tarefas operacionais adotadas e, não menos importante, o conhecimento sobre gestão empresarial (individual, por empresa) e especialmente, o enfraquecido processo de liderança do setor moveleiro, de forma geral. Somados, estes fatores não se relacionam apenas à Sustentabilidade e aos caminhos para alcançá-la, mas também ao modo como as empresas reconhecem o Design como abordagem estratégica capaz de promover melhorias ao setor, reduzindo os impactos ambientais decorrentes de suas operações e ampliando sua competitividade.

De acordo com Manzini (2008), é necessário estimular e conscientizar partes colaborativas da sociedade, possibilitando a implementação do que o autor denomina “descontinuidades sistêmicas”, ou seja, pequenas mudanças de posicionamento empresarial e no modelo econômico de produção vigente, visando uma redução do consumo de energia e de materiais. Segundo o autor, este processo “se realizará mediante um longo período de transição e que tal mudança se dará por meio de um processo de aprendizagem social largamente difuso” (MANZINI, 2008, pág. 19).

Neste contexto, o Design Estratégico para Sustentabilidade constitui-se uma abordagem fundamental para explorar soluções viáveis em um determinado contexto, aumentando o controle e a organização de uma empresa, sua fabricação e utilização dos produtos, de forma sustentável. Partindo deste princípio, o estudo busca discutir uma contribuição do design como interlocutor projetual e sistêmico no contexto das MPEs moveleiras de Uberlândia/MG.

De modo geral, os objetivos da pesquisa foram orientados à promoção de melhorias para as empresas

participantes por meio de uma atuação nos sistemas de organização, gestão e liderança, com foco na redução tanto do volume de resíduos quanto dos impactos ambientais decorrentes. Para tanto, buscou-se: i) investigar pesquisas sobre o Design Estratégico para Sustentabilidade e sua aplicação empresarial; ii) analisar o contexto das MPEs moveleiras de Uberlândia; iii) identificar e elaborar ações em níveis operacional, tático e estratégico; iv) identificar a viabilidade da proposta de trabalho; e (v) elaborar documentos com diretrizes sustentáveis de design.

Ressalta-se que este trabalho deriva de uma pesquisa de doutorado realizada entre 2010 a 2013, no Instituto Politécnico de Milão (POLIMI), Itália, que identificou o problema das MPEs na região e a necessidade de encontrar soluções efetivas (NUNES, 2013; ZURLO, NUNES, 2015). A tese incluiu um Projeto Piloto (denominado MODU.Lares), que propôs a formação de uma rede inter-organizacional, composta por: Microempresas, SINDMOB (Sindicato das Indústrias de Marcenaria e Mobiliário do Vale do Paranaíba), SEBRAE, SENAI, Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU) e Universidade Federal de Uberlândia (UFU), com o objetivo de alcançar um cenário de crescimento coletivo sustentável e mais competitivo para o grupo envolvido.

## 2. SETOR MOVELEIRO DO TRIÂNGULO MINEIRO/BRASIL: CONTEXTO LOCAL DA PESQUISA

O Triângulo Mineiro é considerado um território estratégico, dada a sua privilegiada localização no estado de Minas Gerais, interligando vários estados. Em sua formação territorial tem como cidades principais: Araxá, Frutal, Ituiutaba, Patos de Minas, Patrocínio, Uberaba e Uberlândia. Dentre estas, a cidade de Uberlândia, com quase 700.000 habitantes (IBGE, 2017), ganha destaque, desempenhando um importante papel econômico e empresarial, conforme mencionado.

Este estudo é voltado, portanto, às Micro e Pequenas Empresas (MPEs) moveleiras de Uberlândia/MG, mais conhecidas como marcenarias, que trabalham com uma produção de móveis sob-medida. Entretanto, devido à demanda local, o modelo de produção adotado para fabricar projetos/móveis exclusivos, com dimensões específicas, tem utilizado práticas insustentáveis, em função da ausência de planejamento correto da produção. Os problemas relacionam-se, em maior grau, com o alto volume de resíduos, especialmente de MDF, gerados diariamente pela produção e descartados, na sua maioria, em locais inadequados, tais como lotes vazios.

Até o ano de 2014, o município contava com pontos de coleta urbanos, nos quais as marcenarias eram autorizadas pelo poder público a depositarem os resíduos de MDF. Após o fechamento destes espaços, as empresas foram orientadas a destinar seus resíduos ao aterro sanitário municipal. Para tanto, o resíduo deve ser separado ainda na marcenaria, para ser entregue e pesado no local de descarte. No entanto, o aterro não possui um processo de gestão adequado à todas as tipologias de material recebido, uma vez que o depósito do material ocorre sem separação, ou seja, todo os resíduos são depositados nas mesmas “montanhas”, indiscriminadamente.

Dessa forma, entende-se que, apesar de ter um destino autorizado, ainda não há no município um local adequado para o descarte dos materiais provenientes das marcenarias, seja pela falta de separação correta de resíduos (especialmente para aproveitamento daqueles ainda úteis), seja pelo volume do descarte encaminhado ao aterro ou mesmo depositado em terrenos baldios.

Em termos de dados, este trabalho baseia-se de um mapeamento de MPEs realizado em Uberlândia, e desenvolvido anteriormente por outra equipe da pesquisa, de modo a viabilizar uma análise mais detalhada do setor e propor estratégias viáveis ao contexto local. A partir de dados e resultados iniciais coletados durante a pesquisa de doutorado (2010-2013), a nova fase da pesquisa foi iniciada em 2014. Em virtude da falta de documentação e registro adequado dos nomes das empresas, a nova pesquisa buscou atualizar, de forma sistemática, os dados sobre o número de MPEs existentes na região – cerca de 800 (OLIVEIRA et al. 2012),

O levantamento preliminar identificou, em 2016, somente 250 marcenarias na cidade, tanto formais (ou seja, empresas com CNPJ) quanto informais. Estas últimas geralmente não são incluídas em pesquisas formais em virtude da instabilidade operacional (tempo de funcionamento breve), do receio de denúncia, dificuldade de identificação. Porém, tendo em vista que o único dado existente é a quantidade de empresas (i.e., 800 MPEs), optou-se por catalogar o maior número de informações obtidas sobre o setor, para então, classificá-las conforme possível. No entanto, percebe-se uma inconsistência nos números, o que demandará o acompanhamento contínuo, principalmente em virtude do tempo de sobrevivência das microempresas no país.

A título de esclarecimento, o processo de atualização de dados incluiu coleta de informações principalmente junto ao SINDMOB, plataformas de buscas na internet (ex. Google), listas telefônicas, a fornecedores de matéria

prima para o setor e também a profissionais. Em 2017, foram identificadas novas empresas, somando então 455 empresas relacionadas ao setor moveleiro (ABRÃO, 2017), não necessariamente com perfil de marcenaria.

Vale destacar que a atualização de dados junto ao setor moveleiro deverá ser reiniciada entre 2019/20, de forma a subsidiar nova pesquisa e orientar ações de fomento às práticas baseadas nos princípios de economia circular na região.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Dada a complexidade dos estudos que englobam os conceitos do Design Estratégico para Sustentabilidade e sua aplicação, a pesquisa adotou metodologia com abordagem qualitativa de caráter aplicado e exploratório, de forma a investigar, analisar e elaborar hipóteses para o estudo (GERHARDT & SILVEIRA, 2009). Desse modo, contemplou as seguintes etapas:

1º etapa: revisão de literatura (em livros, periódicos e artigos científicos) sobre o Design Estratégico para Sustentabilidade. Esta etapa compreendeu a coleta e a seleção de textos para referência de leitura e estudo de casos;

2º etapa: coleta, organização e sistematização de dados, que incluiu: 1) atualização de dados do setor moveleiro; 2) seleção de MPEs parceiras; 3) mapeamento e visitas de campo as MPEs; 4) aplicação de Questionários; e 5) elaboração de estratégias preliminares;

3º etapa: apresentação de estratégias de design às MPEs, em palestra promovida aos empresários bem como a elaboração de documentos - Análises individuais MPEs e Manual de Boas Práticas para o Setor.

### 4. DESIGN ESTRATÉGICO: SUSTENTABILIDADE X VISÃO SISTÊMICA EMPRESARIAL

No que tange os desafios do designer ao projetar, ressalta-se uma essencial atenção à sustentabilidade, principalmente relacionada à situação ambiental do planeta e a necessidade de soluções viáveis de produtos e serviços. O designer, com seu senso criativo e aprimorado deve atuar como um interlocutor, aprimorando sua visão integrada e estratégica de planejamento, de forma a contribuir com valores competitivos e melhorias as organizações e promovendo também benefícios à sociedade (SANTOS, VEZZOLI, CORTESI, 2008), de forma ética, social e ambientalmente adequada.

De modo geral, a abordagem estratégica do design parte do princípio de planejar soluções, de forma sistêmica e integrada, por meio de uma melhor organização,

utilização e fabricação dos produtos. Surge da necessidade de se promover novos modelos de produção, para enfrentar as questões ambientais e auxiliar na implementação de estratégias que solucionem e/ou minimizem os problemas existentes. Segundo Costa & Scaletsky (2010, p.8) “contribui para o fomento da cultura de design dentro das empresas, seja por meio da participação mais ativa na construção da oferta, assim como influenciando as próprias estratégias de negócio das organizações”. Entende-se, assim, que o design “alia visão holística e inovação em busca de soluções para o desenvolvimento empresarial” (TIRONI, 2014, p.5). Dada a complexidade dos problemas e a diversidade de soluções possíveis, é fundamental que o designer esteja atento à sua responsabilidade e papel, de forma a contribuir, efetivamente, para alcançar as soluções mais adequadas aos contextos locais.

Ao estabelecer novos modos de operação, o design estratégico adquire um caráter de conscientização, contribuindo para iniciativas ligadas à sustentabilidade. Rocha e Brezet (1999) afirmam que o Design Estratégico para Sustentabilidade vai além de conceitos voltados para organização empresarial, envolvendo questões relacionadas ao Ecodesign e ao ciclo de vida dos produtos. Nesse contexto, deve incorporar, também, inovações mais radicais que questionem, por exemplo, a própria função do produto ou que possam influenciar os padrões de consumo existentes (ROCHA, BREZET, 1999).

No entanto, como afirma Teixeira (2005), a cultura do design e sua visão estratégica somente será implementada por meio da inserção de disciplinas em cursos de graduação que visem à formação de profissionais capazes de lidar com estas questões. Nesse sentido, ressalta-se também a importância das instituições de ensino em diferentes níveis – técnico, profissional, científico – como agente formador de indivíduos conscientes, éticos e comprometidos com esta visão integrada e sistêmica.

## 5. SETOR MOVELEIRO: CENÁRIO ATUAL DE MPES EM UBERLÂNDIA/MG

Conforme últimos dados coletados e catalogados da pesquisa, o cenário atual moveleiro em Uberlândia é formado por um total 455 marcenarias (ABRÃO, 2017). Estas marcenarias funcionam geralmente em galpões com áreas muito variadas (entre 80 a 300 m<sup>2</sup>), com número de funcionários entre 2 e 19 (caracterização de microempresa segundo o SEBRAE).

Em estimativa realizada em 2012 por Nunes (2013), o volume anual de resíduos provenientes do setor moveleiro de Uberlândia correspondeu a cerca de 22.000 m<sup>3</sup>.

No entanto, conforme estimativa realizada pelo grupo de pesquisa, a partir da coleta de dados de descarte realizada em 2017 e da projeção para o setor, nos mesmos termos utilizados em 2012 (ou seja, considerando a existência de 800 MPes), é possível considerar que este volume tenha aumentado cerca de 50% nos últimos 5 anos (entre 2012 e 2017).

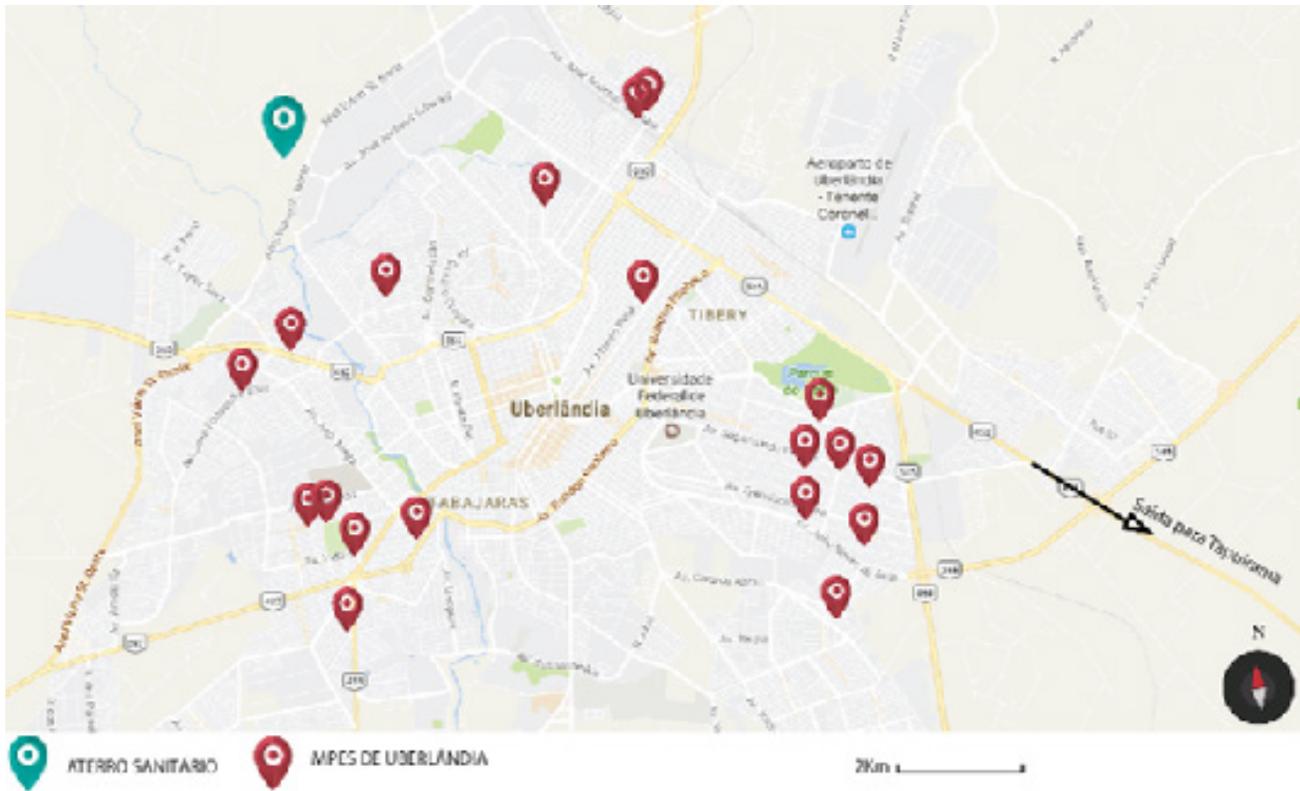
Desse modo, constata-se a urgência pela busca de soluções efetivas e coletivas que incentivem práticas de reaproveitamento a curto prazo (ABRÃO, 2017). Destaca-se que reaproveitar corresponde a ação emergencial, tendo em vista que os 5Rs da gestão ambiental -, reduzir, reciclar, reutilizar, recuperar e reintegrar demandam planejamento e adoção de estratégias no médio e longo prazo. O reaproveitamento implica na utilização de resíduos úteis (peças menores, retalhos e outros), provenientes de cortes sem planejamento e/ou erros de cortes, e que mantém intacta a qualidade do material. Nesse contexto, reaproveitar significa tanto reduzir o volume de resíduos gerados, em função da falta de acompanhamento e controle da produção, quanto reduzir o consumo da matéria prima virgem (ou seja, novas chapas de MDF, por exemplo)

### 5.1. Coleta de dados: Visitas em Campo x Questionário

A coleta de dados incluiu visitas em campo e aplicação de questionários nas empresas selecionadas. A seleção das empresas para compor este estudo foi feita a partir de uma análise da localização (proximidade), participações anteriores em iniciativas para promover melhorias às empresas, realizadas por outras entidades, disponibilidade e interesse de participação, entre outros.

Do total de empresas contatadas inicialmente, foram selecionadas 22 empresas. Porém, apesar da concordância preliminar de participação, somente 13 MPes foram efetivamente objeto de análise, em virtude da dificuldade de contato posterior. Situadas em diferentes bairros da cidade (Figura 1), foram coletadas informações por meio de: (i) análise e observação do espaço; (ii) registros fotográficos; (iii) entrevista com responsável pela empresa; (iv) aplicação de questionários com os proprietários; e (v) desenhos esquemáticos do espaço;

O questionário respondido pelos responsáveis das MPes possibilitou identificar problemas e elaborar um diagnóstico preliminar relativo à Gestão (Administrativo e Recursos Humanos), Infraestrutura (Estrutura, Produção e Manutenção) e Controle de Resíduos. Como principais resultados da aplicação do questionário, destacam-se:



**Figura 01:** Localização das MPEs visitadas  
**Fonte:** Abrão (2017)

a) Gestão:

I) Administrativo: na maioria das MPEs o dono é o gestor (muitas vezes sem formação específica); cerca de 50% mostrou ter conhecimento sobre a missão e o valor empresarial;

II) Recursos Humanos: 50% das MPEs promove o treinamento de funcionários na empresa, sendo estes responsáveis pela leitura dos projetos antes do corte e produção; 50% das MPEs possuem estagiários, sendo arquitetos ou designers; nas visitas, constatou-se o baixo uso dos EPIs (Equipamentos de Proteção Individual), o que pode comprometer a saúde e segurança do funcionário.

b) Infraestrutura:

I) Estrutura: a maioria das MPEs ocupa barracões fechados, com áreas maiores que 300 m<sup>2</sup>, com condições variadas de iluminação, ventilação e qualidade; 83% consideram sua localização adequada, mas apontam a necessidade de espaço maior e/ou mais adaptado (72%); Somente três marcenarias usam coletores de pó;

II) Produção: 47% é essencialmente artesanal e 47% é semi-industrial; o plano de corte das peças é manual, diretamente nos painéis de MDF e/

ou compensados; somente uma empresa utiliza software para planejamento de corte (Corte Certo); demais empresas utilizam apenas softwares de projeto: AutoCAD, Promob, Sketch-up, 20-20 Design, 3D Max e VDMAX 3D; na maioria das MPEs o layout de produção (distribuição do maquinário) está adequado ao espaço e processo utilizado.

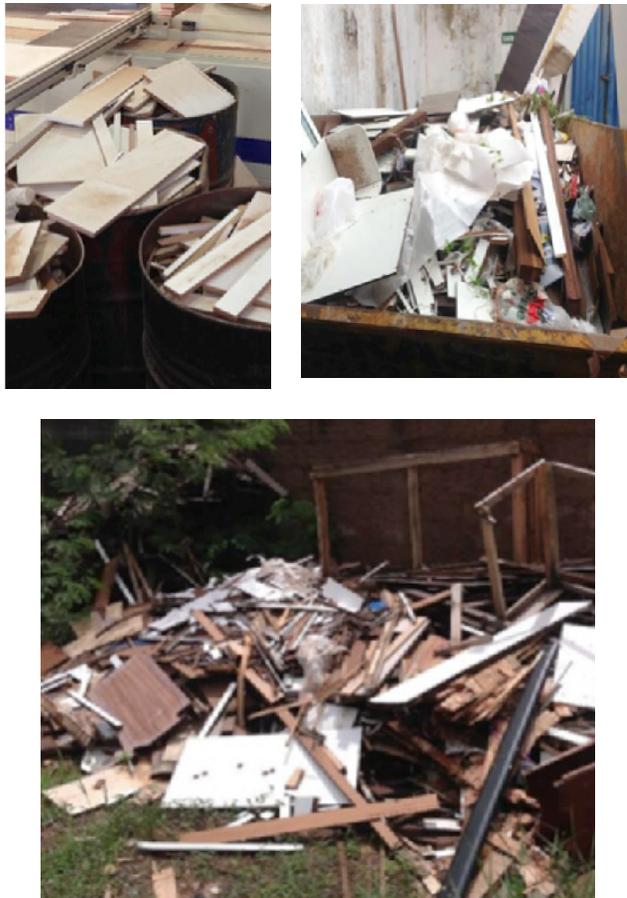
c) Controle de Resíduos:

I) Cerca de 85% das MPEs não possuem método de organização e classificação das sobras (no caso, retalhos de material ainda útil) provenientes dos cortes da produção;

II) Cerca de 80% das empresas acomodam os retalhos nas paredes do local de trabalho, dificultando o fluxo e o acesso ao material e reaproveitamento; Em muitas empresas, foi possível ver o desgaste do material pois não estava alocado em um local ideal para uso da peça.

III) Somente três MPEs classificam os resíduos descartados para o reaproveitamento, com: 1) anotação em caderno; 2) separação em estantes maiores por tamanho e espessura do material;

Nas figuras 2 a 4 é possível observar as condições variadas de acomodação dos resíduos dentro das marcenarias.



**Figura 2, 3, 4:** Resíduos para descarte  
**Fonte:** Registro de campo (2016)

Em relação ao descarte destes resíduos, a Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU) apesar de não auxiliar na busca por soluções efetivas ao problema, tem desempenhado um papel de fiscalização, aplicando multas, caso este material seja destinado a outros pontos diferentes do aterro sanitário. Além disso, constatou-se a falta de conhecimento dos empresários do setor e dos órgãos governamentais quanto à gravidade do impacto ambiental causado por estes resíduos de MDF, e a urgência na adoção de soluções.

## 5.2. Diretrizes preliminares de design para as MPES

O desenvolvimento das diretrizes preliminares para as MPes baseou-se nos dados das pesquisas de campo e análise dos questionários. Os dados coletados foram consolidados a partir da análise estratégica de design, que contempla três níveis de ação para solução de um problema, sendo estes: operacional, tático e estratégico (BEST, 2006; MOZOTA, KLOPSCH, COSTA, 2012)

Segundo Minako Ikeda (2007), estas ações incluem

questões como: a) estratégias que visam a competição empresarial; b) estratégias dentro da empresa; e c) desenvolvimento de estratégias fora da empresa (IKEDA, 2007 apud FRANZATO, 2010). Desse modo, ações no âmbito: 1) operacional: referem-se a ações imediatas e mais viáveis de serem implementadas, com soluções rápidas sem grande demanda de mudanças; 2) tático: estratégias planejadas, com soluções de médio prazo que visam melhorias ao ambiente empresarial; e 3) estratégico: orienta a empresa em um novo posicionamento de mercado.

Neste contexto, foram propostas as seguintes diretrizes:

**Nível Operacional:** (i) instalar coletores de pó; (ii) organizar retalhos maiores de MDF em estantes; (iii) utilizar tambores (200L) para separar dos resíduos conforme suas características: MDF (restos pequenos), serragem, plástico/papel, vidro, metal;

**Nível Tático:** (i) estabelecer parcerias com ONGs e instituições para recolher material passível de reaproveitamento; (ii) classificar sobras de material (MDFs e outras chapas); (iii) melhorar fluxos de produção e o ambiente de trabalho; (iv) participar de workshops para ampliar conhecimentos sobre temas específicos da área; (v) conhecer softwares para suporte no processo produtivo;

**Nível Estratégico:** (i) incorporar ferramentas digitais e softwares de plano de corte de chapas; (ii) implementar parcerias para reaproveitar retalhos de MDF na produção de outros objetos; (iii) adotar o design e a responsabilidade socioambiental como fator de competitividade, contribuindo para o desenvolvimento local sustentável nos âmbitos social, econômico e ambiental;

## 5.3. Diretrizes preliminares de design: palestra MPes

Em 2016 (maio), o grupo de pesquisa promoveu uma palestra para as MPes do setor moveleiro local, com o intuito de apresentar as diretrizes preliminares elaboradas durante a pesquisa e discutir caminhos para tornar possível sua implementação. A palestra, realizada na Universidade Federal de Uberlândia (UFU), contou com a presença de apenas cinco empresários do setor, de um total de 40 convidados (via e-mail e contato telefônico).

O baixo índice de participação dos empresários serviu de reflexão para algumas questões principais, dentre elas: a falta de interesse sobre o tema ou falta de disposição das empresas para adotar novas posturas; a falta de percepção e/ou reconhecimento dos empresários sobre o sério problema ambiental e gerencial enfrentado atualmente pelo setor; a falta de conhecimento sobre a

Fase inicial de implementação de estratégias: refere-se a ações imediatas e simples, a serem aplicadas nos três primeiros meses, que visam melhorias rápidas à organização da empresa.

**1** Separar resíduos em recipientes conforme suas características, como: MDF, Serragem, Plástico/Papel, Vidro, Metal (Fig. 1);



Figura 1: Exemplo de recipientes para separação de resíduos.

**2** Colocar recipientes em locais de fácil acesso, e que não atrapalhe a circulação dentro da empresa;

**3** Identificar recipientes com etiquetas especificando o nome dos materiais;

FIGURA 7

**4** Separar sobras maiores de painéis (MDF, compensados, etc) e organizar em estantes;

**Como fazer?**

- Organizar as sobras de chapas com o auxílio de prateleiras (Fig. 2) ou divisórias no chão, na posição vertical e horizontal;
- Classificar sobras de material: retalhos de MDF, MDF, compensados, laminados, e outros materiais passíveis de reaproveitamento. Os retalhos poderão ser organizados em prateleiras e classificados quanto: o tipo, espessura, acabamento, cor, dimensão, formato (retangular, quadrado, régua);



Identificar nos locais de armazenamento o padrão de classificação adotado:

- Tipo: régua;
- Peças de 15mm, MDF, preto;
- Peças de 6mm, compensado laminado.



Figura 2: Exemplo de estante para separação de peças.

**5** Instalar coletores de pó.

**OBSERVAÇÃO:** É importante omitir o espaço antes de definir o local a ser instalado, para que os tubos conectados aos coletores e máquinas não atrapalhem a passagem dos funcionários, evitando também acidentes no trabalho.

Empresas que oferecem os coletores de pó em Uberlândia/MG:



- Empresa 1 – Terry Máquinas**  
End.: Rua República de Prata, 528, Maria Helena. Telefone: (34) 42918193
- Empresa 2 – Leo Madeiras**  
End.: Av. Marcos de Freitas Costa, 1820, Bairro?, Telefone: (34) 32550009
- Empresa 3 – Afar Máquinas**  
Av. Floriano Peixoto, 4422, Bairro Custódio Pereira. Telefone: (34) 32275003
- Empresa 4 – Maddiani**  
Av. Paulo Roberto Cunha Santos, 2285, Presidente Roosevelt. Telefone: (34) 32302333
- Empresa 5 – MAÇSES MÁQUINAS**  
Av. Vasconcelos Costa, 653, Martins. Telefone: (34) 32374044



FIGURA 8

Figura 5, 6, 7 – Diretrizes em Nível Operacional  
 Fonte: Alves (2017)

Fase de aplicação de estratégias planejadas, em que há uma consciência maior sobre os problemas, ou seja, refere-se a gestão da empresa, produção, e soluções que geram melhorias ao ambiente empresarial como um todo. Tais ações, de médio prazo, orientam a visão futura da empresa, a serem aplicadas do terceiro ao décimo mês.

- Estabelecer parcerias com ONGs e Instituições que recolhera material para reaproveitamento;

- Promover a melhoria da organização dos fluxos de produção, visando a consequente melhoria do ambiente de trabalho;

**Como fazer?**

Os equipamentos organizados conforme fluxo e de acordo com área de produção: armazenagem de Matéria Prima, área de Corte, Montagem, Acabamento, e Depósito de peças prontas.

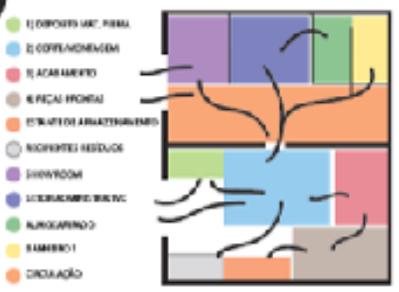


Figura 8: Exemplo de planta física de uma empresa.

Figura 8: Diretrizes em Nível Tático  
 Fonte: Alves (2017)

Fase que define um cenário futuro da empresa, resultado das ações anteriores, e definidas na 1ª e 2ª etapa de trabalho. Deverão ocorrer nos últimos meses de implementação.

- Uso efetivo de softwares e ferramentas específicas de planejamento de corte de chapas, visando a máxima redução no desperdício de material;

**Como fazer?**

Programar cortes de chapas por meio de programas como: Corte Certo, PROMOB e outros.

- Parcerias para o reaproveitamento de MDF na produção de outros objetos;

**Como fazer?**

Parceria com Universidade para concepção dos projetos, e ONG's e instituições que reaproveitam material por meio dos projetos da Universidade;

- Empresários conscientes sobre a Responsabilidade Sócio-ambiental da empresa, desde a concepção do projeto até sua fase de destinação final, com vistas a atuar de maneira responsável social, econômica e ambientalmente;

**Como fazer?**

Buscar seguir etapas de trabalho propostas, como uma continuação, para uma empresa mais competitiva e rentável.

FIGURA 9

Figura 9: Diretrizes em Nível Estratégico  
 Fonte: Alves (2017)





**Figura 12:** Esquema geral Matriz SWOT  
**Fonte:** Google images

	PONTOS FORTES	PONTOS FRACOS
INTERNO	O que a empresa faz para alavancar sua capacidade de cumprir a missão?	Quais as deficiências significativas (vulnerabilidades) para cumprir a missão da empresa?
	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
EXTERNO	O que ocorre fora da empresa (ambiente externo) que é favorável ao cumprimento da sua missão?	O que ocorre fora da empresa (ambiente externo) que pode inviabilizar o cumprimento da sua missão?

**Tabela 1:** Esquema geral Matriz SWOT  
**Fonte:** Acervo de Pesquisa (2016)

de propaganda? Existem parcerias com profissionais de Design no desenvolvimento de projetos e na organização do seu espaço de trabalho?

• **Infraestrutura:** Quais são as qualidades do ambiente de trabalho da empresa (ex. espaço, iluminação, ventilação), bem como dos equipamentos utilizados, por ex., o uso de coletores de pó, localização, fluxo de produção, acessibilidade, entre outros?

• **Recursos Econômicos:** Quais são as qualidades do ambiente de trabalho da empresa (ex. espaço, iluminação, ventilação), bem como dos equipamentos utilizados, por ex., o uso de coletores de pó, localização, fluxo de

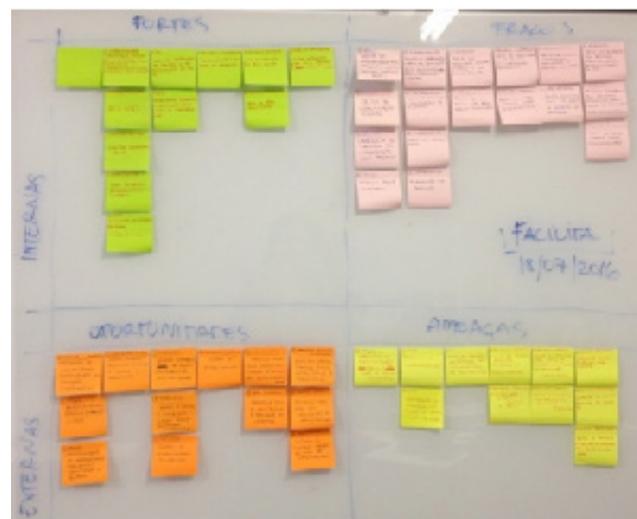
produção, acessibilidade, entre outros?

• **Recursos Tecnológicos:** A empresa utiliza equipamentos tecnológicos que contribuem para agilizar a produção, ou softwares de projeto e de planejamento de corte que modelam e calculam a quantidade de material gasto ou desperdiçado?

• **Recursos Humanos:** Há funcionários específicos/exclusivos atuando na gestão da empresa, com formação na área de gestão e administração? Há profissionais de projeto (designer ou arquitetos) atuando no desenvolvimento dos projetos? Qual a preocupação com as questões ambientais? Os funcionários possuem formação técnica para a produção dos móveis, ou aprenderam na empresa? Há algum treinamento na empresa?

• **Aspectos Ambientais:** Qual o nível de conhecimento da empresa sobre sustentabilidade, e o processo de gestão dos resíduos da produção? Por ex: separação e/ou classificação do material durante a produção? Há reaproveitamento dos resíduos? A empresa tem conhecimento sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Lei nº 12.305 /10). Existe uma preocupação com a destinação correta final dos resíduos (ex. aterro sanitário, locais inapropriados).

Após o detalhamento de todos os aspectos, foram realizadas análises por meio de um quadro de post-its (Figuras 13 e 14) de cada MPE selecionada. Os ambientes empresariais internos e externos foram separados por cores, sendo: (i) forças (verde); (ii) fraquezas (rosa); (iii) oportunidades (laranja); e (iv) ameaças (amarelo);



**Figura 13:** Análise SWOT manual  
**Fonte:** Acervo de Pesquisa (2016)



**Figura 14:** Análise SWOT digital  
**Fonte:** Acervo de Pesquisa (2016)

Aos documentos de análise individual das MPEs, foi anexado um esquema do layout da empresa (figura 15), de modo a compreender o fluxo do local e quais as condições mais carentes de melhorias. Os esboços foram de grande auxílio para definir, em termos de infraestrutura, quais os pontos positivos e negativos da instalação/localização da MPE, identificando as contribuições da pesquisa para o local.

Em linhas gerais, a planta esquemática do layout da empresa ressaltou aspectos como: a) recebimento de material; b) espaço para corte de peças; c) montagem de peças; d) pintura de peças; e e) finalização dos produtos. Buscou ainda identificar os demais espaços comuns e privativos da empresa, tais como: vestiários e/ou instalações sanitárias, copa/cozinha, escritórios, sala de reuniões, dentre outros.

As análises foram essenciais para compreender melhor os problemas enfrentados por cada empresa e as oportunidades de melhorias. Além disso, possibilitaram a

criação de um panorama comparativo de como estes problemas se repetem em cada empresa. Por fim, as análises contribuíram para reforçar a necessidade de uma ação colaborativa na busca por soluções efetivas.

### 5.5. Análises individuais MPEs: Matriz SWOT x Metodologia

Como apresentado anteriormente, o Manual de Boas Práticas (Figura 16) foi elaborado para orientar MPEs na adoção de práticas mais sustentáveis, inicialmente com baixo grau de complexidade, por meio de processos contínuos a serem realizados no cotidiano da empresa. Consolidadas com base nos conceitos do Design Estratégico para Sustentabilidade, as diretrizes corresponderam a intervenções empresariais em três níveis.

O documento contempla, assim: a) apresentação da pesquisa e dos objetivos pretendidos; b) o atual contexto do setor moveleiro de Uberlândia; c) definição dos níveis do design: operacional, tático e estratégico; d) propostas

para o Nível Operacional – propostas em nível imediato; e) propostas para o Nível tático – segunda etapa da implementação a partir de ações planejadas; f) propostas para o Nível estratégico – definição da visão futura da empresa, fase de consolidação de parcerias com outras instituições e adoção integração das estratégias propostas; e g) conclusão.

De maneira geral, o manual abrange etapas de ação a serem seguidas nas empresas e os processos de organização, como por exemplo: controle de materiais e resíduos, uso de coletores de pó, técnicas para um melhor fluxo de trabalho, entre outros aspectos. Apresenta ainda possíveis ONGs e instituições parceiras que podem contribuir para o desenvolvimento das diretrizes propostas.

Dentre os aspectos positivos, o manual auxilia empresas em estratégias inicialmente simples (operacionais), que nos casos estudados, não haviam sido consideradas pelos empresários do setor. Além disso, poderia contribuir, em casos de planejamento e implementação de ações táticas futuras, para uma melhor organização empresarial, no que se refere a questões de logística e fluxo do local. O documento também busca conscientizar sobre o papel dos empresários do setor para a implementação de ações que visem uma melhor organização, gestão, produção e descarte de produtos.

Devido à resistência à mudança de postura e dos padrões gerenciamento interno bem como de fatores tais como a sobrecarga de trabalho vivenciada no cotidiano das MPEs, a adoção de estratégias propostas no Manual de Boas Práticas deverá considerar um acompanhamento mais direto, e um período de médio a longo prazo. A partir desse momento, e com planejamento, as propostas poderão gerar um impacto positivo mais efetivo, envolvendo novos empresários e os benefícios tanto para o meio empresarial quanto para o socioambiental.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa junto ao Setor Moveleiro de Uberlândia/MG serviu para identificar os significativos problemas locais enfrentados, principalmente no que se refere ao grande volume de resíduos provenientes da produção sob medida bem como à falta de apoio necessária de órgãos como SINDMOB e PMU na busca por soluções efetivas. Além disso, a ausência do design, como suporte técnico ou estratégico dentro da empresa, no sentido de orientar ações de melhorias na gestão, organização e fabricação dos produtos, também tem contribuído para prolongar o ciclo operacional vicioso das Micro e Pequenas Empresas do município.

As visitas de campo e a análise dos questionários permitiram a constatação do pouco reconhecimento dos empresários do setor e de instituições como Sindicato e Governo Local sobre a gravidade da situação ambiental vivenciada. Pode-se afirmar, porém, que esta não é uma realidade isolada no país, e pode ser facilmente encontrada em outras regiões consideradas polo de produção – tanto moveleira quanto de outras especialidades.

Contudo, é grave também constatar o desconhecimento dos empresários e instituições quanto às propriedades químicas (tóxicas) dos painéis de MDF, bem como das diretrizes que integram a Política Nacional de Resíduos Sólidos, o que contribui para o adiamento na tomada de decisões e a adoção de novas posturas. Somado à isso, destaca-se o pouco interesse (especialmente das empresas que haviam aceitado participar da pesquisa) verificado pela desistência de colaboração durante o andamento desta: ou seja, das 22 MPEs consultadas e de acordo a colaborar, somente 13 foram efetivamente analisadas. As demais não viabilizaram horários de visitas e/ou preenchimento dos questionários.

Com relação à mudança do cenário interno nas empresas, a partir da utilização dos documentos gerados, ainda não é possível afirmar se houve alterações na percepção empresarial sobre a importância do Design como abordagem estratégica competitiva. Destaca-se, porém, que mudanças efetivas requerem acompanhamento sistemático, por todas as partes envolvidos, o que nem sempre é possível, tanto em função das demandas cotidianas das empresas quanto da carência de pesquisadores para realizar ações individuais.

Como resultados positivos, destacam-se a atualização de dados do setor e a elaboração de diretrizes estratégicas de design, que servirão de base para futuras pesquisas. Conforme afirma Manzini (2008), a mudança rumo a um cenário mais sustentável demandará um longo período de transição. Logo, as iniciativas, ainda que pontuais, que contribuam para aumentar o conhecimento do setor, coletando dados, aproximando atores, sejam eles universidade, empresa, instituições de suporte, são essenciais.

Outro aspecto importante a ser considerado são as pressões de normativas ambientais para a adequação das operações produtivas, em todos os setores, em diferentes níveis, nacionais mas principalmente internacionais. Tendo em vista as mobilizações crescentes em defesa do meio ambiente para a adoção de práticas e soluções mais sustentáveis, da própria conscientização dos consumidores com relação aos produtos, espera-se que, em breve, os empresários, de maneira ampliada, assumam

suas responsabilidades previstas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos de 2010, ainda pouco efetivadas.

Pesquisas futuras deverão, certamente, contemplar uma visão mais coletiva, no sentido de envolver pequenos grupos interessados em implementar as diretrizes preliminarmente propostas nesse estudo e/ou adaptadas às realidades dos atores envolvidos e, gradualmente, contribuir para a difusão das iniciativas.

Acredita-se, porém, que a conscientização individual e as pequenas transformações cotidianas devam começar a ocorrer no curto prazo, tanto no contexto das micro e pequenas empresas quanto nas instituições de apoio e suporte (por ex. Sindicato, Sebrae, Senai), pois os impactos positivos da mudança sustentável demandam estratégias de médio e longo prazo que, por sua vez, exigem ações imediatas.

## REFERÊNCIAS

ABRÃO, Júlia S. **Design e criatividade no setor moveleiro de Uberlândia/MG**: Estratégias sustentáveis para a redução dos resíduos da produção. Relatório Final de Pesquisa de Iniciação Científica em Design. PIVIC. FAPEMIG 2017-0569. Orientador: Viviane dos Guimarães Alvim Nunes. 2017.

ALVES, Maria Gabriela V. **Design como contribuição para as Práticas Sustentáveis das micro e pequenas empresas moveleiras do Triângulo Mineiro**. Relatório Final de Pesquisa de Iniciação Científica em Design. PIVICMG2016/SAP048. Orientador: Viviane dos Guimarães Alvim Nunes. 2017.

BEST, K. **Design Management. Managing design strategy, process and implementation**. Switzerland: AVA Publishing SA, 2006.

COSTA, F. C. X. da; SCALETSKY, C. C.. **Design Management Design Estratégico**. São Paulo: SP: 9º Congresso Brasileiro de Pesquisa em Design. Outubro, 2010.

FRANZATO, C. **O design estratégico no diálogo entre cultura de projeto e cultura de empresa**. Strategic Design Research Journal, 3 (3): 89-96 setembro-dezembro 2010.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (organizadores). **Métodos de Pesquisa**. Coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS e SEAD/UFRGS. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009

MANZINI, E. (2008). **Design para inovação social e sustentabilidade**: Comunidades criativas, organizações colaborativas e novas redes projetuais. Coord. tradução Carla Cipolla; Rio de Janeiro: E-papers, (Cadernos do Grupo de Altos Estudos; v.1), 2008.

MOZOTA, B.B., KLOPSCH, C., COSTA, F. C. X. (2012). **Gestão do design**: usando o design para construir valor e marca e inovação corporativa. Tradução: Lene Belon Ribeiro; revisão técnica; Gustavo Severo Borba. Porto Alegre: Bookman, 2011.

NUNES, V. G. A. **Design Pilot Project as a Boundary Object**: a strategy to foster sustainable design policies for Brazilian MSEs. Milan, Italy: PhD Thesis in Design. INDACO Department, Polytechnic of Milan. Oct, 2013.

OLIVEIRA, P; ALVARENGA, A; PAES, F; FEITOSA, F; & SILVA, J. **Cadeia produtiva da movelaria**: o polo moveleiro do Triângulo Mineiro. Viçosa/MG: EPAMIG. 2012

ROCHA, C., BREZET, Han. **Product-oriented environmental management systems**: a case study. The Journal of Sustainable Product Design, Issue 10, pp. 30-43. 1999.

SANTOS, Aguinaldo dos; VEZZOLI, Carlo; CORTESI, Sara. **The Design Role On Corporate Social Responsibility**. LeNS. Version 03/11/08. 2008, 60p.

SENAI, FIEMG, SEBRAE, & SINDMOB. **Diagnóstico empresarial das indústrias moveleiras de Uberlândia e Região**. Uberlândia: Sistema FIEMG. Pool Comunicação. 2006.

TEIXEIRA, J. A.. **O Design Estratégico na melhoria da competitividade das empresas**. Tese de Doutorado em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, SC, 2005.

TIRONI, M.R.. **“Conexões” Design Estratégico e economia criativa**: inovação além do design de moda. 10º colóquio de moda, 7ª Edição Internacional, 1º Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Design e Moda, 2014. Caxias do Sul: RS.

ZURLO, F.; NUNES, V. d. G. A. **Designing Pilot Projects as Boundary Objects**: a Brazilian case study in the promotion of sustainable design. Springer Briefs in

Applied Sciences and Technology. Heidelberg/New York/ Dordrecht/London: PoliMI SpringerBriefs. ISBN 978-3-319-23140-2. 2015

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPEMIG pela bolsa de iniciação científica concedida à Geovana Blayer R. De Assis. Agradecemos ainda aos alunos que participaram desta etapa da pesquisa: Hugo Teixeira Guimarães Ribeiro Resende, Júlia Souza Abrão, Maria Gabriela Vieira Alves.

### AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8033-8591>

**GEOVANA BLAYER RIBEIRO DE ASSIS**, Mestranda em Arquitetura e Urbanismo. | Universidade Federal de Uberlândia | Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU/UFU) | Uberlândia, MINAS GERAIS (MG) - BRASIL | Correspondência para: (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design - FAUeD I Av. João Naves de Ávila, 2121 - Bairro Santa Mônica I Uberlândia - MG - CEP 38400-902) I E-mail: [geovanablayer@yahoo.com](mailto:geovanablayer@yahoo.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3357-4492>

**VIVIANE DOS GUIMARÃES ALVIM NUNES**, Phd em Design. | Universidade Federal de Uberlândia | Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU/UFU) | Uberlândia, MINAS GERAIS (MG) - BRASIL | Correspondência para: (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design - FAUeD I Av. João Naves de Ávila, 2121 - Bairro Santa Mônica I Uberlândia - MG - CEP 38400-902) I E-mail: [viviane.nunes@ufu.br](mailto:viviane.nunes@ufu.br)

### COMO CITAR ESTE ARTIGO

ASSIS, Geovana Blayer Ribeiro de; NUNES, Viviane dos Guimarães Alvim. O Design Como Abordagem Estratégica Para Fomentar o Desenvolvimento Sustentável de MPES do Setor Moveleiro do Triângulo Mineiro/Brasil. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 135-147, jun. 2019.** ISSN 24473073. Disponível em: <<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.135-147>.

**DATA DE ENVIO:** 20/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 22/04/2019



# OLHARES SOBRE A DRENAGEM EM BRASÍLIA: EXPANSÃO URBANA E INFRAESTRUTURA SOCIOECOLÓGICA NA SERRINHA DO PARANOÁ, DF

*A GLANCE OVER URBAN DRAINAGE IN BRASÍLIA: URBAN EXPANSION AND SOCIOECOLOGICAL INFRASTRUCTURE IN "SERRINHA DO PARANOÁ", DF*

CÁTIA DOS SANTOS CONSERVA | UNB  
LIZA MARIA SOUZA DE ANDRADE, Dra. | UNB  
DANIEL RICHARD SANT'ANA, Dr. | UNB  
DANIELA JUNQUEIRA CARVALHO | UNB  
MARIA ELISA LEITE COSTA, M.Sc. | UNB  
SÉRGIO KOIDE, Dr. | UNB

## RESUMO

O presente artigo tem o objetivo de analisar como os processos de expansão urbana impactam a sociedade e o meio ambiente, investigando interferências na drenagem de águas pluviais. Tem como estudo de caso o Projeto de expansão urbana do SHTQ - Setor Habitacional Taquari, também conhecido como Serrinha do Paranoá, em Brasília. Tem motivação justificada pela lacuna na literatura no que diz respeito a relacionar aspectos de crescimento urbano com o escoamento superficial. A análise foi feita com emprego da abordagem metodológica da Socioecologia, aquela que analisa criticamente as interações entre o homem e recursos naturais. Os resultados indicam aumento de até 165% na vazão máxima pelo cálculo simplificado, e de 98 % por meio de simulação hidrológica do modelo SWMM, caso a urbanização seja feita nos moldes do projeto elaborado pela Administração Pública. Os resultados demonstraram que o uso das soluções de baixo impacto como biovaletas representa diminuição da vazão máxima de escoamento, com ganhos para a produção das águas.

**PALAVRAS CHAVE:** Drenagem; Expansão Urbana; Socioecologia

## ABSTRACT

*The scope of this paper is to analyse the ways urban expansion processes impacts society and the environment, emphasizing rainfall drainage. The aim of this study is the Urban Expansion Project for the Taquari Housing Sector, SHTQ, also known as "Serrinha do Paranoá", in Brasília. The reason for the study is to fulfill a gap regarding aspects of urban growth and run off. The analysis consists of the socioecological methodology, the one that critically analyzes the interactions between humans and natural resources. The investigation consists of the socioecological methodology, which recognizes the interactions between humans and natural resources. The results indicate growth up to 165% in the maximum run off output rate by simplified calculations, and of 98% through hidrological SWMM model simulation, if the urbanizing process follows the project elaborated by the public administration. The results showed that the use of low impact solutions, as infiltration swales, represents a decrease in run off, with gains for the production of water.*

**KEY WORDS:** Drainage; Urban Expansion; Socioecology



## 1. INTRODUÇÃO

A relação entre projetos de expansão urbana em áreas ambientalmente sensíveis e a proteção do meio ambiente, com recorte na questão da drenagem em tempos de crise hídrica é o tema do presente artigo. Percebe-se, na literatura, uma lacuna a respeito de estudos que tenham foco na análise crítica da relação entre formas predatórias de expansão do território e o aumento no escoamento superficial, na vazão máxima de lançamento, em um contexto de crise hídrica.

As causas da crise hídrica, no caso de Brasília, estão relacionadas ao agravamento do desmatamento do cerrado pelo agronegócio e pela urbanização com crescimento populacional contínuo sem o aporte concomitante das obras estruturantes.

As modificações no solo afetam diretamente as funções de uma bacia hidrográfica. Superfícies impermeáveis e solos compactados filtram menos água, o que aumenta o escoamento superficial e diminui a infiltração da água no solo (ANDRADE, 2014). Na medida em que a ocupação urbana tende a ocupar áreas sensíveis ambientalmente, com remoção da cobertura vegetal nativa e aumento da impermeabilização do solo, a urbanização gera impactos negativos ao ciclo hidrológico natural.

É neste contexto que em Brasília assiste-se à promoção de vários loteamentos idealizados pela Administração Pública em áreas consideradas ambientalmente sensíveis. Dentre eles, o projeto de expansão do SHTQ, área considerada de elevada sensibilidade ambiental por tratar-se de área de vegetação preservada, divisora de bacias, produtora de água para o Lago Paranoá, o qual já está em processo de assoreamento e configura, em um contexto de crise hídrica, manancial de abastecimento para mais de 600 mil pessoas (ANDRADE et al, 2018). No presente artigo, a Serrinha do Paranoá será estudada no Trecho 2 da Etapa 1, alvo de projeto elaborado na década de 90 pela TERRACAP - Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal, como expansão do Trecho 1, já consolidado.

A respeito deste projeto, a comunidade da Serrinha do Paranoá vislumbra problemas relativos a impactos ambientais pelo desmatamento e impermeabilização do solo, que poderão deteriorar a qualidade e a quantidade das águas produzidas para o Lago Paranoá (ANDRADE et al, 2018). Com essa preocupação a comunidade da Serrinha do Paranoá, em 2017, procurou o MPDFT – Ministério Público do Distrito Federal e Territórios, o qual, juntamente com a sociedade e o Grupo de Pesquisa “Água e Ambiente Construído” da FAU/UnB – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, no

âmbito do Projeto de Pesquisa “Brasília Sensível à Água” (GDF, 2018), organizou uma Audiência Pública intitulada “Escassez Hídrica no DF”. Como resultado desta Audiência foi organizado o Seminário “O Lago Paranoá e a Crise Hídrica: Desafios do Planejamento Urbano para Brasília”, em parceria entre o MPDFT, organizações da sociedade civil e a Universidade de Brasília, além de contribuições temáticas de vários setores do GDF – Governo do Distrito Federal. Tendo o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ como estudo de caso, o Seminário demonstrou o agenciamento de eventos e atores para a gestão compartilhada da água na bacia hidrográfica do Lago Paranoá (ANDRADE et al, 2018).

A relevância dos resultados do Seminário motivou a emissão, pelo MPDFT, em 2017, do Termo de Recomendação 09/2017, no qual recomendou a suspensão da Licença de Instalação LI 059/2014 emitida para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, bem como a adoção de modelos de desenho urbano que sejam sensíveis à água e considerem critérios de proteção ambiental que respeitem os limites da capacidade de suporte do Lago Paranoá (ANDRADE et al, 2018). A LI 059/2014 foi suspensa em novembro de 2017 e assim permanece até o momento da escrita do presente artigo. Considera-se que o estudo do caso do SHTQ se justifica pela possibilidade de oferecer uma contribuição crítica para as discussões sobre processos de expansão urbana, preservação ambiental e drenagem em ocupação urbana de áreas ambientalmente sensíveis.

### 1.1 OBJETIVO

O artigo tem como objetivo analisar a relação entre processos de projeto de expansão urbana e drenagem. A análise investiga impactos resultantes de projetos de drenagem elaborados com padrões de infraestrutura convencionais face ao desenho urbano sensível à água com técnicas da infraestrutura Socioecológica, seus impactos no escoamento superficial e na vazão máxima de lançamento.

### 1.2 METODOLOGIA

A análise pressupõe a água como eixo metodológico de pesquisa ao abordar aspectos da expansão urbana através dos impactos na drenagem de águas pluviais, tendo em vista o estudo dos projetos urbanístico e de drenagem elaborados pela Administração Pública para o SHTQ Trecho 2 Etapa 1. Tem como método de análise a Abordagem Socioecológica, aquela que identifica como a interação homem-meio ambiente está relacionada com

os processos socioeconômicos, e as consequências de mudanças nos padrões de uso de recursos (BUSCHBACHER, 2014). A caracterização da área de estudo norteou a construção da base de dados para o cálculo simplificado da vazão máxima de lançamento com o Método Racional para três cenários, definidos de acordo com a Tabela 1, Figuras 1 a 3.

Cenários	Descrição
1	Pré-desenvolvimento Vegetação Preservada e pouca atividade antrópica. É o cenário atual do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.
2	Ocupação Urbana ocupação urbana com projeto nos moldes do projeto proposto pela TERRACAP.
3	Ocupação urbana + Infraestrutura Socioecológica Ocupação urbana, porém com o uso de biovaletas ao longo das vias e curvas de nível nos moldes do projeto conceitual do projeto “Brasília Sensível à Água” (2018) da FAU/UnB.

**Tabela 1:** Cenários de Análise Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.

**Fonte:** Os Autores, 2018.



**Figura 1:** O Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ em cenário pré-desenvolvimento.

**Fonte:** Conserva, 2019, adaptado de Google Earth, 2018.

A Figura 2, relativa ao cenário 2, é um desenho conceitual baseado no projeto TERRACAP – MDE 019/2016 com sobreposição dos parâmetros da LUOS – Lei de Uso e Ocupação do Solo, Lei Complementar nº 948, de 16 de janeiro de 2019.

A LUOS estabelece os critérios e os parâmetros de uso e ocupação do solo para lotes e projeções localizados na Macrozona Urbana do Distrito Federal. Compreende instrumento complementar das políticas de ordenamento territorial e de expansão e desenvolvimento urbano do Distrito Federal. Na Figura 3, o Trecho em cenário de ocupação urbana mais biovaletas em desenho conceitual elaborado pelo projeto “Brasília Sensível à Água” em atendimento a solicitação do MPDFT.



**Figura 2:** O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, cenário 2..

**Fonte:** Conserva, 2019, baseado em TERRACAP, MDE 019/2016



**Figura 3:** O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, cenário 3.

**Fonte:** Brasília Sensível à Água, 2019

O Método Racional faz uso de uma simplificação para relacionar a vazão escoada com a intensidade da chuva precipitada sobre a área de drenagem, descontadas as perdas associadas com os demais processos do ciclo hidrológico (MIGUEZ et al, 2016). O Método Racional não considera o retardamento natural do escoamento e pressupõe chuva com intensidade constante e uniformemente distribuída na bacia hidrográfica em toda a sua duração.

Os resultados do cálculo da vazão máxima pelo método simplificado para os cenários 1 e 2 foram comparados aos resultados com a simulação do modelo SWMM – “Storm Water Management Model”, Modelo de Gestão de Drenagem Urbana, com método SCS, “Soil Conservations Service”, para geração do escoamento superficial, feitos por Carvalho (2018). O SWMM, da EPA - “U.S. Environmental Protection Agency”, Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos, é um modelo que simula a quantidade do escoamento superficial, especialmente em áreas urbanas (ROSSMAN, 2010). Trata-se de um programa gratuito e de código aberto que trata variáveis hidrológicas, hidráulicas e de qualidade da água, criado para modelar sistemas de drenagem urbanos.

## 2. EXPANSÃO URBANA E DRENAGEM

A água, como elemento indispensável à vida humana, tem sido fator de relevância na localização e desenvolvimento

das cidades, as quais se desenvolveram, em sua grande maioria, no entorno de corpos d'água.

Neste sentido, Benevolo (2011) exprime a cidade como uma criação histórica que teve início com eventos envolvidos na relação de proximidade com corpos d'água, a partir das possibilidades agrícolas em detrimento do nomadismo. Para ele a cidade cresce a partir das grandes mudanças na organização produtiva que transformaram a vida cotidiana do ser humano.

Benevolo (2001) e Miguez et al (2016) assumem que após a Revolução Industrial as atividades humanas passam a refletir grandes impactos ao meio ambiente natural. Após a transformação para um mundo eminentemente urbano, as cidades, densamente populosas, começaram a sofrer profundas alterações em seus processos de consumo dos recursos naturais como um todo.

Um sistema de drenagem é altamente influenciado pela urbanização (MIGUEZ et al, 2016). A urbanização causa o aumento do escoamento superficial e da vazão máxima, com diminuição da evapotranspiração e da formação das águas subterrâneas (ANDRADE, 2014). Sob o pretexto do higienismo, aquele no qual a ênfase está no rápido transporte das águas pluviais ao exutório através de redes e galerias, o planejamento urbano imaginou ser possível prescindir da cobertura vegetal.

Solos foram impermeabilizados, aumentando o escoamento superficial e linhas de drenagem naturais foram substituídas por galerias pluviais projetadas para conduzir as águas de forma rápida e invisível, expediente sinistro que transfere o volume indesejado de água para uma comunidade mais a jusante (PELLEGRINO et al, 2017). A urbanização gera impactos ambientais na medida em que a ocupação urbana tende a ocupar áreas sensíveis ambientalmente, acumulando degradações no ambiente natural.

Em Brasília, tal análise da relação ocupação do espaço urbano e impactos ambientais é emblemática. A drenagem urbana foi preocupação desde a concepção do Plano Piloto, em cujo relatório observa-se, após o traçado do "X" no chão, um esboço de preocupação com a questão da drenagem: "Procurou-se depois a adaptação à topografia local, ao escoamento natural das águas." (CODEPLAN, 1991).

Não se esperava, porém, que Brasília fosse se expandindo para além do Plano Piloto por meio de grandes pressões para o parcelamento do solo para fins urbanos, cujos impactos nos sugerem uma desintegração e desconexão entre si e com os fluxos da natureza e das águas. Em Brasília, o crescimento não previsto culminou com um tipo de ocupação do território dentro e fora da Bacia do

Paranoá, sem o adequado provimento da infraestrutura adequada.

## 2.1. Olhares sobre a Drenagem Urbana: Do Convencional ao Desenho Urbano Sensível à Água

O sistema convencional de drenagem das águas pluviais possui como premissa de eficiência a promoção do rápido escoamento das águas das chuvas por redes subterrâneas a serem despejadas em rios e lagos (MIGUEZ et al, 2016). A urbanização tradicional é baseada na infraestrutura cinza monofuncional em que os sistemas de drenagem objetivam escoar a água o mais rápido possível, interferindo e bloqueando as dinâmicas naturais.

Porém, se observarmos a natureza, vemos que a drenagem das águas das chuvas acontece primeiramente com a interceptação nas copas das árvores, infiltração no solo, depois com a retenção natural, evaporação e, por último, com o escoamento superficial (HERZOG, 2010). Assim, vemos funções ecológicas importantes para promover a infiltração das águas das chuvas, reduzindo o impacto das gotas que compactam o solo, contribuindo para prevenir erosão e assoreamento de corpos d'água, favorecendo a mitigação de impactos ambientais

Contrastando com o sistema convencional de coleta e transporte, Andrade (2014) aborda padrões de desenho urbano com novos olhares sobre a questão da água direcionada e infiltrada no solo em padrões projetados para reduzir o fluxo, assegurando a produção das águas para os aquíferos. Neste sentido, buscando imitar a natureza, é que a infraestrutura Socioecológica aborda uma forma de desenho urbano que tenha consonância com o fluxo das águas, vegetação abundante e técnicas tais como biovaletas, visando evitar ao máximo que a água da chuva se transforme em escoamento superficial, maior causador de erosões e assoreamentos.

Neste sentido, conceito importante é o do WSUD, "*Water Sensitive Urban Design*", o Desenho Urbano Sensível à Água, programa que enfatiza a influência das configurações urbanas sobre os fluxos de recursos naturais. Visa assegurar que o desenvolvimento urbano e a paisagem sejam cuidadosamente projetados, construídos e mantidos de forma a minimizar os impactos sobre o ciclo da água no contexto urbano (ANDRADE, 2014). O desenho urbano sensível à água aplica técnicas e princípios de design responsivo ao clima e à saúde ecológica das paisagens terrestres e aquática. Associa os fatores socioeconômicos ao desenho urbano, buscando atender aos princípios de sustentabilidade para os assentamentos urbanos.

O conceito WSUD começou a ser usado em 1990 na Austrália (FLETCHER et al, 2015) com os objetivos de:

- a) Manejar o balanço das águas, considerando as águas subterrâneas e o escoamento superficial;
- b) Cuidar da qualidade das águas pelas vias da proteção da vegetação e minimização do transporte de poluentes;
- c) Integrar o manejo das águas com a paisagem;
- d) Manejo apropriado das águas de drenagem urbana para redução do escoamento superficial com minimização das áreas impermeabilizadas e soluções locais de infiltração;
- e) Uso de tecnologias ecológicas para minimização da infraestrutura convencional de drenagem.

Dentre os conceitos de desenho urbano em sintonia com a natureza, este trabalho vai fazer uso das estratégias LID – “*Low Impact Development*”, desenho de baixo impacto. O conceito de estratégias LID diz respeito a minimizar os impactos das águas urbanas através do uso do conceito de desenhar com a natureza (FLETCHER et al, 2015). Na minimização de tais impactos, um dos principais expoentes das estratégias LID está em proteger áreas de recarga de aquíferos com foco na redução do escoamento superficial pela urbanização. As estratégias LID têm sido amplamente utilizadas no modelo SWMM como dados de entrada a fim de quantificar os benefícios do uso destas técnicas no desenvolvimento urbano principalmente na redução dos volumes referentes ao escoamento superficial.

Alguns padrões LID em Infra Estrutura Socioecológica na visão de Andrade (2014) para drenagem urbana:

Visão Holística e Transdisciplinar dos fluxos da água, pois quando as políticas, planos do territórios e zoneamentos urbano, rural, manejo e recursos hídricos são feitos de forma integrada formando uma teia de relações entre a paisagem e a comunidade, todo o fluxo da água é favorecido, uma vez que é estudado em todas as suas variantes e especificidades (ANDRADE, 2014);

Quando a topografia possui elevada inclinação, a simples retirada da vegetação aumenta a velocidade do escoamento das águas pluviais, provocando erosões e assoreamentos nos corpos d'água, além de prejudicar as terras cultiváveis. (ANDRADE, 2014)

Técnicas de bioengenharia para contenção de muros, taludes, encostas e margens de cursos d'água, usando materiais inertes (pedras, troncos finos e flexíveis, bambu, muros de gabião, sacos com substrato, pneus) e vegetação (ANDRADE, 2014)

Canais de Infiltração em forma de valas de nível ou

valas construídas como faixas de umidade ao longo das curvas de nível do terreno, em forma de longas trincheiras rasas, que funcionam ao longo do contorno da paisagem para barrar o escoamento superficial, favorecer a agricultura e recuperar áreas degradadas. (ANDRADE, 2014)

Traçado das Vias em formatos que influenciem positivamente os fluxos das águas na Bacia Hidrográfica, garantam a manutenção da permeabilidade do solo e a hidrologia. A seleção de alternativa de desenho com vias curvilíneas e grandes macroparcelas pode resultar em redução de 26% no total de áreas impermeáveis. (ANDRADE, 2014)

Biovaletas ou Valas com vegetação e faixas de proteção. Integradas às características da paisagem em parques, jardins, projetos de ruas, podem ser usadas para transmitir o excesso de fluxo no transbordamento da água represada. Garantir a densidade suficiente para os diferentes tipos de vegetação a fim de proporcionar uma boa filtração. (ANDRADE, 2014)

Filtração das águas pluviais por meio de Jardins de Chuvas, em camadas médias de areia com vegetação. Em seguida a água é recolhida por tubos perfurados para o curso da água fluir para reutilização. A vegetação previne a erosão do meio filtrante, carrega os nutrientes e a água, além de gerar a quebra contínua da estrutura pelo crescimento da planta, evitando o entupimento do sistema e fornecendo biofilmes. Em áreas mais íngremes, barragens de verificação são necessárias para reduzir o fluxo de velocidades. Para inclinação mais suaves é importante garantir uma drenagem adequada para evitar alagamentos. (ANDRADE, 2014)

Cova de Árvore de jardins de chuva em interação com o ambiente construído para incorporar o tratamento de águas pluviais em ruas cujo escoamento desvia o fluxo para as covas das árvores. Constituem buracos que circundam as árvores para filtrar o escoamento das águas de chuvas por meio da vegetação. Um tubo perfurado é incorporado ao projeto para fornecer a subdrenagem para os canais de recepção e alagamento. (ANDRADE, 2014)

Pavimento Poroso. A instalação de pavimentos porosos proporciona maior absorção de água para o solo subjacente e diminui o escoamento da água poluída que é arrastada para os rios. Ocorre aumento da recarga de águas subterrâneas e melhora da qualidade da água. (ANDRADE, 2014)

Trincheiras de Infiltração em áreas industriais e áreas mais densas, também ao longo de ruas e avenidas para infiltração de água das áreas urbanas pavimentadas. Estruturas lineares pouco profundas que funcionam

como filtro e permitem o armazenamento e a infiltração da água no solo. (ANDRADE, 2014)

**Praças pequenas de Bairro para Infiltração.** As praças pequenas são utilizadas para infiltração das águas pluviais a partir de padrões espaciais como biorretenções, pequenas lagoas, zonas úmidas ou trincheiras de infiltração. (ANDRADE, 2014)

**Traçado do Terreno e Paisagismo.** Investigar os padrões de drenagem existentes no local logo nos primeiros riscos de projeto no terreno, estudando fluxos esperados, solo, topografia, precipitação, vegetação. Uso de plantas nativas e telas de proteção para filtrar as sujeiras que são carregadas com os cursos d'água, direcionando o escoamento das águas pluviais das vias, calçados e gramados para áreas de produção de alimentos e jardins. (ANDRADE, 2014)

**Tetos Verdes.** Os telhados verdes, além de reter boa quantidade das águas das chuvas, proporcionam melhoria na eficiência energética, na qualidade do ar (retenção de até 85% da poeira), na redução do barulho, na estética e no aumento da vida útil do telhado e na diminuição do volume das águas que iam para as galerias. (ANDRADE, 2014)

**A Infraestrutura Socioecológica,** em um conceito construído com a visão sistêmica, com as LID e o WSUD, aponta para a necessidade de que o controle de velocidade das águas seja feito, em primeiro lugar e principalmente, no local onde caem as chuvas, ou seja no interior dos lotes, praças, calçadas, vias e espaços públicos. Também na maneira como eles são desenhados, de forma que o desenho urbano favoreça a infiltração das águas o máximo possível e que somente após essa infiltração recorra-se a medidas de escoamento.

Os conceitos baseados nas LID e no WSUD foram recentemente cancelados pela ONU por meio do conceito NbS, "*Nature Based Solutions*", as Soluções Baseadas na Natureza propõem que o mundo deve trabalhar com a natureza, não contra ela. Reconhecem a importância do manejo sustentável das águas para a meta 6 da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Abrange soluções inspiradas e apoiadas pela imitação de processos naturais para melhorar a gestão da água (WWDR, 2018). As NbS apoiam a economia circular em contraste com a economia linear, promovendo maior produtividade dos recursos, reduzindo resíduos e evitando contaminação.

Com o estudo da infraestrutura na abordagem da Socioecologia pretende-se abordar novos olhares sobre a água urbana que considere a visão metropolitana do território, o direito à cidade e a resiliência do meio natural

### 3. ESTUDO DE CASO: O PROJETO DE EXPANSÃO URBANA DA SERRINHA DO PARANOÁ, TRECHO 2 ETAPA 1

O SHTQ, também conhecido como Serrinha do Paranoá, é área de expansão urbana prevista no documento Brasília Revisitada (1986) como a Asa Nova Norte, Figura 4. Lembrando que o documento Brasília Revisitada enfatiza a necessidade da proteção do meio ambiente quando da ocupação urbana: "Convém ainda destinar parte da Asa Nova Norte a parcelamento em lotes individuais, aproveitando a topografia, respeitada a proteção arborizada dos córregos e nascentes" (BRASILIA REVISITADA, 1986).

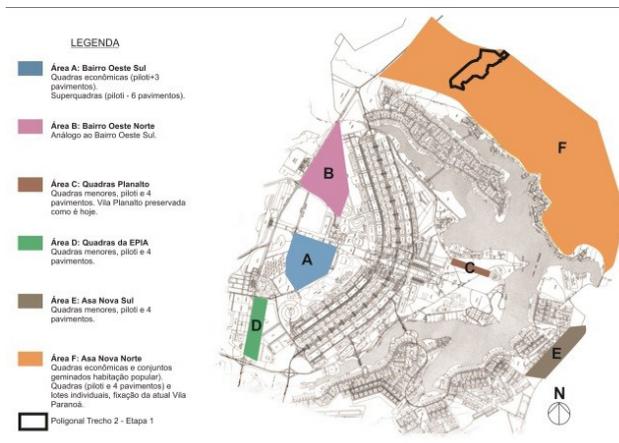


Figura 4: A polígono do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ na Asa Nova Norte do documento Brasília Revisitada.

Fonte: Conserva, 2019, adaptado de Brasília Revisitada, 1986.

Localizado entre as sub-bacias do Torto e do Lago Paranoá, o trecho faz parte do Grupo Hidrológico A com latossolos vermelho e amarelo (SEGETH, 2018). Trata-se de uma área de alta sensibilidade ambiental devido à existência de uma série de nascentes e cursos d'água que alimentam o Lago Paranoá, vegetação preservada e trechos com declividade acentuada.

A área destinada à implantação do Loteamento Trecho 02 do SHTQ pertence à RA XVIII, Lago Norte, com 223 ha. É desmembrada de área maior da Fazenda Brejo ou Torto, de propriedade da TERRACAP (MDE 019/2016), Figura 5.

O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ foi definido pela TERRACAP como expansão urbana do Trecho 1 já consolidado, Figura 6.

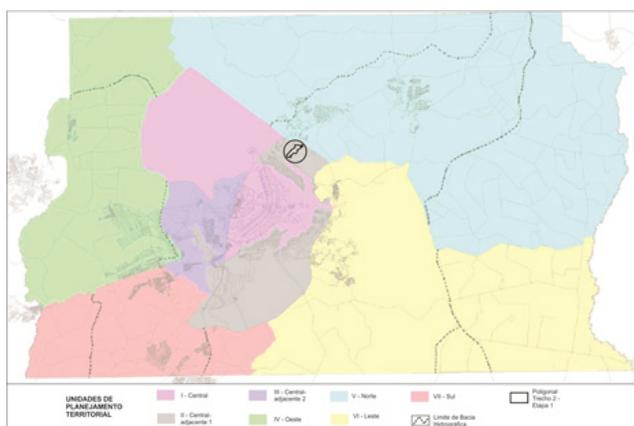
Está localizado na saída Norte de Brasília, mais especificamente na Unidade de Planejamento Territorial Centro Adjacente 1 (PDOT, 2009), conforme Figura 7.



**Figura 5:** Localização da área do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.  
**Fonte:** TERRACAP, MDE 019/2016

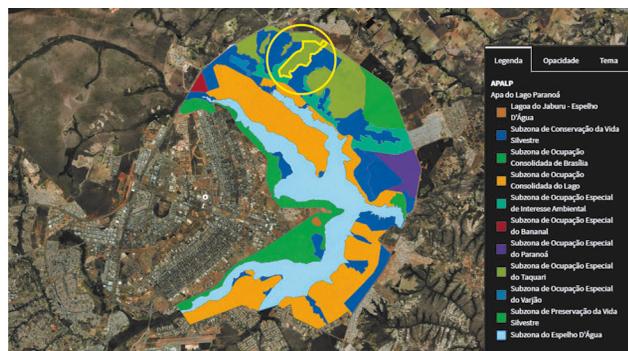


**Figura 6:** O Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.  
**Fonte:** TERRACAP, MDE 111/1999



**Figura 7:** A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ na Unidade de Planejamento Territorial Centro Adjacente 1.  
**Fonte:** Conserva, 2019, adaptado de PDOT/2009.

A região está inserida na Área de Proteção Ambiental – APA do Lago Paranoá como Subzona de Ocupação Especial do Taquari, Figura 8.



**Figura 8:** A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ na APA do Lago Paranoá.  
**Fonte:** Conserva, 2019, adaptado de SEGETH, 2018.

Também faz parte da APA do Planalto Central como Zona de Uso Sustentável, Figura 9. Ressalta-se que em Áreas de Proteção Ambiental é permitido um certo grau de ocupação humana, porém respeitando o objetivo básico de proteger a diversidade biológica conforme específica a Lei 9.985, de 18 de julho de 2000, a Lei do SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza.

A inserção do empreendimento nas APAs do Lago Paranoá e do Planalto Central constitui importante questão de sensibilidade ambiental da área objeto de expansão urbana do SHTQ. Como partes de regiões de APA, apesar de permitido um certo grau de ocupação, suas alternativas de desenvolvimento devem estar associadas a iniciativas relacionadas à qualidade ambiental, respeito às aptidões e à cultura local, pesquisa científica, extensão ambiental e turismo rural.

Em áreas de expansão urbana periféricas como é o caso da região da Serrinha do Paranoá, as ocupações devem ser direcionadas primordialmente para uso rural, mantendo suas funções ecológicas, de forma a permitir a passagem de pequenos animais, pólen, sementes, através da manutenção dos corredores ecológicos.

Do ponto mais a montante, na borda da DF 001 até a DF 005, a poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ apresenta desnível de 188 m (GOOGLE EARTH, 2008). A Figura 10 apresenta as curvas de nível de 5 em 5 m, demonstrando a declividade considerável do terreno ao sul da poligonal, fator de sensibilidade ambiental da região.

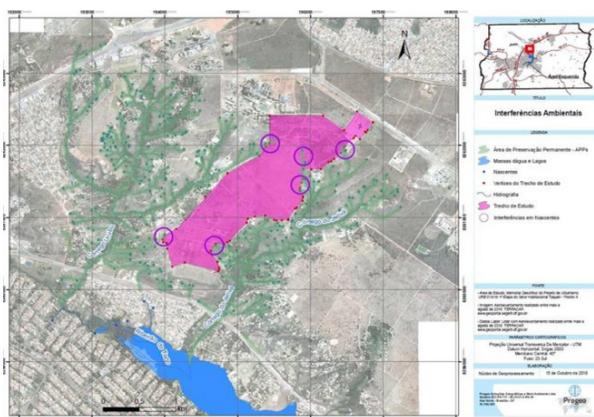
A declividade acentuada do terreno é fator que afeta a infiltração das águas no solo. Declividades acentuadas tendem a dificultar o contato da água com o solo em





**Figura 13:** A poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 sobre o mapa de Unidades Hidrográficas do DF, em SIRGAS 2000.

**Fonte:** Caio Henrique da Silva, estagiário sob supervisão dos Autores, 2019



**Figura 14:** A Poligonal do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ sobre o mapa de Áreas de Preservação Permanente do DF.

**Fonte:** PROGEO, 2018

Importante ressaltar que as Áreas de Preservação Permanente são definidas no Código Florestal, Lei 12.651/2012, como áreas com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas.

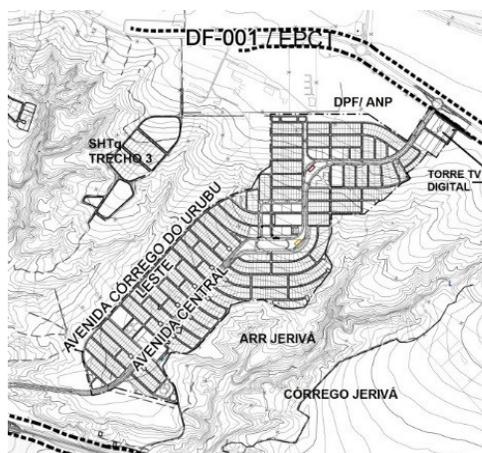
Dentre as APP determinadas no código florestal estão as calhas do leito regular dos rios em largura mínima de 30 metros. Estas regiões somente poderão ter ocupação urbana em caso de utilidade pública, interesse social ou baixo impacto ambiental, caso contrário, o proprietário destas áreas tem o dever de preservá-las com sua vegetação nativa. Este seria o caso da TERRACAP com relação às áreas de grande sensibilidade ambiental como é o caso do Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.

No entanto, a análise crítica da proposta de ocupação deste espaço, mostra a evidência de um desprezo à

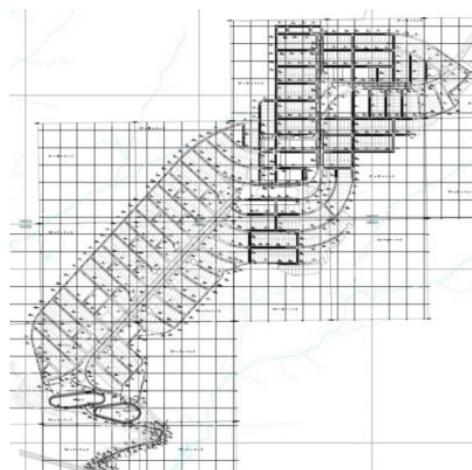
eminência de impactos sobre uma área que é de grande vulnerabilidade ambiental, recarga do Lago Paranoá, em um contexto de crise hídrica (ANDRADE et al, 2018). A análise da caracterização do local e dos mapas que demonstram a sensibilidade ambiental da região, remete a uma destituição do papel de efetividade nas diretrizes relacionadas à responsabilidade ambiental, recuperação de áreas degradadas e preservação do ecossistema do cerrado.

### 3.1 Análise dos Projetos de Urbanismo e de Drenagem para o Trecho 2 da Etapa 1

No presente artigo, o objeto de estudo é o projeto de urbanização, Figura 15, incluído o projeto de drenagem, Figura 16, para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ, elaborado pela TERRACAP em 1999 e revisado em 2016. A TERRACAP – Agência de Desenvolvimento do Distrito Federal, é vinculada ao Governo do Distrito Federal, tem como finalidade subsidiar políticas públicas que visem ao crescimento econômico e social em Brasília.



**Figura 15:** Projeto de Urbanização para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ. Fonte: TERRACAP, 2016.



**Figura 16:** Projeto de Drenagem para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ. Fonte: TERRACAP, 2016

MDE 111/99	NOTAS/DIRETRIZES/OPORTUNIDADES (ANDRADE, 2014)
O setor localiza-se dentro da poligonal da Área de Proteção Ambiental do Lago Paranoá que tem entre seus objetivos a recuperação e proteção qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos existentes na bacia, de modo a promover redução do assoreamento e dos níveis de poluição do Lago Paranoá. (Parte A, Fl. 3)	Para evitar o assoreamento é imprescindível a manutenção da cobertura vegetal. Preservação da mata ciliar e revegetação com plantas nativas do cerrado para aumentar a infiltração das águas. Uso de canais de escoamento e dispositivos que desloquem o fluxo da água para lugares de solo permeável a fim de permitir a recarga.
(...) assegurando um padrão urbanístico adequado às normas vigentes e preservando o meio ambiente em seus aspectos essenciais foi o que o Governo priorizou para evitar problemas ambientais advindos de uma ocupação desordenada em área de localização estratégica com vista privilegiada, alta acessibilidade. (Parte B, Fl.1)	A drenagem urbana depende em primeiro lugar do desenho urbano integrado aos elementos paisagísticos tanto naturais quanto planejados, forma de distribuição e densidade de edificações, escoamento e segurança da água, proteção contra cheias, saúde ecológica das paisagens terrestre e aquática, pavimentação, vegetação, encontros sociais no espaço para o bem estar social etc.
A área possui vocação hidrogeológica elevada para os padrões estabelecidos no DF, mas extremamente sensível às modificações ambientais. Fl. 3	A interface solo/vegetação/atmosfera tem forte influência no ciclo hidrológico, nesse sentido mudanças no uso do solo terão consequências climáticas que vão afetar o regime hídrico das bacias hidrográficas, alterar limites de várzea, forma e tamanho do leito e margens dos córregos, prejudicando todo o ecossistema aquático
NOVACAP - Os locais de lançamento de águas pluviais deverão ser licenciados pelo IEMA/ SEMATEC. (Parte B, Fl. 4)	O Desenho Urbano sensível à água busca a infiltração da água em primeiro lugar, não o escoamento. É preciso permitir a absorção da água da chuva em excesso e proteger contra alagamentos.
CAESB - ÁGUA - Aprova as alternativas elencadas como proposta para utilização, no entanto, ressalta a necessidade de utilização do ribeirão Bananal para complementação do sistema. (Parte B, Fl. 4)	Considerar a infiltração da água em nível macro, quem vai produzir água são as raízes das árvores a partir da infiltração das águas das chuvas e não o Ribeirão Bananal.
A estruturação de um eixo viário que corta a gleba no sentido Norte/Sul, assumindo a sinuosidade característica do relevo. (Parte B, Fl. 8)	As vias desempenham papel fundamental na drenagem urbana. A água sempre procura o sentido da maior declividade, ou seja, perpendicular à curva de nível. A via principal projetada corta o Setor no sentido transversal às curvas de nível sendo necessário prever meios de evitar a velocidade excessiva do escoamento das águas pluviais, tal como o uso de Bioaletas ao longo das vias.

**Tabela 3:** Cenários de Análise Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.  
 Fonte: Conserva, 2018.

Na Tabela 3, uma síntese da análise do MDE-111/99 (GDF, 1999), relativo ao projeto urbanístico do Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ, nos aspectos relativos à drenagem analisados em função dos padrões de ANDRADE (2014).

O projeto urbanístico para a área de estudo se insere em um modo tradicional de pensar a drenagem urbana (ANDRADE et al, 2018). A análise crítica começa quando se percebe que o projeto de drenagem elaborado pelo poder público para o Trecho 2 Etapa 1 do SHTQ tem conceito fortemente centrado no sistema convencional, composto por dispositivos coletores e de transporte das águas superficiais. A Tabela 4 apresenta uma síntese da análise do projeto de drenagem para o Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ elaborado pela TERRACAP, face aos padrões de ANDRADE (2014).

PROJETO DE DRENAGEM Trecho 2 Etapa 1 SHTQ	NOTAS/DIRETRIZES/ OPORTUNIDADES
O projeto tem como particularidade a presença de duas bacias de retenção na parte Sul da poligonal, nas proximidades DF-005 – EPCT.	Bacias de retenção não favorecem a infiltração das águas, um dos principais aspectos do desenho urbano sensível à água. Necessidade de preservação dos cursos d' água através da perseguição da absorção das águas, garantindo a recarga dos aquíferos.
O local das bacias de retenção tem relevo consideravelmente acidentado, com alta declividade.	O local tem limitações a respeito da estabilidade do talude natural, a resistência do solo, considerando a mudança de geometria, o sobreposição e a percolação das águas no solo.
O projeto das Bacias indica lançamento das galerias no Lago Paranoá.	O lançamento dessas águas residuais no Lago Paranoá é incompatível com a realidade crítica atual de escassez e a necessidade de preservação da qualidade das suas águas

**Tabela 4:** Análise do Projeto de Drenagem Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ  
 Fonte: Os autores.

De acordo com a análise de Carvalho (2018), o projeto tem 86% de impermeabilização por lotes e vias, com uma rede de drenagem projetada prevendo 525 condutos, 524 PVs, 491 áreas de contribuição e 2 bacias de retenção ao final da rede. Levando em consideração o volume que deixará de infiltrar na superfície pela falta de alimentação do lençol freático, o volume de águas escoadas tende a aumentar em várias ordens de magnitude.

A abordagem tradicional, ainda utilizada pelo urbanismo neoliberal para o manejo das águas urbanas tem contribuído para aumentar os prejuízos financeiros, ambientais, estéticos, à saúde e, sobretudo, à qualidade de vida da população (ANDRADE et al, 2018). O lançamento das águas residuais no Lago Paranoá é incompatível com a realidade crítica atual de escassez, uma vez que pode esgotar sua capacidade de depuração, além de ter se tornado manancial destinado a colaborar para evitar o desabastecimento, com suas águas agora destinadas ao consumo humano.

O parcelamento como proposto trará mudanças no uso do solo que incidem mudanças climáticas e afetam o regime hídrico das bacias hidrográficas, pois alteram limites de várzea, a forma e o tamanho do leito e margens dos córregos, afetando diretamente a circulação local da água, os processos de infiltração, escoamento e todos os ecossistemas aquáticos. (ANDRADE et al, 2018). O desafio ignorado é a conciliação da densidade populacional aos padrões de ocupação e uso do solo à justiça socioambiental, capacidade de suporte das cidades mediante a pegada ecológica e à dinâmica da água urbana.

Segundo as ponderações do MPDF o projeto de parcelamento do solo do Trecho 2, apesar de registrado em cartório, requer estudos ambientais prévios e licenças (ambiental e urbanística), bem como projetos adequados de paisagismo, drenagem e esgoto (ANDRADE et al, 2018).

Nota-se que o projeto proposto apresenta ausência completa de infraestrutura Socioecológica de sensibilidade às águas. Apesar de possuir licenças ambientais e urbanísticas, requerem maneiras de ocupação do território que causem menos impactos ao meio ambiente e que não prejudiquem a produção das águas atualmente produzidas pelas raízes da vegetação preservada, com o uso de um aporte de infraestrutura com sensibilidade aos fluxos das águas.

### 3.2. Oportunidades de Desenho Urbano Sensível à Água na Serrinha do Paranoá

O desenho urbano sensível à água considera os fluxos das águas desde os primeiros traços do projeto urbanístico,

determinando em muitos aspectos, o desempenho da drenagem, somando os efeitos da densidade das ocupações urbanas no escoamento superficial (ANDRADE et al, 2018). A Infraestrutura Socioecológica, com a visão sistêmica, aponta para a necessidade de que o controle de velocidade das águas seja feito, em primeiro lugar e principalmente, no local onde caem as chuvas. Também na maneira como eles são desenhados, de forma que o desenho urbano favoreça a infiltração das águas o máximo possível e que somente após essa infiltração, recorra-se a medidas de escoamento.

O desenho urbano sensível à água, na abordagem da Infraestrutura Socioecológica coloca ênfase no desenho inclusivo, com uma drenagem em que a infiltração das águas está em primeiro lugar, prevendo vegetação abundante e canais de infiltração, permitindo a absorção do excesso de água da chuva e protegendo contra alagamentos.

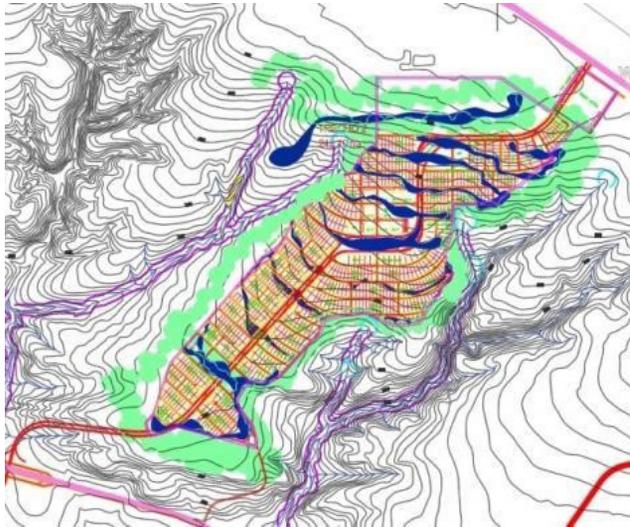
Assim, com uma readequação do projeto existente é possível desenvolver um desenho mais ecológico e inclusivo no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ com possibilidades efetivas de mitigação dos impactos eminentes, do enfrentamento da crise hídrica e ao atendimento à função social da propriedade (ANDRADE et al, 2018). Entre os movimentos comunitários locais e a própria Administração Regional do Lago Norte há consenso de que a área tem vocação para ser totalmente preservada e, caso a ocupação seja inevitável, que seja com uma forma ecologicamente sustentável.

Sobre estes aspectos, o projeto de pesquisa "Brasília Sensível à Água" (GDF, 2018) do Grupo de Pesquisa "Água e Ambiente Construído" da FAU/UnB, a pedido da promotora do MPDFT, apresentou um desenho conceitual, Figura 17, com aplicação da Infraestrutura Socioecológica com biovaletas.

As biovaletas são canais abertos, cobertos por vegetação, que atenuam o escoamento das águas. Esse tipo de drenagem aumenta o contato direto da água com o solo utilizando a vegetação para filtrar (ANDRADE, 2014). As biovaletas reduzem o escoamento superficial, favorecendo a mitigação dos impactos ambientais e dos problemas causados pelas alterações causadas pela expansão urbana.

Aumento da Vazão Máxima pela Urbanização no Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ

Uma das formas de quantificar a parcela de chuva que escoam superficialmente é a multiplicação da precipitação por um coeficiente, o chamado coeficiente de "run off" ou coeficiente de escoamento superficial (C) pelo método



**Figura 17:** Desenho Conceitual Biovaletas Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.  
**Fonte:** Brasília Sensível à Água, 2018

racional (ADASA, 2018). Por meio deste coeficiente determina-se a vazão máxima de projeto (Q), Equações (1) a (3) de forma a medir como a urbanização interfere no ciclo hidrológico da bacia.

A determinação da vazão máxima (Q) pelo método racional faz uso de uma simplificação que relaciona a vazão escoada com a intensidade da chuva precipitada sobre a área de drenagem (I), descontadas todas as perdas associadas com os demais processos do ciclo hidrológico, como a interceptação vegetal e a infiltração. A Resolução ADASA 9/2011 admite o uso do Método Racional para bacias de até 200 ha, com o uso da equação tradicional para vazão de pico:

$$Q = C * I * A / 360 \quad (1)$$

Sendo: Q – Vazão Máxima de Escoamento; C – Coeficiente de Escoamento; A – Área do empreendimento. I – Intensidade da chuva dada pela Curva IDF de Brasília (ADASA, 2018):

$$I = \frac{1.574,70 * T^{0,207}}{(tc + 11)^{0,884}} \quad (2)$$

Sendo: I = Intensidade em mm/h; T = Tempo de Retorno em anos, tc = Tempo de Concentração em minutos, dado pela Fórmula (MIGUEZ et al, 2016):

$$tc = 57 * \left( \frac{L^3}{\Delta h} \right)^{0,385} \quad (3)$$

Sendo: tc = tempo de concentração em minutos;

L = Comprimento da bacia em km; Δh = Diferença de altitude ao longo da bacia em m.

A tabela 5 aponta dados de Entrada para uso das equações 1 a 3 no cálculo simplificado para o Trecho 2 Etapa 1 SHTQ:

Variável		Valores Adotados
C	Coeficiente de Escoamento	Cenário 1: 0,15; Cenário 2: 0,4; (NOVACAP, 2012)
A	Área de contribuição (ha)	166 (Google Earth, 2018)
T	Tempo de Retorno (anos)	10 (ADASA, 2018)
L	Comprimento da Bacia (km)	3.422 (Google Earth, 2018)
Δh	Diferença de altitude ao longo da Bacia (m)	(Google Earth, 2018)

**Tabela 5:** Dados de Entrada Trecho 2 da Etapa 1 do SHTQ.

**Fonte:** Conserva, 2019

Apesar de a área da poligonal definida pela TERRACAP seja de 223 ha, consideramos 166 ha para os cálculos após desconstituídos os lotes na parte norte da poligonal, por constituíres terras adjacentes à Polícia Federal.

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para a vazão de cenários pré-desenvolvimento, cenário 1, a ADASA (2018) adotou um coeficiente de escoamento superficial de 0,15, com uma vazão máxima tolerável de 24,4 l/s/ha.

Uso do Solo	Coeficiente de Escoamento (C)
Áreas calçadas ou impermeabilizadas	0,90
Áreas intensamente urbanizadas e sem áreas verdes	0,70
Áreas residenciais com áreas ajardinadas	0,40
Áreas integralmente ajardinadas	0,15

**Tabela 6:** Valores para Coeficiente de Escoamento.

**Fonte:** NOVACAP, 2012

Em conformidade com a Figura 18, o Coeficiente de Escoamento adotado para o Cenário 1 foi 0,15 (NOVACAP, 2012). Para a proposta de projeto como apresentada pela Administração Pública, cenário 2, adotou-se 0,4. Aplicando-se os dados da Tabela 4 às Equações (1), (2) e (3), resulta um aumento da vazão máxima, pelo Método Racional, de 167%.

Carvalho (2018) por sua vez, faz uma análise na qual

simula os três cenários, mas com modelagem SWMM em interface PCSWMM com o método SCS, que calcula a geração do escoamento superficial por meio de um coeficiente CN – “curve number”, para análise da infiltração e do escoamento superficial. Foi utilizada a modelagem hidrodinâmica que calcula a vazão em cada poço de visita somando as entradas dos volumes de água em cada poço ao longo da rede.

O SCS é um método amplamente utilizado para estimar o escoamento de eventos de chuva. Ele foi adaptado para muitas partes do mundo e aplicado com sucesso em cálculos de alterações de escoamento a partir de mudanças no uso do solo (MUCHE, 2019). É um método empírico comum que estima o escoamento superficial de eventos de precipitação na escala da bacia hidrográfica. Integra Influências hidrológicas combinadas do tipo de solo, uso da terra, manejo da terra, condição hidrológica e condição de umidade antecedente. O método CN foi adaptado para áreas com uso de terra variável com cobertura e condições climáticas em muitas partes do mundo, e aplicado em cálculos de escoamento e avaliação da mudança do uso da terra.

A simulação por Carvalho (2018) demonstrou que as biovaletas não encheram até a altura máxima estipulada no projeto conceitual: 1 metro. Com período de retorno de 10 anos, a maior lâmina de água na superfície das biovaletas foi da altura de 33,6 cm em seu momento de maior cheia. A média de altura da lâmina d'água dentro das valas (considerando todas as subdivisões) foi de 17,7cm. Com uma chuva de projeto para Tempo de Retorno de 10 anos e simulação de base contínua, o aumento da vazão máxima do cenário 1 para o cenário 2 foi de 98% (CARVALHO, 2018). Percebe-se que a geração do escoamento superficial foi quase o dobro, considerando o projeto a ser implantado. Já na simulação do cenário 3 foi encontrado valor referente a uma diminuição na vazão máxima de lançamento com relação ao cenário 2 de até 97% (CARVALHO, 2018). Ou seja, a urbanização com biovaletas pode acontecer com alteração mínima nas parcelas do ciclo hidrológico, Tabela 7.

	Cenário 1 para o Cenário 2	Cenário 2 para o Cenário 3
Método Racional (%)	167	
SWMM (%)	98	- 91,85

Tabela 7: Variação na Vazão Máxima entre Cenários.

Fonte: Conserva, 2019.

A análise destes resultados significa, pela abordagem Socioecológica, que a ação do homem ao ocupar o espaço, nos moldes do projeto da Administração Pública, vai implicar em maiores volumes de águas escorrendo, com maior vazão e maiores velocidades. Porém, em um aparente paradoxo, tais águas, ao chegarem ao Lago Paranoá em vez de aumentar, diminuem a disponibilidade hídrica, uma vez que o aumento da vazão contribui para a formação de erosões e assoreamentos, com todas as consequências para um contexto que já é de crise hídrica.

A figura 19 demonstra as parcelas do ciclo hidrológico

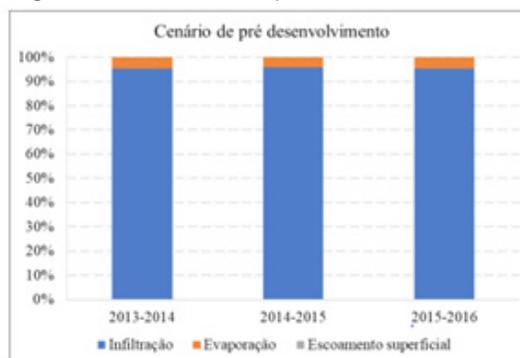


Figura 5.7 - Porcentagens da precipitação total correspondentes aos outros processos hidrológicos estudados para o cenário de pré desenvolvimento.

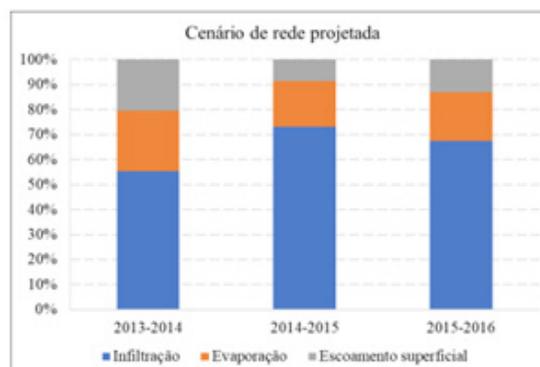


Figura 5.8 - Porcentagens da precipitação total correspondentes aos outros processos hidrológicos estudados para o cenário de rede projetada.

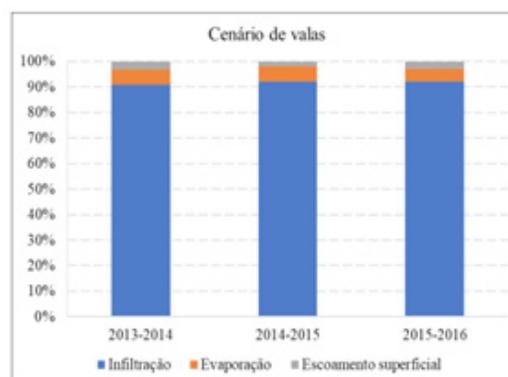


Figura 5.9 - Porcentagens da precipitação total correspondentes aos outros processos hidrológicos estudados para o cenário de valas.

Figura 19 - Gráficos representativos da simulação SWMM Trecho 2 Etapa 1 SHTQ.  
 Fonte: Carvalho, 2018.

para cada um dos três cenários, simulados no SWMM por Carvalho (2018).

No cenário 1, pré-desenvolvimento, o predomínio da infiltração, com pouca geração de escoamento superficial. No cenário 2 devido à alteração do uso e ocupação do solo, o escoamento superficial e a evaporação tornam-se parcelas consideráveis, reduzindo a infiltração no local, comprometendo as nascentes na região. O cenário 3, ocupação urbana mais Infraestrutura Socioecológica com uso de biovaletas, indica uma urbanização menos impactante com alterações mínimas no ciclo hidrológico.

Na análise no balanço hídrico, percebe-se que a rede proposta altera bastante o ciclo, mesmo com a implantação das bacias de retenção, uma vez que estas estruturas não favorecem a infiltração. Com a implantação das proposições da infraestrutura Socioecológica, como as biovaletas, haverá maior aproximação com o cenário de pré-desenvolvimento, que é aquele no qual a região do Trecho 2 da Etapa 1 SHTQ se encontra hoje.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As técnicas de drenagem urbana convencional não abordam o problema do ponto de vista do ciclo hidrológico, resolvendo apenas o problema imediato de escoamento das águas superficiais. A verificação do aumento do escoamento superficial e da vazão máxima alerta para um cenário em que se transfere o excesso de precipitação para jusante através das galerias, podendo prejudicar a recarga do Lago Paranoá, em uma inadequação à realidade de escassez hídrica pela qual passa Brasília no momento da escrita.

Tal cenário motiva a busca por padrões de ocupação do território que sejam sensíveis à água, ao tempo em que se busquem métodos mais eficientes na elaboração de projetos de drenagem urbana, que mitiguem os impactos ambientais ocasionados pelo processo de urbanização: a drenagem projetada com bases nos padrões da Infraestrutura Socioecológica.

Um dos grandes desafios para os planejadores do espaço urbano está em conciliar, de forma sistêmica, o uso dos recursos da terra de forma a garantir um futuro sem escassez de água potável no planeta. A aplicação do estudo dos padrões dos ecossistemas urbanos de ANDRADE (2014) no estudo do caso do SHTQ torna-se importante por verificar, na prática, como lidar com um tipo de desenho que favorece a disponibilidade hídrica.

A partir da análise da caracterização do local da pesquisa e do aumento da vazão máxima, observa-se que a implantação do empreendimento pode não justificar os

impactos naturais eminentes ao local e à escala metropolitana de Brasília.

A pesquisa evidencia que é possível sim haver um desenho urbano sensível ao ciclo urbano da água. Por se tratar de área com grandes declives em direção ao Lago Paranoá, é preciso pensar a drenagem pela diminuição da velocidade e vazão das águas ao longo do traçado das vias, com o uso, por exemplo, das biovaletas, bem como na revisão do desenho do empreendimento na visão do todo. Tudo isso para que as águas pluviais não cheguem ao Lago Paranoá com maior vazão, garantindo níveis de qualidade das águas e mitigação dos prejuízos advindos da urbanização da área, caso essa urbanização, naquele local, ainda que sensível ambientalmente, seja inevitável.

## REFERÊNCIAS

ADASA, Agência Reguladora de águas, Energia e Saneamento do Distrito Federal. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal**. Brasília: UNESCO. 2018. 319p.

ANDRADE, L. (2014). **Conexões dos Padrões Espaciais dos Ecossistemas Urbanos: A Construção de um Método com Enfoque Transdisciplinar para o Processo de Desenho Urbano Sensível à Água no Nível da Comunidade e da Paisagem**. 2014. 544 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)—Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

ANDRADE, Liza Maria Souza; LACERDA, Guilherme Nery; OLIVEIRA, Adriane Balieiro; OLIVEIRA, Alessandra Adriane Barbosa; DANTAS, André Luiz Faria.; CAMARGO, Pedro Rodolpho Ramos Camargo (2016). **Brasília Sensível à Água**. Anais. Artigo. IV ENANPARQ. Porto Alegre. 20 p.

ANDRADE, L. M. S.; CONSERVA, C. S.; LEMOS, N. S.; PRATES, C.; NOBREGA, G. D. P. **Gestão Compartilhada para Cidades Sensíveis à Água: O Agenciamento de Atores para o Fortalecimento do Lago Paranoá e o Enfrentamento da Crise Hídrica em Brasília**. Artigo. PLURIS. Porto Alegre, 2018. 12 p.

ANDRADE, L. M. S. ; LEMOS, NATÁLIA S. ; CONSERVA, C. S. ; SOUTO, B. M.; OLIVEIRA, E. M.; **Urbanismo Neoliberal e a Escassez de Água: A Importância do Desenho Urbano Sensível à Água inclusivo na Serrinha do Paranoá na Bacia do Paranoá**. Seminário Internacional Urbanismo Biopolítico. Artigo. Belo Horizonte, 2018. 18 p.

BENEVOLO, L. **História da Cidade**. São Paulo. Perspectiva, 2011.

**BRASÍLIA REVISITADA**. Anexo I do Decreto nº 10.829/1987 - GDF e da Portaria nº 314/1992 - Iphan. 1986.

BUSCHBACHER, R. **A Teoria da Resiliência e os Sistemas Socioecológicos**: como se preparar para um futuro imprevisível? Boletim Regional, Urbano e Ambiental, v. 9, p. 11-24, 2014.

CARVALHO, D.J. **Manejo de Águas Pluviais Urbanas com Solução de Baixo Impacto em Área Residencial**. Estudo de Caso: Setor Habitacional Taquari Etapa 1 Trecho 2. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação. Engenharia Ambiental. Universidade de Brasília, 2018. 89 p.

CODEPLAN, **Relatório do Plano Piloto de Brasília**. Brasília: Arquivo Público do Distrito Federal. 1991.

CONSERVA, C. S.; ANDRADE, L.M.S; SANT'ANA, D. R.; COSTA, M. E. L.; CARVALHO, D. J. **Olhares sobre a Drenagem em Brasília**: Expansão do Território e Infraestrutura Socioecológica na Serrinha do Paranoá, DF. Artigo ENSUS – VII Encontro de Sustentabilidade em Projeto, 2019.

FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT W. F.; ASHLEY R.; BUTLER D.; ARTHUR, S.; TROWSDALE S.; BARRAUD S.; SEMADEMI-DAVIES, BERTRAND-KRAJEWSKI. Jean-Luc, MIKKELSEN P. S.; RIVARD G.; UHL M.; DAGENAI S.; VIKLANDER M.; SUDS, LID, BMPs, WSUD and More – **The Evolution and Application of Terminology Surrounding Urban Drainage**. Urban Water Journal. 2015.

GDF - Governo do Distrito Federal. Memorial Descritivo MDE 111/99 Lago Norte RA XVIII SHTQ, Setor Habitacional Taquari Trecho 2. TERRACAP - Companhia Imobiliária de Brasília. 1999.

GDF - Governo do Distrito Federal. Projeto Brasília sensível à água para aplicação piloto na expansão urbana da Serrinha do Paranoá sob a ótica dos padrões da infraestrutura ecológica integrados aos padrões de inclusão social a partir de Soluções baseadas na Natureza.

Edital 03/2018 - Seleção Pública de Propostas de Pesquisa Científica, Tecnológica e Inovação, Demanda Espontânea. FAP - Fundação de Apoio a Pesquisa do Distrito Federal, 2018.

HERZOG, C. **Infraestrutura Verde para Cidades Mais Sustentáveis**. ICLEI, 2010.

KOIDE, S. **Quantificação de Parâmetros Hidrológicos em Campo**. ReCESA, 2008.

MIGUEZ, M., VEROL, A., & REZENDE, O.; **Drenagem Urbana**: do Projeto Tradicional à Sustentabilidade. Rio de Janeiro: Elsevier. 2016.

NOVACAP. Companhia Urbanizadora da Nova Capital. Termo de referência e especificações para elaboração de projetos de sistemas de drenagem pluvial no Distrito Federal. 2012.

PELLEGRINO, P; MOURA, N. B.; **Estratégias para uma Infraestrutura Verde**. Barueri, SP. 2017.

ROSSMAN, L. A.; **SWMM 5.0 Manual do Usuário**. Water Supply and Water Resources Division National Risk Management Research Laboratory. Cincinnati, 2010.

SEGETH – Secretaria de Estado de Gestão do Território e Habitação. GEOPORTAL, 2018. Disponível em <https://www.geoportal.segeth.df.gov.br/mapa/#>, consultado em 18 de novembro de 2018.

WWDR. **World Water Development Report**. Nature Based Solutions for Water. UNESCO, 2018.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3955-4775>

**CÁTIA DOS SANTOS CONSERVA** | Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. | Instituto Central de Ciências - ICC Norte - Gleba A, Asa Norte, 70904-970 - Brasília, DF - Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6624-4628>

**LIZA MARIA SOUSA DE ANDRADE**, Dra. | Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. | Instituto Central de Ciências - ICC Norte - Gleba A, Asa Norte | 70904-970 - Brasília, DF - Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9020-081X>

**DANIEL RICHARD SANT'ANA**, Dr. | Universidade de Brasília, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. | Instituto Central de Ciências - ICC Norte - Gleba A, Asa Norte, 70904-970 - Brasília, DF - Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9401-5777>

**DANIELA JUNQUEIRA CARVALHO** | Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. SG - 12, PTARH. | Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910900 - Brasília, DF - Brasil

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5477-4349>

**MARIA ELISA LEITE COSTA**, M.Sc. | Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. SG - 12, PTARH. | Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910900 - Brasília, DF - Brasil

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

CONSERVA, Cátia dos Santos; ANDRADE, Liza Maria Sousa de; SANT'ANA, Daniel Richard; CARVALHO, Daniela Junqueira; COSTA, Maria Elisa Leite. Olhares sobre a Drenagem em Brasília: Expansão Urbana e Infraestrutura Socioecológica na Serrinha do Paranoá, DF. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 149-164, jun. 2019.** ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.149-164>.

**DATA DE ENVIO:** 22/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 23/04/2019

# INTEGRANDO SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL AO PORTFÓLIO DE PROJETOS: ESTUDO DE CASO NO SETOR DE CONSTRUÇÃO

*INTEGRATING ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY TO PROJECT PORTFOLIO: CASE STUDY IN CONSTRUCTION SECTOR*

**MARCO ANTONIO PAULA PINHEIRO, M.Sc. | UNESP**

**PATRICIA JACOMINI FROIO, M.Sc. | UNESP**

**DANIEL JUGEND, Dr. | UNESP**

**ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE | UNESP**

## RESUMO

A relação entre a sustentabilidade ambiental e o gerenciamento de projetos apresenta-se cercada de desafios. A agilidade na gestão de projetos não parece ser compatível com a perspectiva de sustentabilidade a longo prazo. No entanto, o gerenciamento de projetos sustentáveis tem sido apontado como uma das mais importantes tendências globais, pois o número de publicações acadêmicas sobre o tema está em constante crescimento. Nesse contexto, o objetivo deste artigo foi de compreender como a gestão de portfólio de projetos integra práticas de gestão ambiental e realiza a tomada de decisão sobre os projetos em uma grande empresa do setor de construção civil. Para alcançar os objetivos desta pesquisa, um estudo de caso foi conduzido. Dentre os principais resultados, notou-se que o envolvimento de uma equipe multidisciplinar, com a presença de um especialista em gestão ambiental é fator positivo à boa gestão de portfólio, pois o conhecimento técnico permite melhor avaliação de benefícios e riscos. Percebeu-se que, mesmo que a empresa gerencie a questão ambiental de forma eficiente e prioritária, durante as etapas da gestão de portfólio, avaliações financeiras ainda têm maior peso no apoio à tomada de decisão, pois estão diretamente ligadas à viabilidade dos projetos, entretanto, para situações nas quais os riscos e impactos ambientais são altos, os indicadores financeiros passam a não ser priorizados.

**PALAVRAS CHAVE:** Gestão de Portfólio de Projetos; Sustentabilidade Ambiental; Gestão de Projetos; Gestão de Portfólio

## ABSTRACT

*The relationship between environmental sustainability and project management is fraught with challenges. Agility in project management does not seem to be aligned with the long-term sustainability perspective. However, the management of sustainable projects has been pointed out as one of the most important global trends, and the number of academic publications on the subject is constantly growing. In this context, the aim of this research was to understand how the project portfolio management integrates environmental practices and performs decision-making on projects. The research was developed through a case study in a company of construction sector, which is responsible for the management and operation of highways in the State of São Paulo. Included in the main results, it was noticed that the involvement of a multidisciplinary team and an environmental management specialist is a positive factor to a good portfolio management, because the technical knowledge allows a better evaluation of benefits and potential risks. In addition, it was pointed out that even if the company addresses environmental issues in a relevant way in the portfolio selection, financial evaluations still have more weight in decision-making, as they are directly linked to the viability of the projects, on the other hand, for situations that the risks and environmental impacts are high, the financial indicators are no longer the priority in decisions.*

**KEY WORDS:** Portfolio Management; Environmental Sustainability; Project Management, Portfolio Management



## 1. INTRODUÇÃO

A relação entre sustentabilidade ambiental e gerenciamento de projetos, apresenta-se cercada de desafios. Os projetos são definidos por sua natureza temporária e a perspectiva resultante de curto prazo da gestão de projetos não parece ser compatível com a perspectiva de sustentabilidade a longo prazo (GAREIS et al., 2013). No entanto, pode-se observar que a integração da sustentabilidade na gestão de projetos está ganhando impulso, sendo que o gerenciamento de projetos sustentáveis tem sido apontado como uma das mais importantes tendências globais de gerenciamento de projetos (ALVAREZ-DIONISI et al., 2016; GEMÜNDEN, 2016; MARNEWICK, 2017) e o número de publicações acadêmicas sobre o tema está em constante crescimento (AARSETH et al., 2017; SILVIUS; SCHIPPER, 2014).

Devido a fatores de regulamentação, demanda de mercado e pressões governamentais, algumas empresas estão incorporando melhorias sustentáveis em seus processos e assim apresentando projetos mais sustentáveis (CAMPOS; DE ARGOLLO FERRÃO, 2018; CHENG et al., 2018). Alinhada nesta tendência ambiental, firmas passaram a desenvolver novas tecnologias, equipamentos e instalações com maior eficiência energética, procurando fontes de energia menos poluentes e implementando programas para melhor consumo de insumos (TIWARI et al., 2015).

Para se adequar as estas demandas, a sustentabilidade ambiental tem sido considerada como um dos desafios contemporâneos mais relevantes enfrentados pelas empresas (DANGELICO, 2017). Segundo Jabbour e Jabbour (2013), percebe-se que se tem valorizado produtos e serviços ecologicamente corretos. Algumas interpretações deste novo modelo de atuação sugerem a necessidade de as empresas adotarem além de uma postura ética, um compromisso com o desenvolvimento socioambiental. Os papéis de empresas de setores públicos e privados elucidando temas como cidadania corporativa, direitos humanos e sustentabilidade tem se tornado cada vez mais relevante (KOLK, 2016).

Neste sentido e mesmo considerando o triple bottom line da sustentabilidade (ELKINGTON; ROWLANDS, 1999), tem crescido a quantidade de pesquisas que chamam a atenção para a necessidade de empresas integrarem a sustentabilidade ambiental em seus esforços relacionados ao processo gerenciamento de projetos de novos produtos (DANGELICO, 2017; JUGEND et al., 2017; PINHEIRO et al., 2018a). Assim, o desenvolvimento de projetos e especificamente a gestão de portfólio pode desempenhar

papel relevante para a utilização de práticas voltadas à sustentabilidade ambiental e a novas tendências como, por exemplo, a economia circular (PINHEIRO et al., 2018b).

Conforme observado por Boks (2006) e Pinheiro et al. (2018a), a consideração de critérios ambientais, desde a fase de geração de ideias e durante a gestão de portfólio de produtos (GPP), pode apresentar resultados positivos no desenvolvimento ambientalmente sustentável, já que alterações tardias nos projetos podem impactar significativamente os seus custos totais (SIHVONEN; PARTANEN, 2017). Desta forma, representando uma potencial oportunidade para reduzir o impacto ambiental de empresas, uma vez que é neste momento que podem ocorrer maiores possibilidades de escolha das características de projeto que utilizem materiais que tenham maior durabilidade e consumam menos energia ao longo do seu ciclo de vida, que utilizem insumos advindos de comércio justo, dentre outras (BOCKEN et al., 2014; BOKS, 2006; PIGOSSO et al., 2013).

Apesar de haver uma lista considerável de publicações com os termos “gestão ambiental” e “gestão de portfólio”, poucos estudos integram as duas áreas (PINHEIRO; JUGEND, 2017). Buscas realizadas nas bases de dados Scielo e nas principais revistas nacionais, como: Production Journal (Revista Produção), Gestão & Produção, Produção Online, Revista de Administração de Empresas, Revista de Administração e Mix Sustentável, apresentaram poucos documentos diretamente ligando gestão ambiental e gestão de portfólio de projetos, principalmente considerando o segmento de infraestrutura e construção civil.

Neste contexto, mostrou-se relevante a investigação do escritório de gerenciamento de projetos que considere e aplique fundamentos da gestão ambiental, pois é neste momento que as principais definições e decisões acerca do projeto são tomadas (HEISING, 2012). Por meio da realização de estudo de caso, o objetivo do trabalho foi compreender como a gestão de portfólio de projetos integra práticas ambientais e realiza a tomada de decisão sobre o portfólio. O presente estudo parte da seguinte questão: Como uma empresa qualificada em gestão ambiental, do segmento de construção civil, realiza gestão de portfólio de projetos?

Após esta introdução, a revisão de literatura sobre a integração dos temas gestão ambiental e gestão de portfólio é apresenta no capítulo 2. Posteriormente, no capítulo 3, a sequência de atividades realizadas no estudo de caso, com foco no atingimento do objetivo deste estudo são abordadas, seguidas pelos achados relatados

no estudo de caso, no capítulo 4. Em seguida, a seção 5 confronta os resultados obtidos com a literatura revisada em uma discussão baseada nestes achados. Finalmente, o capítulo de conclusão descreve as principais contribuições desta pesquisa.

## 2. SÍNTESE BIBLIOGRÁFICA

O estado atual da pesquisa sobre gestão de projetos sustentáveis enfoca principalmente a tradução de conceitos de sustentabilidade, como o triple bottom line (ELKINGTON; ROWLANDS, 1999). A integração dos aspectos ambientais no desenvolvimento de projetos precisa ser sistemática, reflexiva e cíclica, para que múltiplos pontos de vista e várias ferramentas sejam considerados em relação à gestão ambiental (RAYMOND et al., 2010), a qual busca a redução dos impactos ambientais das organizações, incluindo: ecodesign, redução de desperdício, reciclagem, reutilização, adoção de tecnologia mais limpa e logística verde (WONG et al., 2016).

A gestão ambiental tem o potencial de desempenhar um papel relevante no desempenho financeiro da empresa (KLASSEN, 1996), ainda, melhorar o desempenho das firmas (DANGELICO, 2017). Neste sentido, o ecodesign apresenta um grande número de ferramentas e métodos que facilitam o desenvolvimento de produtos verdes (ROSSI et al., 2016).

Os estágios iniciais dos projetos representam oportunidade para se melhorar do impacto ambiental, uma vez que é neste momento que podem ocorrer maiores possibilidades de escolha das características de projeto (BOKS, 2006; PIGOSSO et al., 2013), tais como as definições de materiais que utilizem menos energia em sua transformação, insumos advindos de comércio justo, etc. Cerca de 60% a 80% dos possíveis impactos ambientais causados ao longo do seu ciclo de vida dos produtos são determinados nas fases iniciais de seu projeto (GRAEDEL; ALLENBY, 2003).

A gestão de portfólio é tema consolidado e muito estudado pelas áreas de desenvolvimento de novos produtos (JUGEND; SILVA, 2014), gestão de projetos (JUGEND et al. 2014) e gestão da inovação (HAUSER et al., 2006). A definição de portfólio remete a um grupo de projetos gerenciados e desenvolvidos em uma organização e que competem pelos recursos a serem investidos (ARCHER; GASEMZADEH, 1999; COOPER et al., 1999).

A literatura sobre GPP comumente foca, primeiramente, em seleção de projetos, priorização e balanceamento com o objetivo primário de realizar os projetos certos. Uma vez que a lista de projetos é decidida, a suposição

é de que os projetos serão gerenciados usando boas práticas encontradas na literatura (PETIT, 2012). Em seguida é definido um padrão que propõe um processo que enfatiza a importância do alinhamento do projeto com a estratégia da empresa (PETIT, 2012). De maneira geral, o papel da gestão de portfólio consiste em selecionar, dentre uma série de opções de projetos a se dedicar, os mais corretos em termos de sucesso. Ou seja, os que estão mais alinhados com a estratégia da empresa e assim têm maior possibilidade de apresentarem bom desempenho, agregando valor e trazendo melhor retorno à organização (KOPMANN et al., 2015).

Como há necessidade de certas avaliações antes das definições de quais projetos priorizados, a adoção de práticas que colaboram com a melhoria destes processos é necessária para um bom desempenho (COOPER et al., 1999). Durante o processo de gerenciamento do portfólio, comumente indicadores econômicos, de mercado e de engenharia são avaliados, para que assim, em conjunto, as melhores decisões sejam tomadas com o objetivo final de maiores margens de contribuição, potencial de aceitação e conquista de mercado (RONKAINEN, 1985).

Apoiar em demasia as decisões em métodos financeiros, especialmente em empresas que desenvolvem produtos de alto conteúdo tecnológico pode ser prejudicial à tomada de decisão de portfólio nas empresas (COOPER et al., 1999; SCOTT, 2000). Fraser et al., (2006) propõem que a identificação e coleta de indicadores de sustentabilidade fornece bases de dados valiosos para a tomada de decisões de gestão e que é necessário ser flexível quando se escolhe a escala em que o monitoramento e tomada de decisão ocorre.

Diante da necessidade de sustentabilidade ambiental, Brook e Pagnanelli (2014) sugeriram a decisão ambiental considerando aspectos como: (i) alinhamento estratégico: os projetos devem estar alinhados com a sustentabilidade da empresa; (ii) marca: os projetos devem fortalecer a posição da empresa em relação à sustentabilidade; (iii) potencial de mercado: os projetos permitirão aumento de participação de mercado; (iv) orientação ao consumidor: os projetos devem se concentrar no atendimento das necessidades dos clientes e segmentos de mercado; (v) emissão de CO<sub>2</sub> / biomateriais: os projetos devem contribuir para níveis de emissão zero, e devem ser baseados em biomateriais; (vi) alavancar as capacidades tecnológicas: melhorar as capacidades tecnológicas da empresa em relação à sustentabilidade.

Em relação à estrutura organizacional, equipes multidisciplinares podem ser consideradas as mais adequadas

para integrações no desenvolvimento de projetos de novos produtos verdes, e podem impactar positivamente na gestão de portfólio (PINHEIRO et al., 2018a). Essas estruturas exigem maior interação entre funcionários de diferentes funções envolvidas nas atividades do projeto, facilitando, entre outras atividades, a troca de informações entre os envolvidos. Em um estudo realizado em empresas holandesas, Bocken et al. (2014) destacam a multidisciplinaridade, criatividade e conhecimento ambiental das equipes formadas no processo inicial de eco inovação.

Jabbour et al. (2015) realizaram um levantamento de 94 empresas brasileiras para investigar equipes verdes no desenvolvimento de projetos e os resultados mostraram que 82% das empresas estudadas possuem equipes multidisciplinares como uma prática que estimula a eco inovação. Além disso, Jabbour et al. (2015) enfatizam que essas equipes são especialmente necessárias para a implementação de práticas de ecodesign.

Entre os principais resultados de estudo de caso realizado em empresa de energia por Jugend e Figueiredo (2017), foi observado que os aspectos ambientais e sociais são indissociáveis nos principais projetos da empresa. Ainda, os autores destacam que a lógica para a análise e aprovação de projetos na empresa, admissão de projetos para o portfólio empresarial também se pauta pelas análises das externalidades ambientais e sociais previstas pelos próprios projetos. Pinheiro et al. (2018a) também observaram esta mesma característica de associação em sua pesquisa de avaliação da proposta de framework em empresas do setor madeireiro e de alimentos orgânicos.

Já na área de construção civil, Cheng et al. (2018) propuseram um sistema de avaliação de sustentabilidade em nível de projeto, para a avaliação e execução do monitoramento do status de sustentabilidade na construção, e testaram três projetos de construção ecológica e dois projetos de construção de infraestrutura civil de Taiwan. Os autores concluíram que sua proposta pode ser útil para stakeholders na construção para alcançar a sustentabilidade de forma mais eficaz durante a execução de um projeto.

Sánchez (2015) conduziu uma pesquisa considerando a sustentabilidade em projetos. Alguns resultados mostram que a sustentabilidade em projetos é avaliada atendendo os interesses dos stakeholders; e avaliada durante a seleção do portfólio e monitoramento do projeto. Além disso, é mencionado também que a sustentabilidade e gestão de projetos são integradas a termos operacionais.

Desta forma, conforme observado por Hart e Milstein (2003), o portfólio deve considerar também conjunto total

dos desafios da sustentabilidade e pode ajudar a criar valor ao acionista, representando um dos mais subestimados caminhos para um crescimento lucrativo no futuro (HART; MILSTEIN, 2003). Considerando também estudos apresentados na última década, afirmando que a aplicação dos princípios de desenvolvimento de projetos ambientalmente sustentáveis influencia positivamente na gestão de desenvolvimento em geral (BRONES et al., 2014; GONZÁLEZ-BENITO; GONZÁLEZ-BENITO, 2005; JABBOUR et al., 2015), este artigo busca compreender como a gestão de portfólio de projetos integra práticas ambientais e realiza a tomada de decisão sobre o portfólio em uma empresa do segmento de construção civil.

### 3. MÉTODO DE PESQUISA

Devido à complexidade da natureza das relações entre sustentabilidade ambiental e portfólio de projetos, e porque este assunto é iminente na literatura (BRONES et al., 2014; PINHEIRO et al., 2018a; ROSSI et al., 2016) considerou-se o estudo de caso de procedimento qualitativo para a estratégia de realização da pesquisa, o qual permitiu uma análise mais profunda das situações abordadas, visto que para a realização do estudo, entrevistas, observações e análises de documentos permitem uma melhor avaliação do contexto (MIGUEL, 2007; YIN, 2015), neste caso, do escritório de gerenciamento de projetos da empresa e da aplicação e envolvimento da gestão e sustentabilidade ambiental no desenvolvimento dos projetos.

Segundo Eisenhardt (1989) e Yin (2015), o método é adequado quando se busca melhor entendimento dos fatos. Portanto, para compreender as percepções dos profissionais envolvidos com a gestão de portfólio na empresa, acreditou-se que a presença do pesquisador no campo era importante. Considerou-se importante a utilização de pesquisas qualitativas com a presença do pesquisador na área, a fim de captar e compreender as percepções dos profissionais envolvidos na gestão de portfólio de e práticas ambientais na empresa e, assim, obter maior familiarização com o objeto de estudo (YIN, 2015).

A escolha da empresa para o estudo de caso foi feita intencionalmente pelos seguintes critérios: (i) desenvolver e gerenciar um amplo portfólio de projetos considerando aspectos de sustentabilidade ambiental; (ii) estar preocupada com a preservação do meio ambiente e com o impacto em ações sociais; e, (iii) fornecer acesso total aos pesquisadores, tanto à documentos, quanto as evidências da execução dos projetos. A fim de garantir a validade interna deste estudo e minimizar a tendência de subjetividade do entrevistado, em um primeiro momento, foi

desenvolvido um questionário formal de entrevista.

O roteiro de pesquisa foi construído a partir da literatura revisada, e principalmente utilizando-se como base a pesquisa de Brones et al. (2014), contendo questões predominantemente abertas, e que tinham a intenção principal de esclarecer como a gestão ambiental é adotada e integrada à seleção do portfólio de projetos da empresa. O questionário foi avaliado por especialistas acadêmicos da área de desenvolvimento de produtos sustentáveis e, após revisão, tomou versão final. O contato inicial com a empresa e detalhamento do conteúdo a ser estudado deram-se por meio de ligação telefônica e, assim, após o aceite em receber os pesquisadores na sede operacional, o questionário foi enviado por e-mail ao gestor ambiental e ao especialista do escritório de projetos para análise e conhecimento da pauta.

Em seguida, uma reunião foi agendada na empresa para a realização de entrevista in loco com ambos responsáveis pelos projetos, na qual o questionário foi usado como base da conversa e respondido integralmente durante a reunião. Em etapa seguinte, visitas aos demais departamentos da empresa foram realizadas e entrevistas não estruturadas foram aplicadas também ao pessoal da área de comunicação e marketing da empresa, que além de responder aos questionamentos, forneceram as imagens e documentos referentes à execução dos principais projetos citados durante a entrevista com os responsáveis pelo escritório de projetos.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Caracterização da empresa

A empresa é integrante de um dos maiores grupos de infraestrutura do Brasil, foi criada em 2009 e atualmente faz a implantação e manutenção de rodovias no estado de São Paulo. É considerada uma empresa de grande porte, com aproximadamente 2.400 funcionários, sendo mais de 600 empregos diretos e aproximadamente 1.800 prestadores de serviços. Para cumprir a legislação, os aspectos ambientais são sistematicamente incorporados na gestão de projetos da empresa.

Em relação ao desenvolvimento destes projetos, a empresa conta com uma área de gestão composta por um coordenador e um analista, ambos certificados PMP (Project Management Professional). A área de gestão ambiental desenvolve e acompanha integralmente os projetos da companhia. Seus projetos socioambientais procuram integrar ao negócio da empresa o desenvolvimento econômico, social e ambiental. Utiliza ferramentas para

a Gestão da Responsabilidade Socioambiental, como: Relatório de Sustentabilidade – formato GRI (Relatório do Pacto Global).

A empresa é certificada pelas normas ISO 9001:2015, que tem como foco a padronização dos principais processos organizacionais, o atendimento de qualidade para o usuário das rodovias e a busca pela melhoria contínua de suas formas de gestão. Também é certificada pela ISO 14001:2015, de gestão ambiental, e OHSAS 18001:2007, a qual trata da gestão de saúde e segurança ocupacional. Para obter a certificação, tem de garantir que as empresas contratadas também repliquem em suas empresas as ações de saúde e segurança do trabalho, bem como de legislação ambiental. A empresa realiza e apoia ações socioambientais conforme apresentado na tabela 1.

AÇÕES IDENTIFICADAS	EXEMPLOS
INCENTIVO À RECICLAGEM	Oferece capacitação teórica e prática a integrantes de cooperativas e associações de reciclagem
RECICLAGEM	Gerencia os resíduos produzidos e faz a destinação ambientalmente correta
REFLORESTAMENTO	Faz plantio de mudas de árvores nativas em áreas degradadas e em nascentes de rios
PROTEÇÃO AMBIENTAL	Possui equipe qualificada e estrutura para atender casos de emergência envolvendo produtos perigosos que possam contaminar o meio ambiente.
EDUCAÇÃO AMBIENTAL	Distribui materiais informativos e educativos, participa e apoia ações ambientais.
PROTEÇÃO À FAUNA	Recolhe animais silvestres encontrados feridos nas rodovias e os encaminha para recuperação visando a soltura na natureza.

Tabela 1: Ações socioambientais realizadas pela empresa.  
Fonte: Elaborado pelos autores.

### 4.2. Gestão de portfólio de projetos e sustentabilidade ambiental

As premissas para a gestão de projetos da empresa estão diretamente ligadas à estratégia e consequentemente à missão e visão da companhia, a qual posiciona as questões ambientais, sociais e de segurança em primeiro plano, sendo que o escritório de projetos é encarregado por desdobrar as premissas para o portfólio de projetos da empresa. Existe uma área da empresa liderada pelo coordenador ambiental que é especialista em sustentabilidade ambiental e participa ativamente da gestão e evolução de todos os projetos, sempre considerando os riscos do ponto de vista ambiental.

É importante ressaltar que a preocupação ambiental não se restringe apenas ao nível gerencial, estando

presente também no nível operacional, ainda, a cadeia de suprimentos deve estar apta e seguir as premissas exigidas pela companhia, fato importante para o bom desempenho ambiental dos projetos, sendo critério inclusive para exclusão de fornecedores. A tomada de decisão para aprovação dos projetos tem como um dos validadores a análise ambiental.

Os indicadores ambientais e sociais são tão relevantes quanto o próprio “tripé dos projetos: prazo, custo e escopo”.

Segundo os entrevistados, durante a etapa de gestão do portfólio, são realizadas análises do impacto ambiental de cada projeto considerando principalmente a relação positiva entre os indicadores econômicos. Em reunião semanal com a diretoria os possíveis desvios ambientais são sempre apresentados, com a indicação dos riscos envolvidos, a fim de subsidiar a tomada de decisão para a seleção, avanço, ou congelamento de determinado projeto.

Dentre os critérios ambientais, são destacadas as considerações em decisões relacionadas às tecnologias desenvolvidas ou escolhidas para os projetos, partindo da utilização da ótica 3R’s (reduzir, reutilizar e reciclar), direcionadas aos projetos, sempre que possível dando maior ênfase para processos de reutilização e redução no uso de insumos. Como exemplo, os três projetos apresentados na tabela 2 foram destacados pelos entrevistados durante as entrevistas.

Como ferramentas de suporte na gestão de portfólio, são adotados métodos específicos de ecodesign para auxílio na tomada de decisão sobre quais projetos desenvolver. Os mais comuns na empresa são o checklist ambiental e uma matriz que pondera os quesitos críticos dos projetos. São então analisados e mensurados por um

índice numérico e, posteriormente, ranqueados por grau de prioridade. Passado um determinado período, esse ranking pode variar devido às necessidades da empresa. Existe também um banco de dados na qual os projetos que no passado não foram escolhidos para seu desenvolvimento são arquivados e futuramente podem ser reconsiderados.

A companhia é auditada anualmente e é certificada há quatro anos seguidos pelas ISO 9001, ISO 14001 e OHSAS 18001 para todas as principais áreas da empresa, sendo estas: operação, manutenção e implantação, assim, as decisões voltadas às normas de qualidade, ambientais e de segurança do trabalho são tão relevantes que podem impactar o prazo dos projetos. Alguns exemplos foram citados pelos entrevistados, que destacaram um exemplo da relevância da questão ambiental durante a execução de uma obra de implantação de infraestrutura:

Houve uma situação inusitada que virou um case na empresa. Uma ave fez um ninho bem no meio de um canteiro de obras, e a equipe não removeu o ninho, isolou o local e continuou trabalhando nas proximidades, aguardando cerca de 3 semanas até os filhotes nascerem para seguir com os trabalhos.

Mesmo com oneração do custo dos projetos as decisões considerando os aspectos sustentáveis são geralmente aprovadas, a não ser em casos específicos na qual a tecnologia necessária para evolução do projeto é muito cara, pois não é dominada por desenvolvedores e pelos fornecedores da empresa no país. Neste caso os projetos são geralmente congelados até que a tecnologia não seja mais uma barreira financeira para sua execução.

Segundo o escritório de projetos da empresa, nem

DESCRIÇÃO DO PROJETO	BENEFÍCIOS DESTACADOS	COMENTÁRIOS
SUBSTITUIÇÃO DAS LÂMPADAS COMUNS POR TECNOLOGIA LED (LIGHT EMITTING DIODE).	Ao contrário da lâmpada incandescente, o LED clareia áreas maiores com menos eletricidade e por mais tempo, por isso a porcentagem de economia pode chegar a 90%, de acordo com as determinações do fabricante e características do ambiente.	“Foram instaladas lâmpadas de LED nos estacionamentos, representando uma economia de 64% no consumo de iluminação, o que representa 2% no total do consumo de energia da empresa.”
REAPROVEITAMENTO DA MANTA ASFÁLTICA SUBSTITUÍDA (FRESCA).”	O material é doado às prefeituras, e órgãos do governo, auxiliando no relacionamento e integração com os principais stakeholders da empresa.	“A fresa asfáltica consiste no reaproveitamento de resíduos de asfalto das rodovias e tem como intuito melhorar as condições de tráfego de veículos, sem contar que é uma técnica economicamente viável e ecologicamente correta.”
ENERGIA SOLAR EM EQUIPAMENTOS DE COMUNICAÇÃO (TELEFONES DE EMERGÊNCIA).	Atualmente a energia solar é uma das fontes mais sustentáveis, pois não emite poluentes, é renovável e está acessível para lugares remotos.	“Instalamos placas de captação solar como fonte de energia para 725 telefones. A mesma tecnologia também gera a iluminação de alguns pontos de ônibus e passarelas para pedestres.”

Tabela 2: Projetos em desenvolvimento com viés ambiental.  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

sempre é possível identificar todos os aspectos envolvidos no início dos projetos, ou seja, na fase de gestão de portfólio, devido às incertezas presentes. As questões financeiras ligadas ao tema são medidas e podem interferir, porém, com experiência, as variáveis que geralmente as impactam de alguma forma tendem a serem mapeadas com mais facilidade à medida que mais atividades são incorporadas e lições aprendidas pelos projetos já executados anteriormente.

Ainda, conhecer as maiores fontes de impactos no processo do produto ou serviço e assim trabalhar com a inovação dos processos são as boas práticas para a incorporação de aspectos ambientais em projetos de novos produtos. A participação em eventos e congressos também tem colaborado com a ampliação do conhecimento e inovação na área. Sempre que possível algum integrante participa de capacitações e cursos em busca de novos conhecimentos e aprimoramento de técnicas de gestão.

O trabalho de equipes multidisciplinares na gestão do portfólio é relevante para a seleção e execução dos projetos, além da presença de especialistas, preparados com viés ambiental, na liderança ou suportando as reuniões semanais. Estes são fatores de sucesso na mitigação dos riscos ambientais envolvidos nos projetos e certamente podem influenciar a tomada de decisão sobre quais projetos desenvolve considerando a integração de aspectos ambientais na gestão de projetos.

## 5. DISCUSSÕES

Os resultados deste estudo reforçaram as proposições teóricas apresentadas na qual a adoção das práticas ambientais na gestão de portfólio da empresa traz benefícios financeiros perante a prática da política dos 3Rs, como por exemplo nos projetos de substituição das lâmpadas

de iluminação e no projeto das placas de energia solar. Todavia, em algumas situações, projetos foram congelados justamente pela falta de tecnologia acessível.

Este resultado corrobora estudos como o de Brook e Pagnanelli (2014), Klassen (1996) e Van Hemel e Cramer (2002) que observaram que a falta de conhecimento tecnológico disponível pela empresa pode ser uma barreira para a adoção de aspectos ambientais em seus projetos. Assim como estudos internacionais sugerem (COOPER et al., 1999, SCOTT, 2000), os critérios financeiros são os mais comumente usados na empresa, neste caso, juntamente com os critérios ambientais, que estão alinhados com seus objetivos estratégicos e apresentam melhores resultados perante os stakeholders, incluindo os a comunidade local, a qual é afetada pelas decisões do projeto; permitindo que as melhores decisões sejam tomadas (RONKAINEN, 1985).

Como Sánchez (2015) havia argumentado, para incorporar a sustentabilidade ambiental em programas e projetos são necessárias metas e métricas alinhadas à estratégia da empresa. A Tabela 3 apresenta as principais variáveis identificadas, os comentários dos entrevistados sobre o cenário, destacando o desenvolvimento de projetos com viés de sustentabilidade ambiental e a literatura relacionada.

Dentre as práticas adotadas para a incorporação da sustentabilidade ambiental no portfólio, destaca-se que os projetos são acompanhados desde seu início pela equipe do escritório de gestão. A presença dos profissionais especialistas em meio ambiente, bem como a aplicação de ferramentas formais de ecodesign, como por exemplo checklist ambiental, foram relatadas como fator necessário ao bom desempenho dos projetos, assim como já

VARIÁVEIS	COMENTÁRIOS	LITERATURA
Desempenho econômico e financeiro é impactado positivamente por práticas ambientais	<i>"Adoção das práticas ambientais na gestão de portfólio da empresa traz benefícios financeiros perante a prática da política dos 3Rs, como por exemplo nos projetos de substituição das lâmpadas de iluminação e no projeto das placas de energia solar."</i>	Dangelico (2017); Klassen (1996); Ronkainen (1985).
Integração com stakeholders contribui com o desenvolvimento de projetos sustentáveis	<i>"A disseminação dos objetivos para todos os setores da empresa, equipes multidisciplinares e suporte da liderança são positivos às decisões de sustentabilidade ambiental."</i>	Cheng et al. (2018); Jabbour et al. (2015); Pinheiro et al. (2018a); Sánchez (2015).
Especialistas e aplicação de ferramentas ambientais no desenvolvimento de projetos	<i>"A presença de especialistas com viés ambiental e a aplicação de ferramentas de ecodesign mostram se necessárias ao bom desempenho dos projetos."</i>	Bocken et al. (2014); Raymond et al. (2010); Rossi et al. (2016).
Falta de tecnologia impacta no avanço de projetos	<i>"Em algumas situações projetos foram congelados justamente pela falta de tecnologia acessível, inviabilizando a execução até que alguma tecnologia mais barata possa ser acessada."</i>	Brook e Pagnanelli (2014); Klassen (1996); Van Hemel e Cramer (2002).

Tabela 3: Projetos em desenvolvimento com viés ambiental.  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

apontado na literatura (ROSSI et al., 2016).

Em complemento, o trabalho de equipes multidisciplinares na gestão do portfólio, que assim como Jabbour et al. (2015) enfatizam, são especialmente necessárias para a implementação de práticas de ecodesign e podem influenciar a tomada de decisão, em projetos. A adoção dos sistemas de qualidade ISO 14001:2015, e OHSAS 18001:2007 também foram considerados importantes elementos orientadores para a incorporação de boas práticas ambientais e sociais nos projetos da empresa, sendo entendidos também como aplicação de guias e ferramentas formais no desenvolvimento dos projetos.

## 6. CONCLUSÃO

Ao investigar de maneira mais aprofundada como a gestão de portfólio de projetos integra práticas ambientais e realiza a tomada de decisão sobre o portfólio, este artigo avançou a literatura sobre os temas, contribuindo para os acadêmicos, e também promovendo a prática de áreas como o desenvolvimento de projetos e produtos ambientalmente sustentáveis, uma vez que descreve os resultados de um estudo de caso com foco no gerenciamento de projetos, promovendo reduções de custos, reforçando a competitividade e protegendo o meio ambiente. Os achados deste estudo podem orientar as organizações com interesse na adoção destas práticas e integração com seus projetos.

Considera-se que o problema de pesquisa foi respondido, uma vez que foi apresentado como uma empresa qualificada em gestão ambiental, do segmento de construção civil, realiza gestão de portfólio de projetos. Ainda, destacando-se as principais variáveis relacionadas à gestão de projetos com viés ambiental. As atividades de gestão de portfólio apoiam o processo de tomada de decisão, sendo responsáveis por verificar o alinhamento dos projetos com a estratégia das empresas.

O estudo de caso acrescentou à literatura que a restrição tecnológica foi mencionada como uma característica que pode afetar o desenvolvimento de projetos, devido principalmente ao custo para envolvido para acesso à tecnologia. Percebeu-se também que, ainda que a empresa aborde a questão ambiental de forma relevante na seleção do portfólio, as avaliações financeiras têm maior peso na tomada de decisão, pois estão diretamente ligadas com a viabilidade dos projetos, entretanto, para situações onde os riscos e impactos ambientais são altos, os indicadores financeiros passam não ser os prioritários nas decisões.

A adoção de ferramentas formais de ecodesign

contribui positivamente com a integração dos aspectos ambientais no desenvolvimento de projetos da empresa. Notou-se também que o envolvimento de um time multidisciplinar, com a presença de um especialista em gestão ambiental é fator positivo à boa gestão de portfólio, pois o conhecimento técnico permite melhor avaliação de benefícios e riscos.

É importante ressaltar que esta pesquisa, de caráter exploratório, buscou obter compreensões iniciais sobre a gestão do portfólio de projetos ambientalmente sustentáveis em uma empresa de construção civil. Os resultados empíricos deste estudo devem, entretanto, serem vistos com a devida restrição metodológica, pois, devido à limitação do método de pesquisa empregado, os resultados aqui apresentados não podem ser generalizados.

Entende-se que futuras pesquisas podem ampliar o corpo de conhecimentos sobre o tema aqui abordado pela realização de pesquisas quantitativas e por meio de estudos de casos adicionais em empresas que atuam em diferentes setores.

## REFERÊNCIAS

- AARSETH, W.; AHOLA, T.; AALTONEN, K.; ØKLAND, A.; ANDERSEN, B. **Project sustainability strategies: A systematic literature review.** *International Journal of Project Management*, v. 35, n. 6, p. 1071-1083, 2017.
- ALVAREZ-DIONISI, L. E.; TURNER, R.; MITTRA, M. **Global project management trends.** *International Journal of Information Technology Project Management (IJITPM)*, v. 7, n. 3, p. 54-73, 2016.
- ARCHER, N. P.; GHASEMZADEH, F. **An integrated framework for project portfolio selection.** *International Journal of Project Management*, v. 17, n. 4, p. 207-216, 1999.
- BOKS, C. **The soft side of eco-design,** *Journal of Cleaner Production*, vol. 14 pp. 1346-1356, 2006.
- BRONES, F.; CARVALHO, M. M.; ZANCUL, E. S. **Ecodesign in project management: a missing link for integration of sustainability in product development?** *Journal of Cleaner Production*, vol. 80, n.1, pp. 106-118, 2014.
- BROOK, J. W.; PAGNANELLI, F. **Integrating sustainability into innovation project portfolio management—A strategic perspective.** *Journal of Engineering and*

Technology Management, v. 34, p. 46-62, 2014.

CAMPOS, M. A.; DE ARGOLLO FERRÃO, A. M. **ENGENHARIA DE EMPREENDIMENTOS SUSTENTÁVEIS: CLASSES DE USO E NÍVEIS DE CERTIFICAÇÃO DOS EMPREENDIMENTOS CERTIFICADOS NO ESTADO DE SÃO PAULO.** REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil, v. 14, n. 1, 2018.

CHENG, S. T., HO, W. C., & CHANG, Y. H. **Measuring the Sustainability of Construction Projects throughout Their Lifecycle: A Taiwan Lesson.** Sustainability, v. 10, n. 5, p. 1-16, 2018.

COOPER, R. G.; EDGETT, S. J.; KLEINSCHMIDT, E. J. **New product portfolio management: practices and performance.** Journal of Product Innovation Management, vol.16, n.4, p. 331-351, 1999.

DANGELICO, R. M. **What Drives Green Product Development and How do Different Antecedents Affect Market Performance? A Survey of Italian Companies with Eco-Labels.** Business Strategy and the Environment, v. 26, n. 8, p. 1144-1161, 2017.

EISENHARDT, K. M. **Building theories from case study research.** Academy of management review, v. 14, n. 4, p. 532-550, 1989.

ELKINGTON, J.; ROWLANDS, I. H. **Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business.** Alternatives Journal, v. 25, n. 4, p. 42, 1999.

FRASER, E. D.; DOUGILL, A. J.; MABEE, W. E.; REED, M.; MCALPINE, P. **Bottom up and top down: Analysis of participatory processes for sustainability indicator identification as a pathway to community empowerment and sustainable environmental management.** Journal of environmental management, v. 78, n. 2, p. 114-127, 2006.

GAREIS, R., HUEMANN, M., MARTINUZZI, R-A., WITH THE ASSISTANCE OF WENINGER, C. AND SEDLACKO, M., **Project Management & Sustainable Development Principles,** Project Management Institute, Newton Square, PA, (2013).

GEMÜNDEN, H. G. **Project Governance and Sustainability—Two Major Themes in Project**

Management Research and Practice. Project Management Journal, v. 47, n. 6, p. 3-6, 2016.

GRAEDEL, T. E.; ALLENBY, B. R. **Industrial Ecology.** Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, v. 7632, p. 83-187, 2003.

GONZÁLEZ-BENITO, J.; GONZÁLEZ-BENITO, O. **Environmental proactivity and business performance: an empirical analysis.** Omega, vol. 33, n. 1, pp. 1-15, 2005.

HART, S. L.; MILSTEIN, M. B. **Creating sustainable value, Academy Of Management Executive,** Vol. 17 pp. 56-67, 2003.

HAUSER, J., TELLIS, G. J.; GRIFFIN, A. **Research on innovation and new products: a review agenda for marketing science.** Marketing Science, vol. 25, n.6, pp. 687-717, 2006.

HEISING, W. **The integration of ideation and project portfolio management—A key factor for sustainable success.** International Journal of Project Management, v. 30, n. 5, p. 582-595, 2012.

JABBOUR, A. B. L. S.; JABBOUR, C. J. C. (2013) **Gestão ambiental nas organizações: fundamentos e tendências.** 1. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2013.

JABBOUR, C. J. C.; JUGEND, D.; JABBOUR, A. B. L. S.; GUNASEKARAN, A.; LATAN, H. **Green product development and performance of Brazilian firms: measuring the role of human and technical aspects.** Journal of Cleaner Production, vol. 87, n. 15, pp. 442-451, 2015.

JUGEND, D.; FIGUEIREDO, J.; PINHEIRO, M. A. P. **Environmental Sustainability and Product Portfolio Management in Biodiversity Firms: A Comparative Analysis between Portugal and Brazil.** Contemporary Economics, v. 11, n. 4, 2017.

JUGEND, D.; FIGUEIREDO, J. **Integrating environmental sustainability and project portfolio management: case study in an energy firm.** Gestão & Produção, n. AHEAD, p. 0-0, 2017.

JUGEND, D.; SILVA, S. L. **Product-portfolio management: a framework based on methods,**

**organization, and strategy.** Concurrent Engineering: Research and Applications, vol. 22, n.1, pp.17-28, 2014.

JUGEND, D.; BARBALHO, S. C. M.; SILVA, S. L. **Gestão De Projetos: Teoria, Prática e Tendências.** Elsevier Brasil, 2014.

KLASSEN, R. D.; MCLAUGHLIN, C. P. **The impact of environmental management on firm performance.** Management science, v. 42, n. 8, p. 1199-1214, 1996.

KOLK, A. **The social responsibility of international business: From ethics and the environment to CSR and sustainable development.** Journal of World Business, v. 51, n. 1, p. 23-34, 2016.

KOPMANN, J., KOCK, A., KILLEN, C. P., & GEMUNDEN, H. G. **Business Case Control in Project Portfolios—An Empirical Investigation of Performance Consequences and Moderating Effects,** 2015.

MARNEWICK, C. **Information system project's sustainability capability levels.** International Journal of Project Management, v. 35, n. 6, p. 1151-1166, 2017.

MIGUEL, P. A. C. **Estudo de caso na Engenharia de produção: estruturação e recomendações para sua condução.** Revista Produção, v. 17, n. 1, pp. 216-229, 2007.

PETIT, Y. **Project portfolios in dynamic environments: Organizing for uncertainty.** International Journal of Project Management, v. 30, n. 5, p. 539-553, 2012.

PIGOSSO, D. C. A.; ROZENFELD, H.; MCALOONE, T. C. **Ecodesign maturity model: a management framework to support ecodesign implementation into manufacturing companies.** Journal of Cleaner Production, vol.59, n. 15, pp. 160-173, 2013.

PINHEIRO, M. A. P., SELES, B. M. R. P., DE CAMARGO FIORINI, P., JUGEND, D., LOPES DE SOUSA JABBOUR, A. B., DA SILVA, H. M. R., & LATAN, H. **The role of new product development in underpinning the circular economy: A systematic review and integrative framework.** Management Decision, 2018b.

PINHEIRO, M. A. P., JUGEND, D., DEMATTÊ FILHO, L. C.,

& ARMELLINI, F. **Framework proposal for ecodesign integration on product portfolio management.** Journal of Cleaner Production, v. 185, p. 176-186, 2018a.

PINHEIRO, M. A. P.; JUGEND, D. **GESTÃO DE PORTFÓLIO DE PRODUTOS E ECODSIGN: UMA PROPOSTA DE INTEGRAÇÃO.** Blucher Design Proceedings, v. 3, n. 12, p. 685-694, 2017.

RAYMOND, C. M.; FAZEY, I.; REED, M. S.; STRINGER, L. C.; ROBINSON, G. M.; EVELY, A. C. **Integrating local and scientific knowledge for environmental management.** Journal of environmental management, v. 91, n. 8, p. 1766-1777, 2010.

RONKAINEN, I. A. **Criteria changes across product development stages.** Industrial Marketing Management, 14(3), 171–178, 1985.

ROSSI, M.; GERMANI, M.; ZAMAGNI, A. **Review of eco-design methods and tools.** Barriers and strategies for an effective implementation in industrial companies. Journal of Cleaner Production, v. 129, p. 361-373, 2016.

SÁNCHEZ, M. A. **Integrating sustainability issues into project management.** Journal of Cleaner Production, [s.l.], v. 96, p.1-12, jun. 2015.

SIHVONEN, S.; PARTANEN, J. **Eco-design practices with a focus on quantitative environmental targets: An exploratory content analysis within ICT sector.** Journal of cleaner production, v. 143, p. 769-783, 2017.

SILVIUS, A. J.; SCHIPPER, Ron PJ. **Sustainability in project management: A literature review and impact analysis.** Social Business, v. 4, n. 1, p. 63-96, 2014.

SCOTT, G. M. **Critical technology management issues of new product development in high-tech companies.** Journal of Product Innovation Management, vol. 17, n. 1p. 57-77, 2000.

TIWARI, M. K.; CHANG, P. C.; CHOUDHARY, A. **Carbon-efficient production, supply chains and logistics.** International Journal of Production Economics, n. 164, p. 193-196, 2015.

VAN HEMEL, C.; CRAMER, J. **Barriers and stimuli for**

**ecodesign in SMEs.** Journal of Cleaner Production, 10(5), 439–453. 2002.

WONG, C. W.; LAI, K. H.; LUN, Y. V.; CHENG, T. E. **Environmental Management.** In: Environmental Management. Springer International Publishing, 2016. p. 1-27.

YIN, R. K. **Estudo de caso:** planejamentos e métodos. Bookman editora, 2015.

## AUTORES

ORCID: 0000-0001-8383-696X

**MARCO ANTONIO PAULA PINHEIRO**, M.Sc. | Universidade Estadual Paulista - UNESP | Faculdade de Engenharia de Produção| Bauru, SP - Brasil | Correspondência para: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 CEP: 17033-360 - Vargem Limpa - Bauru\SP | E-mail: marco.pinheiro@unesp.br

**DANIEL JUGEND**, Dr. | Universidade Estadual Paulista - UNESP | Faculdade de Engenharia de Produção| Bauru, SP - Brasil | Correspondência para: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 CEP: 17033-360 - Vargem Limpa - Bauru\SP | E-mail: daniel.jugend@unesp.br  
ORCID: 0000-0002-5865-7967

ORCID 0000-0002-2774-8129

**PATRICIA JACOMINI FROIO**, M.Sc. | Universidade Estadual Paulista - UNESP | Faculdade de Engenharia de Produção| Bauru, SP - Brasil | Correspondência para: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 CEP: 17033-360 - Vargem Limpa - Bauru\SP | E-mail: p.froio@unesp.br

ORCID: 0000-0002-6958-7714

**ROSANE APARECIDA GOMES BATTISTELLE**, Dra. | Universidade Estadual Paulista - UNESP | Faculdade de Engenharia de Produção| Bauru, SP - Brasil | Correspondência para: Avenida Engenheiro Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01 CEP: 17033-360 - Vargem Limpa - Bauru\SP | Email: rosane@feb.unesp.br

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

PINHEIRO, Marco Antonio Paula; JUGEND, Daniel; FROIO, Patricia Jacomini; BATTISTELLE, Rosane Aparecida Gomes. Integrando Sustentabilidade Ambiental ao Portfólio de Projetos: Estudo de Caso no Setor de Construção. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 2, p. 165-175, jun. 2019.** ISSN 24473073. Disponível em:<<http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>>. Acesso em: dia mês. ano. doi:<https://doi.org/10.29183/2447-3073.MIX2019.v5.n2.165-175>.

**DATA DE ENVIO:** 16/04/2019

**DATA DE ACEITE:** 22/05/2019



## ENTREVISTA COM: MARCOS MARQUES



*Poderia resumir sua formação e descobertas relevantes em sua trajetória que lhe conduziram ao cultivo do bambu? Que caminhos percorreu até chegar à BAMBU-SC?*

"Me formei engenheiro civil na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo em 1983. De lá pra cá trabalhei em todo o tipo de obras civis, residências, construções ecológicas, edifícios residenciais e fábricas. Adoro viajar...assim na Ásia e Austrália vivenciei o uso do bambu e de materiais naturais na construção civil. Na Austrália me formei permacultor e conheci ecovilas. Lá percebi o potencial do bambu como instrumento de mudança. Em 2004, organizei, em Florianópolis, um grupo de estudos de permacultura e ecovilas. Também realizei um curso de bambu com o Prof. Marco Pereira da Unesp de Bauru. Logo em seguida surgiu a BambuSC, e também nessa época iniciei o plantio do bambu no Sítio Vagalume em Rancho Queimado.

Anos depois estive, por dois meses, num curso do Centro de Pesquisas de Bambu da China (CBRC), onde pude visitar plantações de bambu e fábricas constituintes da cadeia produtiva do bambu."

*O que é o Sítio Vagalume? Que atividades utilizando o bambu são realizadas neste espaço? (espécies cultivadas, perspectivas de comercialização, vivências proporcionadas ao público, experimentos realizados)*

"O Sítio Vagalume é uma área de 10 hectares na serra catarinense. Inicialmente era um local de refúgio de um grupo de amigos. Após minha estada na Austrália e Nova Zelândia comprei a parte de meus parceiros e me dediquei a implantar um sistema permacultural baseado no reflorestamento com bambu, árvores nativas e frutíferas. Iniciei o plantio de bambus em 2003 e hoje temos mais de 200 touceiras de 9 espécies exóticas, além de várias espécies nativas originais da mata preservada. Organizamos cursos e vivências de plantio, produção e venda de mudas, colheita e manejo de bambus além de colheita e preparo de brotos de bambu comestíveis em conserva. Os vizinhos que se interessam participam gratuitamente das atividades e ganham mudas para plantar em suas propriedades. Gosto de experimentar novas técnicas de produção de mudas e novos formatos de bambu, como bambu quadrado."

*Quais os usos potenciais para o bambu brasileiro?*

"O bambu tem inúmeros usos potenciais, desde proteção de encostas contra erosão, produção de fibras e cavacos, carvão, alimentos como farinha e brotos comestíveis, além de substituir a madeira em todos os seus usos. No Brasil a cadeia produtiva ainda está em formação e não existem grandes plantios que permitam usos industriais. Associações como a BambuSC estão se organizando pelo país e também o governo está se interessando pelo cultivo e uso do bambu como fonte de trabalho e renda. Foram criadas leis de incentivo pelo governo federal e algumas cidades já têm suas próprias leis de incentivo. A BambuSC está

trabalhando para que Florianópolis e Santa Catarina sejam pioneiros nessa consciência e apoio por parte das autoridades e instituições públicas como a Epagri."

*Como percebe a evolução da construção com bambu no Brasil? Quais as perspectivas de desenvolvimento da cadeia produtiva deste material no Brasil? Percebe algum entrave nestas perspectivas?*

"Construção com bambu no Brasil foi sempre coisa alternativa, sem normas e feita apenas com conhecimentos empíricos ou trazidos de outras culturas. Os métodos de tratamento também não são normalizados. Recentemente a ABNT produziu a norma brasileira de estruturas de bambu, que no momento está em fase de consulta pública. Assim, em breve teremos normas brasileiras para dar as garantias técnicas necessárias para que o uso do bambu na construção civil seja feito com rigor e competência. Além do problema da falta de normas, existe a falta do plantio em grande escala que permitam a execução de grandes obras e usos mais diversificados com qualidade e garantia."

*Como vê o papel das técnicas construtivas a partir de materiais alternativos, muitas delas ainda não normatizadas, na construção em grande escala ou nas edificações em altura?*

"Vejo com preocupação a difusão de métodos alternativos sem base teórica ou estudos locais para validá-los. Normalmente são usados por pessoas de baixa renda sem acesso aos materiais nobres e utilizando conhecimento ancestral ou métodos empíricos. Considero essencial o papel da universidade na pesquisa e divulgação desses técnicas com suas características e peculiaridades."

*Como imagina um edifício e uma cidade sustentável?*

"Imagino o cidadão educado e consciente, o uso materiais renováveis, a produção de alimento incorporada ao dia a dia das cidades, o lixo zero. A prioridade seria para a qualidade de vida....um sonho???"

*Como os profissionais da construção (pesquisadores, projetistas e empreendedores) podem transpor a distância entre o que planejam em termos de sustentabilidade e o que efetivamente conseguem implementar?*

"Inovação! Muita pesquisa e compartilhamento de informações e experiências. Educando as pessoas para a importância do bem comum que gera o bem individual."

*Que mensagem poderia deixar para os profissionais da área, sobre o emprego do bambu?*

"Agora com normas da ABNT, o uso do bambu como material de construção deve se popularizar no Brasil, formando a cadeia produtiva e criando condições para outros usos inovadores e sustentáveis."



# AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES DE UMA BIOARGAMASSA COM MICRORGANISMOS ENCAPSULADOS

ROBERTO DE CARLI DE MARTINI | UPF  
JUPIRA ALMEIDA, M.Sc. | UPF

## 1. INTRODUÇÃO

O consumo do cimento ao redor do mundo preocupa os ambientalistas, em função dos danos causados pela geração de CO<sub>2</sub>.

Em busca de materiais alternativos e mais sustentáveis, pesquisadores vem utilizando técnicas de biocimentação, compondo argamassas com microrganismos cristalizantes, como o cimento.

As misturas geralmente são feitas com os microrganismos livres, o intuito de encapsulá-los é mantê-los por mais tempo em um ambiente favorável ao seu desenvolvimento, para melhorar seu desempenho, aumentando a resistência da argamassa.

## 2. DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

Com o objetivo de avaliar as propriedades mecânicas de resistência à compressão e à tração de uma argamassa com microrganismos encapsulados aos 28 dias (ABNT NBR 13281:2005).

O traço utilizado foi 1:1:2:6, em volume, sendo cinza de casca de arroz, calcário calcítico, cal e areia respectivamente. Todas as misturas ensaiadas tiveram adição de 5% de cimento em relação aos secos.

O calcário calcítico foi utilizado como fonte de cálcio para que ocorra a precipitação de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>). Foram moldadas amostras de referência (RE), amostras substituindo 100% do calcário (em massa) por cápsulas contendo meio de cultivo (sem bactérias) (C100), amostras substituindo 50% do calcário (em massa) por cápsulas contendo bactérias (C50Sp), amostras substituindo 100% do calcário (em massa) por cápsulas contendo bactérias (C100Sp) e amostras substituindo o calcário (em massa) por bactérias livres (em meio líquido) (CSp). Em todos os traços foi diluída na água da mistura 5% de ureia, em relação ao volume de água.

A Figura 1 apresenta o processo de imobilização dos microrganismos *Sporosarcina pasteurii* (CCT 0538-ATCC 11859) e mistura. O processo de imobilização foi realizado pelo gotejamento de alginato de sódio em uma solução de cloreto de cálcio, gerando cápsulas de gel instantaneamente, técnica usada por Favaretto, 2015.



Figura 1 – Produção da bioargamassa  
Fonte: Autor, 2018.

As Figuras 2 e 3 mostram, em gráficos, os resultados encontrados em cada traço (Mpa), para os ensaios de compressão axial e tração na flexão.

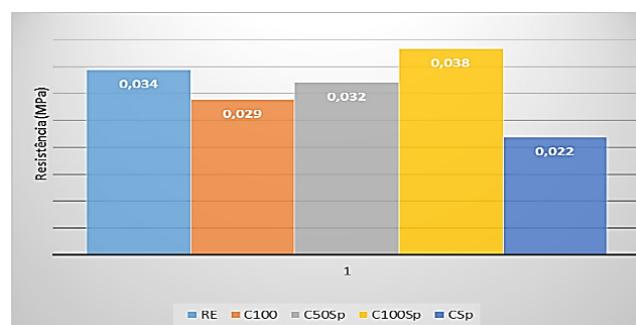


Figura 2 – Resistências a tração  
Fonte: Autor, 2018

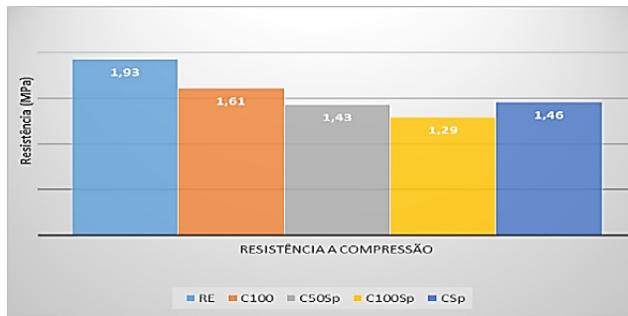


Figura 3 – Resistências a compressão  
Fonte: Autor, 2018

A resistência à compressão se mostrou superior nos corpos de prova convencionais (RE). Nos ensaios de resistência à tração na flexão, observou-se aumento gradativo conforme a adição de cápsulas, possivelmente por que quando ocorre a cura da argamassa, as cápsulas secam, funcionando como uma “fibra”, bem como as bactérias que morreram no processo. A baixa precipitação de carbonato de cálcio, pode ter sido causada pela adaptação das células aos diferentes meios, como a cápsula e a mistura.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR 13281: argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos: requisitos. Rio de Janeiro, 2005.

FAVARETTO, D. C. **Biorremediação de efluente de posto de combustível com microrganismos encapsulados**. 2015. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Ambiental, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2015.

# EFICIÊNCIA TÉRMICA DOS ELEMENTOS DE COBERTURA NO MUNICÍPIO DE TEÓFILO OTONI/MG

IARA FERREIRA DE REZENDE COSTA, M.Sc. | UFVJM

LUCAS PEREIRA BRAGA | UFVJM

ALCINO DE OLIVEIRA COSTA NETO, M.Sc. | UFVJM

A cobertura é um elemento chave no conforto térmico das edificações, elemento que recebe a radiação solar, durante todo o dia, e tem uma significativa importância no desempenho térmico de edificações térreas. A carga térmica recebida pela cobertura pode atingir valores de 72,3%, em detrimento das fachadas e do piso (MASCARÓ e MASCARÓ, 1992).

A partir deste panorama, o presente trabalho avalia as alterações de temperatura em ambientes internos de um protótipo instalado na cidade de Teófilo Otoni/Minas Gerais, simulando uma edificação térrea com três tipos de cobertura: telhas cerâmicas, telhado verde e uma laje maciça de concreto. As medições da temperatura nesse protótipo permite aferir as características térmicas de possíveis edificações no município, a fim de determinar qual cobertura é a mais eficiente para o conforto térmico.

O protótipo foi coberto em partes, com telha cerâmica colonial, cobertura verde extensiva e uma laje de concreto. Todas as coberturas apresentam as mesmas dimensões (1,00 x 1,00 x 0,80 m) e dispostas nas mesmas condições ambientais, conforme a Figura 01.



Figura 01 – Vista superior do protótipo  
Fonte: Autores

Os dados de temperatura foram coletados pelas manhãs, tardes e noites no período de 12 de novembro ao dia 07 de dezembro de 2018, para os três tipos de cobertura e para a temperatura ambiente no mesmo instante. Os horários de coleta foram às 8h, 13h e às 18h30. O instrumento de medição utilizado foi o termômetro digital infravermelho com mira laser.

O gráfico da Figura 02 representa os resultados encontrados para a variação das temperaturas médias neste período.

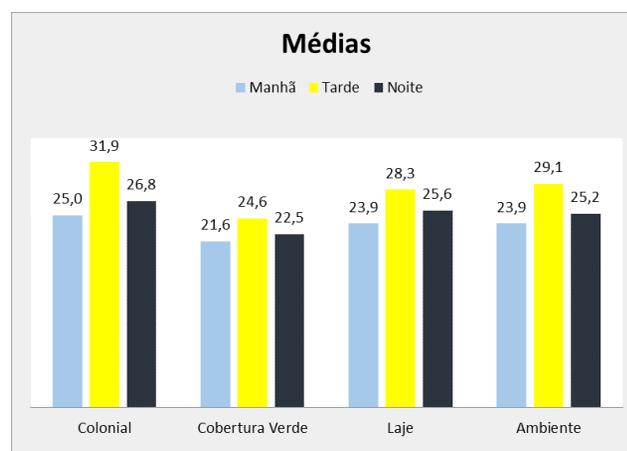


Figura 02 – Temperaturas médias dos ambientes abaixo dos 3 tipos de coberturas  
Fonte: Autores

Alicerçado no gráfico acima, as coberturas apresentam picos durante o período vespertino, o que já era esperado, uma vez que é durante essa parte do dia que os valores do índice de radiação solar se tornam máximos. Considerando este cenário, a temperatura ambiente obtida foi de 29,1 °C, a temperatura sob uma cobertura colonial 31,9 °C, na laje maciça, 28,3°C e na cobertura verde a média encontrada foi de 24,6 °C. As manhãs apresentam temperaturas menores do que o período da noite, em todas as situações. A justificativa advém pelos valores de índice de radiação solar em detrimento do horário

estabelecido para a medição (08:00 horas e 18:30 horas, respectivamente), considerando o horário brasileiro de verão no município.

Com referência às medições experimentais, é possível concluir a eficácia do sistema de coberturas verdes, uma vez que este apresentou menores picos de temperatura e as menores oscilações, em comparações com as demais coberturas, considerando as condições climáticas severas do município de Teófilo Otoni. A justificativa para os valores encontrados passa pela caracterização da inércia térmica do substrato, ocorrendo um atraso na transmissão do fluxo de calor proveniente da radiação solar. O protótipo de coberturas foi de grande valia para a obtenção desses dados comparativos.

## REFERÊNCIAS

MASCARO, Juan Luis e MASCARO, Lucia Elvira Raffo. **Incidência das variáveis projetivas e de construção no consumo energético dos edifícios: relatório de pesquisa**. Porto Alegre; Sagra-DC Luzzatto; 1992. 134 p.

# BIM PARA GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

VERÔNICA MARTINS GNECCO | UFSC

LETICIA MATTANA, M.Sc. | UFSC

## 1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil destaca-se como um dos setores que mais gera resíduos. Porém, possui grande representatividade na economia do país e reflete diretamente a situação econômica e social que o mesmo se encontra. Apesar disso, ao comparar o setor com outras áreas, percebemos o quanto ainda é atrasado em questão de tecnologia. Assim, a gestão e redução dos resíduos no setor da construção civil não são adequados. O processo BIM surge como alternativa para facilitar a resolução destes problemas. Neste trabalho foram estudadas as possibilidades oferecidas pelo BIM para a gestão de resíduos, utilizando-se de um estudo de caso para fins práticos e comparativos: a obra do CRAS de Biguaçu/SC. Para o estudo, foram (a) investigadas as principais ferramentas BIM que contribuem para a gestão de resíduos, (b) analisado o caso de estudo para cada alternativa oferecida pelo BIM para redução ou controle da gestão de resíduos, (c) levantamento in loco de quantitativos de alvenaria do caso de estudo e estudo comparativo com o modelo BIM, (d) elaboração e aplicação de entrevistas com os envolvidos na obra e na modelagem desta edificação e (e) análise dos resultados e considerações finais. O processo BIM apresenta grande capacidade de análise, compilação, organização e registro de informações para a gestão de resíduos, ainda subutilizados na construção civil brasileira, principalmente na etapa de execução de obras. Destaca-se também a importância da colaboração entre as equipes envolvidas, para o sucesso da gestão de resíduos através do processo BIM. Pelos resultados obtidos, infere-se que o BIM na gestão de resíduos deve ser melhor estudado e aplicado pelas empresas responsáveis pelos projetos de arquitetura e engenharia, evitando obras custosas financeiramente e ambientalmente.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo é a investigação de como o processo BIM pode contribuir para gestão de resíduos de uma edificação.

Além disso, o estudo apresenta como objetivos específicos: (a) conhecer as ferramentas BIM e as suas potencialidades na gestão de resíduos, (b) verificar como ocorre a interação entre o modelo BIM e o canteiro de obras e (c) Propor alternativas para a redução dos resíduos no canteiro de obras, usando o BIM.

## 3. RESULTADOS

Através da revisão bibliográfica realizada, foram identificados quais softwares BIM auxiliam nas fases de projeto e gestão dos resíduos. Segundo Deshpande e Whitman (2014) o AUTODESK REVIT apresenta funcionalidades que permitem prever virtualmente a utilização espacial do canteiro de obras e o AUTODESK NAVISWORKS auxilia nas simulações temporais do processo construtivo. Outras fases de projeto apresentam influência nos resíduos de construção e demolição, tendo também softwares que contribuem para a eficácia da execução da etapa. Alguns desses foram expostos no trabalho de Won e Cheng (2017), utilizado como base para a pesquisa.

No estudo de caso do presente trabalho, o CRAS de Biguaçu, os softwares utilizados que colaboraram para a gestão dos resíduos foram (1) revisão e compatibilização de projetos através do uso das ferramentas NEMESTSCHEK SOLIBRI MODEL CHECKER e TEKLA BIM SIGHT, (2) no planejamento do canteiro de obras através do uso da ferramenta GRAPHISOFT ARCHICAD, (3) no projeto dos sistemas de construção através do uso das ferramentas GRAPHISOFT ARCHICAD, ALTOQI EBERICK e ALTOQI QIBUILDER e (4) no controle e planejamento 3D através do uso da ferramenta GRAPHISOFT ARCHICAD.

Nas visitas ao canteiro de obras foi constatado o constante desperdício de material e ausência de planejamento na execução da obra, com o uso do BIM apenas na fase

de projeto. O processo de execução era bastante artesanal, sem variação por ser um projeto realizado através de ferramentas em BIM. Os materiais ficavam muitas vezes expostos às intempéries, evidenciando o pouco planejamento do canteiro de obras e falta de previsão para armazenagem e movimentação de materiais. As quebras de tijolo para inclusão de instalações e o desperdício de materiais no entorno da obra era evidente e prejudicava a movimentação dos trabalhadores e visitantes.

Por outro lado, o BIM foi aplicado em algumas situações com êxito para a redução dos resíduos, como na detecção de conflitos interferências e colisões que, segundo o responsável pela modelagem do CRAS, foi importante para o trabalho de maneira mais coordenada e sistêmica. Entretanto, nas visitas ao canteiro foram verificados conflitos com as instalações e os elementos estruturais, causados por erros de projeto ou pela interpretação errônea dos projetos, os quais foram disponibilizados apenas em PDF pela empresa executora. Outras utilidades do BIM que não foram utilizadas adequadamente no projeto em estudo foram o planejamento da construção, a sincronização do projeto e do layout do canteiro e a previsão da quantidade de material. Todas essas omissões tiveram impactos financeiros, ambientais e nos prazos do projeto.

Ainda, foi medida a alvenaria do empreendimento, primeiramente através do software BIM e depois em obra. Foi constatada que a alvenaria foi aproximadamente 1,07% menor em obra do que no software, portanto a metodologia para quantificação pode ser utilizada com certa exatidão, mas não considera os possíveis desperdícios de material que podem ocorrer na execução. Fazendo um comparativo com os dados de obra disponibilizados pelo engenheiro responsável pela execução, a diferença para o valor medido foi, em média, de 18,03% menor que o valor comprado de tijolos de alvenaria.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio das visitas feitas em obra, da análise feita no modelo BIM disponibilizado para estudo, das entrevistas realizadas com profissionais envolvidos no projeto e das pesquisas realizadas em bibliografias acadêmicas, concluiu-se que o CRAS de Biguaçu não utilizou adequadamente os recursos do processo BIM para a gestão de resíduos, principalmente no que diz respeito à gestão e execução da obra. A implantação da tecnologia é, ainda, muito recente para a maioria das empresas de projeto e execução, as quais ainda não têm conhecimento de todas as potencialidades dos processos e ferramentas.

Percebeu-se desarmonia entre as etapas do processo de projeto e gestão de obras nesta edificação, fator essencial para o sucesso do BIM no empreendimento.

Sugerem-se revisões constantes do projeto, com prioridade à colaboração e a melhoria dos processos, com maior cuidado nas etapas de gestão, construção e gerenciamento da obra.

#### REFERÊNCIAS

DESHPANDE, A.; WHITMAN, B.. **Evaluation os the Use of BIM Tools for Construction Site.** In: ASC ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 50., 2014, Auburn. Proceedings. Auburn: Associated Schools Of Construction, 2014. p. 70 - 78.

WON, J.; CHENG, J. **Identifying potential opportunities of building information modeling for construction and demolition waste management and minimization.** Automation In Construction, Online, v. 79, p.3-18, jul. 2017.

# ESTRATÉGIAS DE ECO-DESIGN E DE SUSTENTABILIDADE NA ÁREA DA CERÂMICA ESTRUTURAL EM PORTUGAL

LILIANA GOUVEIA | ESAD.CR/IPL - PORTUGAL

LIA GOMES | ESAD.CR/IPL - PORTUGAL

JOSÉ MANUEL C. B. C. FRADE, Dr. | ESAD.CR/IPL - PORTUGAL

## RESUMO

Estratégias de eco-design e de sustentabilidade têm sido usadas para diferenciar os produtos cerâmicos em geral e os cerâmicos estruturais em particular. No presente artigo pretendem-se apresentar os resultados relativos à investigação que foi realizada no projeto CP2S – Cerâmica, Património e Produto Sustentável, do ensino à indústria, nomeadamente no seu eixo de investigação relacionado com a identificação das principais estratégias de eco-design e de sustentabilidade aplicadas por este setor tendo em vista diferenciar, criar valor e introduzir inovação na cerâmica estrutural.

## 1. INTRODUÇÃO

Este artigo pretende apresentar e discutir alguns dos resultados do projeto de investigação cerâmica, património e produto sustentável - do ensino à indústria (CP2S) que tem lugar no Laboratório de Investigação em Design e Artes (LIDA) da Escola Superior de Artes e Design de Caldas da Rainha (ESAD.CR) do Instituto Politécnico de Leiria (IPLeia), Portugal, nomeadamente no que diz respeito à investigação das principais estratégias de sustentabilidade de que as empresas industriais de cerâmica do subsector estrutural aplicam ao nível do design, da produção e da comercialização tendo em vista conseguir introduzir nos mercados nacionais e internacionais produtos com cariz sustentável cuja diferenciação contribui para a valorização destes produtos sustentáveis relativamente a outros produtos concorrentes. A cerâmica industrial tradicional subdivide-se em quatro principais subsectores: utilitário e decorativo; pavimentos e revestimentos; sanitários e estruturais, sendo estes últimos o objeto do presente artigo, onde se apresentam alguns exemplos de estudo. Noutros artigos poderão ser apresentados mais exemplos deste subsector e dos outros subsectores cerâmicos.

## 2. DISCUSSÃO E RESULTADOS GERAIS

Neste trabalho fizeram-se visitas as várias empresas

industriais do subsector da cerâmica industrial e estudaram-se os respetivos produtos no sentido de selecionar os produtos sustentáveis que neste caso foram cerca de 100. A maioria destes produtos são tijolos extrudidos ou prensados; coberturas de telhados ou telhas e respetivas peças de complemento; pavimentos e revestimentos de fachadas extrudidos. De seguida a título de exemplo apresenta-se algumas fotos desses produtos e discutem-se as estratégias de sustentabilidade que estiveram na sua origem.

A cerâmica estrutural privilegia o uso de matérias-primas muito abundantes (quase sempre argilas vermelhas) e altamente disponíveis, de baixo custo, compatíveis com ciclos de cozedura a mais baixas temperaturas, algumas vezes rápidos (figuras 1 a 8). A mistura destas argilas vermelhas com argilas que cozem branco, em diferentes quantidades relativas, produzem a baixo custo produtos com uma variação cromática que pode ser interessante do ponto de vista de design sustentável (figura 1). Estas condições promovem a fabricação de produtos de reduzido custo o que democratiza o seu acesso para variados fins, especialmente nas áreas da construção civil e da arquitetura.

As argilas vermelhas conferem quase sempre elevada plasticidade às pastas cerâmicas, propriedade adequada

para a conformação de produtos com formas simples através de tecnologias de baixo custo como são a prensagem ou a extrusão.

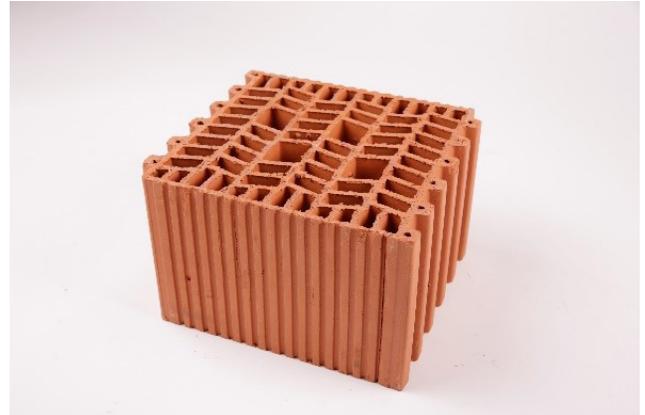


**Foto 1:** Tijolos prensados cuja cor resulta de diferentes combinações de argilas de diferentes tonalidades após cozedura (produto da fábrica Torreense).  
**Fonte:** (Autor: Pedro Cá)

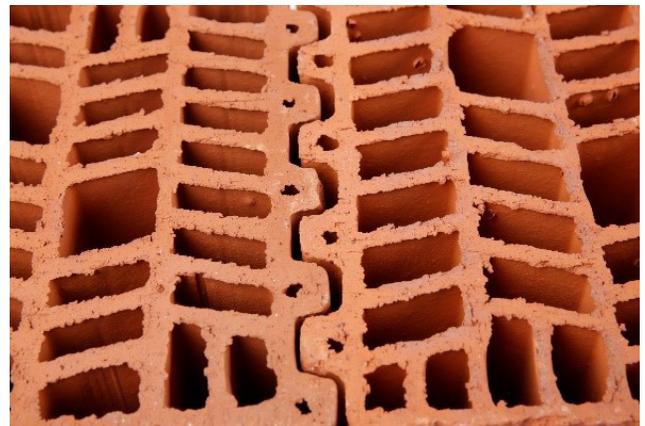
Nas figuras 2 e 3 apresenta-se o tijolo térmico produzido por extrusão e que apresenta um conjunto de qualidades que contribuem favoravelmente para o isolamento térmico ( e acústico) dos edifícios construídos com este tipo de produto. Para além da porosidade intrínseca da matéria cozida de argila vermelha, estes produtos conformados por extrusão apresentam uma grande volume de espaços vazios que melhora o desempenho de isolamento térmico - com efeito sobre a redução do consumo energético na fase de uso - e de isolamento acústico. Outro dado interessante é que o design deste produto impõe um conjunto de guias macho/femea (figura 3) que para além de simplificar o processo de aplicação (montagem), reduz a quantidade de argamassa necessária para colagem entre eles cuja condutividade térmica é comparativamente maior do que a do material cerâmico do próprio tijolo. Na figura 5, apresenta-se um tijolo extrudido que integra uma cavidade para moldação do betão armado, que simplifica o processo de construção e reduz (ou elimina) a quantidade de material necessário (madeiras, metais, etc) para fazer as cofrangens (moldes) dos processos construtivos.

Baseado no mesmo princípio de sustentabilidade que visa a simplificação dos processos construtivos, apresenta-se na figura 5 uma telha dupla que exige menos tempo de trabalho para a construção de uma cobertura ou telhado relativamente à utilização de telhas convencionais. Acresce nesta situação uma redução do número de juntas

de ligação entre telhas e por isso o aumento do isolamento térmico do conjunto que está em linha com a redução de necessidades energéticas para o aquecimento ou arrefecimento de espaços interiores.



**Foto 2:** Tijolo (produto da fábrica Preceram).  
**Fonte:** (Autor: Pedro Cá)



**Foto 3:** Pormenor do encaixe entre tijolos “térmicos” (produtos da fábrica Preceram).  
**Fonte:** (Autor: Pedro Cá)



**Figura 4:** Tijolo extrudido com molde para betão armado (produtos da fábrica Prélis).  
**Fonte:** (Autor: Pedro Cá)



**Figura 5:** Duplat-telha prensada (produto da fábrica CS Coelho da Silva).  
**Fonte:** (Autor: Pedro Cá)

Na figura 6, apresenta-se uma telha simples multifuncional que conjuga as características de cobertura e entrada de luz nos edifícios, fator importante para a sustentabilidade deste produto. A utilização de luz natural reduz o consumo energético que seria necessário para o mesmo fim.



**Figura 6:** Telha prensada com claraboia transparente para entrada de luz (produto da fábrica CS Coelho da Silva).  
**Fonte:** (Autor: Pedro Cá)

Finalmente nas figuras 7 e 8 apresenta-se placas simples extrudidas em barro vermelho para montagem de fachadas ventiladas em edifícios. Estes produtos são montados nas paredes exteriores das edificações deixando entre estas placas e as paredes dos edifícios uma caixa de ar que faz o isolamento térmico. Na comparação entre as duas figuras verifica-se o potencial que a extrusão tem na diferenciação do design de produtos similares e na moldação de sistemas de encaixe rápido, simples e reversível entre placas, fatos extremamente importantes do ponto de vista da sustentabilidade dos produtos.



**Figura 7:** Placa extrudida para fachada ventilada (produto da fábrica Soladrilhos).  
**Fonte:** (Autor: Pedro Cá)



**Figura 8:** Placa extrudida para fachada ventilada (produto da fábrica Soladrilhos).  
**Fonte:** (Autor: Pedro Cá)

Finalmente é importante acrescentar que são conhecidos exemplos da introdução de resíduos próprios na pasta que é usada na conformação destes produtos estruturais, tal como são conhecidos exemplos da introdução de resíduos provenientes de outros setores industriais que são usados como combustíveis ou para aumentarem a resistência mecânica dos produtos finais, em especial dos tijolos, acontecimentos que abrem a oportunidade futura de discutir estes assuntos na perspetiva da economia circular e design circular.

## AGRADECIMENTOS

O Projeto CP2S, “Cerâmica, Patrimônio e Produto Sustentável – do ensino à indústria”, agradece o apoio FEDER – Fundo Europeu de Desenvolvimento Regional, no âmbito do Programa Portugal 2020 – Programa Operacional Regional do Centro (CENTRO-01-0145-FEDER-23517) e a todas as empresas que ofereceram produtos cerâmicos para constituir a coleção de produtos cerâmicos industriais sustentáveis.



# APRENDIZAGEM NO CONTEXTO ORGANIZACIONAL PARA A SUSTENTABILIDADE: UM ESTUDO DE CASO

GABRIELA ALMEIDA MARCON NORA, M.Sc. | UFSC  
EDUARDO JUAN SORIANO-SIERRA, Ph.D. | UFSC

## 1. INTRODUÇÃO

Existe uma nova pressão sobre as instituições de ensino superior para que abracem sua responsabilidade socioambiental – ainda um desafio que requer aprendizagem. As Universidades públicas brasileiras, em função de todas as suas atribuições em ensino, pesquisa e extensão, possuem aquisições volumosas. Neste contexto surgiu a pergunta deste estudo: Como as preocupações com a sustentabilidade nas compras públicas fomentam a aprendizagem no contexto de uma universidade brasileira? O objetivo geral da presente pesquisa foi “Compreender como as preocupações com a sustentabilidade nas compras públicas fomentam a aprendizagem individual no contexto organizacional de uma universidade brasileira”.

Para atingir o objetivo geral proposto, foram estabelecidos quatro objetivos específicos: a) Examinar os critérios para sustentabilidade nas compras públicas; b) Verificar a maneira como o conhecimento é compartilhado entre os sujeitos no ambiente da pesquisa; c) Identificar processos de aprendizagem no ambiente de trabalho eventualmente existentes; d) Descrever os pontos críticos dentro do processo de aprendizagem individual para a sustentabilidade no ambiente.

Para o alcance deste objetivo, de abordagem qualitativa e natureza exploratória, de horizonte transversal, foi escolhido o estudo de caso como estratégia investigativa. A ênfase, em termos de nível de análise da aprendizagem, esteve nos indivíduos. Foram coletados dados primários e secundários. Realizou-se entrevistas semiestruturadas com oito informantes com vivência no que diz respeito ao ambiente e ao tema da pesquisa. Após a coleta de dados, utilizou-se o software MAXQDA Analytics Pro 2018, para auxílio na realização das análises, permitindo criar alguns códigos e categorizar excertos das transcrições.

## 2. DISCUSSÃO E RESULTADOS

Não há uma definição singular para aprendizagem individual no ambiente organizacional ou no ambiente de trabalho. A literatura acadêmica apresenta múltiplos

entendimentos sobre o tema (BILLET, 2002; BENOZZO; COLLEY, 2012).

Foi realizado um estudo de caso único na UFSC, o qual permitiu explicitar características do ambiente e de seus atores. Identificou-se que o compartilhamento de conhecimentos é mais informal do que codificado. Alguns processos de gestão do conhecimento já foram implementados, mas ainda há bastante espaço para avanços nessa seara.

Sustentabilidade requer engajamento (HANSEN; LEHMANN, 2006). Constatou-se que a legislação é um forte indutor de novos comportamentos (ARROWSMITH, 2004) e, por esta razão, um instrumento de apoio à aprendizagem, sobretudo, no setor público. A cultura organizacional voltada à aprendizagem é importantíssima quando se pretende produzir mudanças no contexto. No ambiente da pesquisa, apesar de haver registros das ações, a aprendizagem ocorre, principalmente, nas trocas intersubjetivas, não em programas de capacitação voltados a este fim. Foram identificados e descritos nos resultados sete pontos críticos para aprendizagem no contexto organizacional que a impulsionam e merecem ser considerados por toda instituição que a deseje promover, quais sejam: i) Liderança; ii) Redes; iii) Cultura Organizacional; iv) Regulação, Controle e Monitoramento; v) Tecnologia; vi) Fatores Motivacionais e vii) Engajamento dos Indivíduos.

O fato de existir a preocupação e uma consciência de que é necessário evoluir no que diz respeito às práticas de sustentabilidade atreladas às compras públicas é um fator positivo dentro da instituição.

## 3. LIMITAÇÕES E RECOMENDAÇÕES

Como limitações, menciona-se o fato de que nem todos os entrevistados, apesar do longo contato e diversidade de questionamentos em cada caso, dispuseram de tempo para mais de uma entrevista. Para estudos futuros, recomenda-se se a análise dos processos de aprendizagem em instituições de ensino superior com ênfase em outros níveis de análise.

## REFERÊNCIAS

ARROWSMITH, Sue. An assessment of the new legislative package on public procurement. *Common Mark Law*, [s.l.], v. 41, n. 5, p. 1277-1325, 2004.

BENOZZO, Angelo; COLLEY, Helen. Emotion and learning in the workplace: critical perspectives. *Journal of Workplace Learning*, [s.l.], v. 24, n. 5, p. 304-316, 29 jun. 2012.

BILLETT, S. Critiquing workplace learning discourses: participation and continuity at work, *Studies in the Education of Adults*, [s.l.], v. 34, n. 1, 56–67, 2002.

HANSEN, Jens Aage; LEHMANN, Martin. Agents of change: universities as development hubs. *Journal of Cleaner Production*, [s.l.], v. 14, n. 9, p. 820-829, 2006.

# ESTUDO SOBRE A DURABILIDADE DO MOBILIÁRIO DA CIMO S.A.: UMA CONTRIBUIÇÃO PARA O DESIGN DE MÓVEIS CONTEMPORÂNEO

MICHELE T. D. CARBONARE ZAMONER, M.Sc. | UFPR  
DALTON LUIZ RAZERA, Dr. | UFPR

A presente pesquisa de mestrado foi desenvolvida, entre 2014 e 2016, e teve por objetivo identificar as características relacionadas com a durabilidade adotadas pela empresa Móveis Cimo S.A. visando contribuir para o design de móveis contemporâneo.

A Cimo fez parte do polo moveleiro do segmento de madeira, entre 1921 e 1982, e é considerada um exemplo para a produção nacional, em virtude das contribuições significativas para a indústria do mobiliário e da sua importância histórico cultural (SANTI, 2013). Para tal, foi realizada uma pesquisa bibliográfica sobre desenvolvimento sustentável, produção de mobiliário em madeira e a trajetória da Móveis Cimo S.A.

Um estudo de caso, o qual investigou informações por meio de entrevistas semi estruturadas com ex-funcionários da empresa e um levantamento documental também foram realizados.

Dentre as peças desenvolvidas pela empresa Móveis Cimo optou-se pela análise da cadeira nº1001, visto que, este modelo foi um dos primeiros a serem produzidos e até hoje é possível encontrar exemplares originais em uso.

Esta cadeira tornou-se um exemplo de produto que mostra a passagem de um sistema produtivo artesanal para o conceito de produção em escala.

Considerado o carro chefe da empresa durante todos os anos, foi o modelo mais vendido na história da Cimo, causando grande impacto no mercado na época. Chegaram a ser produzidas 30 mil peças por mês, sendo que uma fábrica fora construída e destinada apenas para sua produção (SANTI, 2013).

Os dados coletados nesta pesquisa foram agrupados em categorias de temas com o intuito de facilitar a interpretação das informações, são eles: 1) projeto, 2) produto, 3) matéria-prima, 3) processo produtivo e 4) aspectos sobre a durabilidade.

Os resultados apontaram que os projetos desenvolvidos pelo setor técnico da Cimo eram bem elaborados

Cadeira modelo nº1001



Fonte: A autora

prevendo a intensificação do uso e priorizando soluções estruturais resistentes, bem como, a desmontagem das peças simplificou a manutenção e a conservação. Do mesmo modo o uso de madeira nobre selecionada combinada com os métodos de fabricação foram responsáveis por garantir a durabilidade nos produtos da Cimo.

Pôde-se observar no estudo que a qualidade fazia parte da cultura da empresa e estava presente em todos os seus processos. Constatou-se que as estratégias adotadas pela Cimo vão ao encontro dos requisitos para o desenvolvimento de produtos sustentáveis propostos por teóricos do design, como exemplo, Manzini e Vezzoli (2008). Isso mostra que, mesmo em uma época que não se conhecia os conceitos de sustentabilidade a empresa já aplicava soluções visando gerar menor impacto ambiental.

Portanto, as estratégias adotadas para a produção de móveis utilizadas no passado ainda são úteis hoje e podem contribuir para o design de móveis contemporâneo a partir da associação dos preceitos ecológicos e das novas tecnologias de produção.

## REFERÊNCIAS

MANZINI, E., & VEZZOLI, C. O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais. São Paulo: Edusp, 2008.

SANTI, M. A. Mobiliário no Brasil. Origens da Produção e da Industrialização. São Paulo : Senac, 2013.

# RELAÇÃO ENTRE O AMBIENTE E O USUÁRIO: APLICAÇÃO DE MAPA COMPORTAMENTAL A UM LAR DE IDOSOS NA CIDADE DE PASSO FUNDO/RS

FELIPE BULLER BERTUZZI | IMED

MAURÍCIO CARON | IMED

GRACE TIBÉRIO CARDOSO, Dra. | IMED

## 1. RESUMO

O crescimento da população idosa, cada vez mais acelerado, traz à tona questões sobre a melhoria na qualidade do espaço e de serviços fornecidos em lares de idosos. Uma das problemáticas encontradas em espaços dessa tipologia é resultante da construção ou readequação de espaços sem a conformidade com as normativas de acessibilidade e saúde necessárias. Assim, a qualidade de vida tende a ficar comprometida, a partir de questões ergonômicas e de acessibilidade mal resolvidas. De acordo com a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) Nº 283 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), os ambientes geriátricos devem ser adaptados a questões funcionais e acessibilidade em seus espaços. Com base nisso, o presente trabalho teve por finalidade analisar a ergonomia de um refeitório e de uma copa em uma Instituição de Longa Permanência para Idosos da cidade de Passo Fundo/RS, com o intuito de contribuir com melhorias para o local. Após desenvolver um diagnóstico acerca dos ambientes definidos, aplicou-se um dos métodos oriundos da Psicologia Ambiental, o Mapa Comportamental, com o objetivo de compreender a funcionalidade do ambiente através de observações e questionamentos no dia-a-dia dos idosos e funcionários. Após definir os locais de aplicação do Mapa Comportamental, os observadores se posicionaram em um local fixo do refeitório para analisar o fluxo dos idosos e funcionários no horário de almoço. Observou-se que a entrada dos usuários ao local ocorreu de modo gradual, devido aos diferentes tipos de mobilidade em pessoas com idade avançada ali presentes, bem como as distâncias percorridas. A aplicação do método, realizada no dia 08 de outubro de 2018, aconteceu no período do meio-dia e evidenciou que, ao entrar no ambiente, os idosos escolhem os lugares que irão sentar enquanto os funcionários dão o suporte necessário para a refeição. Como resultado final, notou-se que a ergonomia

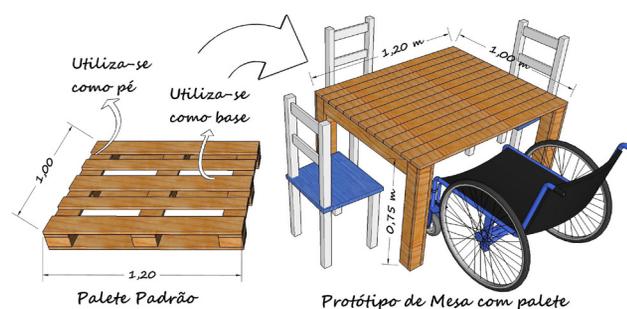
das mesas destinadas às refeições está culminando em problemas de postura, bem como a logística entre o refeitório e a copa que tende a causar uma sobrecarga aos funcionários (Figura 1).



**Figura 1:** Foto tirada durante o almoço no refeitório dos idosos

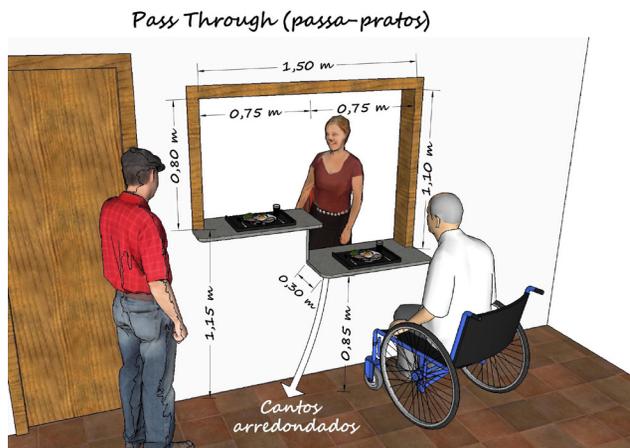
**Fonte:** elaborado pelos autores (2019).

A fim de possibilitar uma melhor postura e maior agilidade nos serviços, pensou-se em soluções rápidas e simples a partir da construção de novas mesas com paletes reaproveitados e oriundos da doação de empresas da cidade (Figuras 2 e 3).



**Figura 2:** Protótipo de mesa com paletes reaproveitados utilizando sua medida padrão e transferindo mais espaço ao cadeirante.

**Fonte:** elaborado pelos autores (2019).



**Figura 3:** Esquema de passa pratos acessível para cadeirantes  
**Fonte:** elaborado pelos autores (2019).

Entendendo as Instituições de Longa Permanência como promotoras de bem estar à pessoa idosa, torna-se cada vez mais necessário repensar seus espaços físicos, a fim de melhorar a qualidade de vida de quem os utiliza. Considerando que normativas se atualizam com o passar do tempo, as soluções a serem dadas para essas instituições devem ser de forma rápida, acessível e criativa.

**Palavras-chave:** psicologia ambiental; ergonomia; Instituição de Longa Permanência para idosos.

# TECNOLOGIAS DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA GESTÃO DE DESASTRES: UMA OPORTUNIDADE

YURI BORBA VEFAGO | UFSC

FABIANA SANTOS LIMA, Dra. | UFSC

ANDRÉA CRISTINA TRIERWEILLER, Dra. | UFSC

MAURÍCIO JOSÉ RIBEIRO ROTA, Dr. | SENAI CTAI

## 1. INTRODUÇÃO

A frequência e a intensidade dos desastres vêm aumentando nos últimos anos (DAY, 2014). Neste contexto, a gestão do tempo é essencial para a minimização dos danos, preservação da vida e dos recursos escassos.

Este artigo resulta de uma busca maior, realizada na Reliefweb (base de dados), que congrega informações de desastres oriundas de diversas organizações humanitárias. Tal levantamento foi objeto de um projeto na área de logística humanitária; contudo, devido à afinidade e interesses de pesquisa dos autores, que são ligados à Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC), utilizou-se esta mesma base para analisar o uso das TICs na gestão de desastres, configurando-se como objetivo desta pesquisa.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Quanto aos aspectos metodológicos, utilizou-se o método SSF - Systematic Search Flow, frequentemente utilizado em revisões sistemáticas e integrativas, que busca a garantia da repetibilidade no processo de busca em bases de dados científicos (FERENHOF; FERNANDES, 2016).

O SSF se divide em quatro etapas: Protocolo de pesquisa (1); Análise (2); Síntese (3); e Escrever (4).

## 3. RESULTADOS

A busca aconteceu na base Reliefweb. Quanto aos critérios, foi utilizado o seguinte descritor: "(humanitar\* OR relief OR disaster) AND logistics AND title:(cooperat\* OR collaborat\* OR coordinat\*) AND (countries OR nations OR international OR global)".

Com relação aos resultados, identificou-se que as principais contribuições das TICs se relacionam às frentes de (1) infraestrutura e (2) gestão da informação, relativas aos atores: (a) comunidade afetada e (b) parceiros humanitários, os quais apresentaram necessidades e respostas.

Quanto à (1) infraestrutura, (a) para a comunidade afetada, o ambiente de incerteza é significativamente

aumentado pela ausência dos meios de comunicação e pela falta de acesso a determinadas áreas. Os (b) parceiros humanitários identificaram como principais barreiras o tempo e a infraestrutura disponibilizada, tendo em vista o gerenciamento dos recursos escassos e a preservação do maior número de vidas.

De acordo com UN RC Bangladesh (2017), enquanto as necessidades mais urgentes relacionadas à informação evoluem, problemas de abastecimento de água, abrigo, endividamento, acesso à educação e alternativas de subsistência se intensificam.

Com relação aos aspectos relacionados à (2) gestão da informação, para os diferentes atores envolvidos em um desastre, o valor de um dado ou informação pode assumir significado e importância diferentes. Para a (a) comunidade afetada, pode representar a conexão entre núcleos familiares, apropriação de produtos e serviços de informação, minimização de propagação de doenças, etc. Para os (b) parceiros humanitários, as principais necessidades estão relacionadas às atividades de coleta, análise, aplicação dos dados e atuação entre agências. A consolidação destes pilares, pode contribuir para uma tomada de decisão rápida, embasada e efetiva.

## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, sob o âmbito da Gestão dos Desastres, ao passo que ocorre o estabelecimento de um desastre, em suas diferentes fases, a utilização e disseminação de informação se faz, cada vez mais, essencial e pode representar a manutenção de ativos de grande valia. Neste sentido, as TICs dispõem de condições para minimizar estes problemas, a partir da promoção de alternativas viáveis e inovadoras.

## REFERÊNCIAS

DAY, J. M. Fostering emergent resilience: the complex adaptive supply network of disaster relief. **International Journal of Production Research**, v. 52, n. 7, 2014.

FERENHOF, Helio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano. Desmistificando a revisão de literatura como base para redação científica: método SSF. **Revista ACB**, v. 21, n. 3, 2016.

UN RC Bangladesh. "Monsoon Floods: Bangladesh Humanitarian Coordination Task Team (HCTT) - Situation Report N. 4 (as of 18 September 2017)". 2017.

# TECNOLOGIAS SOCIAIS E DESIGN: DIRETRIZES PARA EMPREENDIMENTOS SOCIOCRIATIVOS

NADJA MARIA MOURÃO, M.Sc. | UEMG  
RITA DE CASTRO ENGLER, Ph.D. | UEMG

## 1. INTRODUÇÃO

As tecnologias sociais se apresentam como alternativas simples, de baixo custo, replicáveis e impactantes, para solução de problemas que afetam a sociedade. Estão fundamentadas em duas proposições relevantes: a participação de pessoas das comunidades que as desenvolvem e a sustentabilidade nas soluções apresentadas.

Os métodos e técnicas aplicados em tecnologias sociais se associam aos modelos de organização coletiva e buscam produzir resultados positivos para a inclusão social e melhoria da qualidade de vida. Eles permitem o monitoramento e avaliação de objetivos que incentivam o desenvolvimento sustentável.

Exemplos de tecnologias sociais (TSs) estão disponibilizados e podem ser acessados na plataforma digital do Banco de Tecnologias Sociais (BTS) da Fundação do Banco do Brasil (FBB). Considera-se que esta plataforma seja facilitadora para o emprego de soluções replicáveis às questões sociais.

O objetivo deste trabalho é analisar as tecnologias sociais, sob o olhar do design, buscando detectar diretrizes (atividades e condutas) que promovam novos empreendimentos sociocriativos. Considera-se que os empreendimentos “sociocriativos” são aqueles que ocorrem na junção de empreendimentos sociais, com os setores criativos (como o design), que também podem gerar empreendimentos criativos.

A metodologia para atender ao proposto não é “uma receita de bolo” (BONSIEPE, 1983), mas condutas eficazes que possam ser aplicadas no desenvolvimento de empreendimentos. Fundamentada no design social, trata-se de uma pesquisa qualitativa, de natureza aplicada. Dessa forma, foi realizado um estudo específico sobre as tecnologias sociais em geração de renda, com aplicação de métodos e ferramentas do design. Quanto aos procedimentos adotados para a coleta de dados, são apresentados exemplos selecionados pelo estudo de caso, analisados por indicadores. Segundo Yin (2001) um dos princípios para a

coleta de dados é a criação de um banco de dados para o estudo e encadeamento das evidências.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Foram 1.037 TSs certificadas pela FBB, no período de 2001 a 2017. Deste levantamento identificaram-se 208 TSs no BTS em pesquisa avançada sob o tema “renda”. Contudo, apenas 43 TSs apresentaram indicadores compatíveis ao estudo. Entre estas entrevistadas, citam-se 12 TSs que forneceram dados de condutas ajustadas ao conceito de empreendimentos sociocriativos. São elas: 10Caminhos, Antenados Produtora, Cocriação Comunidades, Cores da Terra, Criative, Ecobolsa Brasil, Hortas Urbanas, Librário, Núcleo de Moda e Design, Oficinas de artesanato, Produtora Cultural Colaborativa e a Suricato. Replicações de TSs em projetos pesquisados em Minas Gerais, relatados em dissertações do PPGD/UEMG, também foram objeto de estudo: Design e Artesanato (Araçuaí); Agroecologia na Periferia (Belo Horizonte); Reaproveitamento de Paletes (Jeceaba).

## 3. RESULTADOS

Entre as diretrizes comuns em TSs para geração de renda em soluções sociocriativas citam-se: uso de instrumentos para o desenvolvimento do potencial criativo; investimento humano e de recursos materiais; organização sistêmica e participativa dos envolvidos; prática de empatia em todas as etapas; procedimentos de inovação e parcerias em diversas áreas. Apresentam-se os detalhes das diretrizes no livreto “Tecnologia social e design para todos”.

## REFERÊNCIAS

BONSIEPE, Gui. **A tecnologia da Tecnologia**. São Paulo: Edgard Bhucher, 1983.

YIN, Robert K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 2ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.







CCE | CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO  
CTC | CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE DESIGN