



# Mix Sustentável

ISSN 2447-0899  
ISSNe 2447-3073



**UFSC**

V5. N3 | 2019

JULHO

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. (UFPB)  
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.

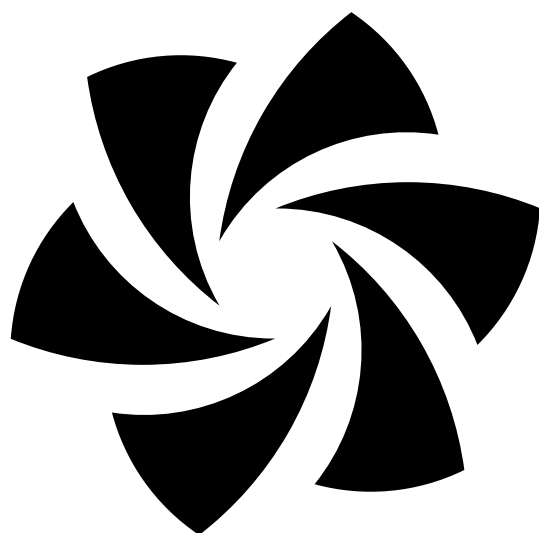
O corpo de revisores do periódico é composto por quarenta e oito professores doutores cujos saberes estão distribuídos pelas áreas de abrangência do periódico. Destes, oito são professores pesquisadores da UFSC (17%) e o restante, oitenta e três por cento (83 %) pertencem ao quadro de outras 24 instituições 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** **AVALIAÇÃO DE TEMPERATURA E UMIDADE EM RESIDÊNCIAS REVESTIDAS INTERNAMENTE COM EMBALAGENS LONGA VIDA** | *EVALUATION OF TEMPERATURE AND HUMIDITY ON RESIDENCES WITH INTERNAL COATING OF LONGA VIDA PACKING* | **Gihad Mohamad, Almir Barros da Silva Santos Neto, Rogério Cattelan Antochaves de Lima, Matheus Vieira Filappi & André Lübeck**
- 27** **DIRETRIZES DE OCUPAÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL PARA ÁREAS DE MANANCIAIS, APLICAÇÃO DO LIDERA** | *GUIDELINES FOR LOW ENVIRONMENTAL IMPACT OCCUPANCY FOR SPRINGS AREA, APPLICATION OF THE LIDERA* | **Fernanda Pereira Grein Nunes & Cristina de Araújo Lima**
- 41** **CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL LEED: MAPEAMENTO EM SÃO PAULO** | *LEED ENVIRONMENTAL CERTIFICATION: MAPPING IN SÃO PAULO* | **Luisa Sapienza Passos & Gilda Collet Bruna**
- 55** **ENSAIOS POTENCIAIS PARA AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DO BAMBU EM EDIFICAÇÕES: BUSCA SISTEMÁTICA** | *POTENTIAL TESTS FOR DURABILITY EVALUATION OF BAMBOO BUILDINGS: SYSTEMATIC SEARCH* | **Andrea Jaramillo, Hélio Ferenhof, Ângela do Valle, & Lisiane Librelotto**
- 65** **ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE RCD EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO NA CIDADE DE FORTALEZA** | *ANALYSIS OF THE USE OF C&D WASTE IN PAVING PURPOSES IN THE CITY OF FORTALEZA* | **Joyce Oliveira Santos, Carla Beatriz Costa de Araújo & Thiago Moura da Costa Ayres**
- 73** **MATERIAIS PARAMÉTRICOS: UM ESTUDO DE CASO** | *PARAMETRIC MATERIALS: A CASE STUDY* | **Edeyn Michele Tenedini & Luis O. P. L de Faria e Silva**
- 81** **OPORTUNIDADES PARA A DIFUSÃO DA ENERGIA EÓLICA E SOLAR EM SISTEMAS ISOLADOS NO BRASIL: BARREIRAS E FACILIDADES EVIDENCIADOS NA LITERATURA** | *OPPORTUNITIES FOR THE DIFFUSION OF WIND AND SOLAR ENERGY IN SYSTEMS ISOLATED IN BRAZIL: BARRIERS AND FACILITIES EVIDENCED IN THE LITERATURE* | **Anny Key de Souza Mendonça & Antonio Cezar Borna**
- 93** **SUSTENTABILIDADE EM MICROESCALA: ESTUDO DE CASO DE UMA PADARIA DE BAIRRO** | *SUSTAINABILITY IN MICROSCALE: CASE STUDY OF A LOCAL BAKERY* | **Jhennyfer Felizardo da Silva, Ricardo Luiz Fernandes Bella, Douglas Vieira Barboza & Marcelo Jasmim Meiriño**
- 103** **SENSAÇÃO TÉRMICA NO SERVIÇO DE TRANSPORTE CIRCULAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ** | *THERMAL SENSATION IN THE CIRCULAR TRANSPORTATION SERVICE OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF PARÁ* | **Matheus Melo de Souza, Marcus Vinícius Guerra Seraphico de Assis Carvalho, Marianna Amado da Silva Vieira, Carlos Eduardo Aguiar de Souza Costa, Josias da Silva Cruz & Maria Luiz Rodrigues Moreira.**

## TCC's

- 115** ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO ENTRE VEDAÇÕES INTERNAS DE ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO E BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO | Carolina Marieli Ataíde & Tenile Rieger Piovesan
- 117** PARQUE URBANO – UMA BUSCA SUSTENTÁVEL NA SÍNTESE ESPACIAL DA URBANIZAÇÃO | Isadora de Jesus Pachêco Cutrim
- 119** INSTITUIÇÃO DE LONGA PERMANÊNCIA PARA IDOSOS E CENTRO DE EDUCAÇÃO INFANTI | Thierry Ghisleri Minatto & Aline Eyng Savi Correio
- 121** A VIABILIDADE DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR – ESTUDO DE CASO | Maria Gabriela Coral Maccarini & Flávia Cauduro

## DISSERTAÇÕES

- 123** USO DE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS APLICADO A NEGÓCIO ECO EFICIENTE | Luiz V. A. Maciel Filho Amilton J. Vieira de Arruda & Thamyres O. Clementino
- 125** MOBILIDADE URBANA E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: A INTEGRAÇÃO ENTRE MODOS DE TRANSPORTE | Kaíc Fernando Ferreira Lopes & Adriana Marques Rossetto





# EDITORIAL

Chegamos ao volume 5, número 3, da revista *Mix Sustentável*. Nesse mês a CAPES divulgou as normas e lista preliminar de classificação no novo sistema Qualis para avaliação de periódicos. Iniciou-se a substituição do sistema em que tínhamos dois níveis para o estrato A (A1 e A2), cinco níveis para o estrato B (B1, B2, B3, B4 e B5) e um nível para estrato C, para o sistema com quatro níveis no estrato A (A1, A2, A3 e A4), quatro níveis também para o estrato B (B1, B2, B3 e B4) e o mesmo nível único para o estrato C. Parece, pelo menos na opinião dos editores deste periódico, um modelo mais equilibrado.

Um dos pontos mais suscetíveis à crítica do antigo sistema era o fato de que, por vezes, um periódico obtinha um Qualis elevado em uma área (A1 ou A2) ao mesmo tempo em que mantinha Qualis baixos em outras áreas (B4 ou B5). Isso, de certa forma, dificultava o processo de análise do periódico e tornava o processo confuso e criticável, gerando insatisfação por parte da comunidade científica brasileira. A adoção de um Qualis único para cada periódico é um avanço considerável, fortalecendo as publicações como um todo.







Embora toda a avaliação possa estar sujeita a erros e depender essencialmente de sua finalidade, em princípio registramos nossa satisfação ao verificarmos que a *Mix Sustentável*, antes avaliada com Qualis B5 e B4 nas sete áreas do conhecimento onde obteve Classificação (evento de classificação 2013-2016) devido a sua natureza multidisciplinar, está agora avaliada com Qualis A4 (vide figura 1 com classificação QUALIS para o evento avaliativo). As dificuldades oriundas e correlacionadas a avaliação preliminar obtida com apenas uma edição em 2015, a primeira, somadas a absoluta falta de recursos, foram superadas pela dedicação do grupo de pesquisa Virtuhab e do Labrestauro da UFSC, que manteve a melhoria contínua em todos os volumes. O fluxo editorial dos artigos enviados, com avaliação e revisão, e o trabalho desenvolvido na divulgação do periódico, além das parcerias com eventos como o ENSUS (Encontro de Sustentabilidade em Projeto) e SBDS e ISSS (Simpósio Brasileiro de Design Sustentável e *International Symposium on Sustainable Design*) auxiliaram nesta árdua tarefa que originou a primeira edição totalmente bilíngue.

[Consultar](#) [Cancelar](#)

Periódicos			
ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
2447-3073	MIX SUSTENTÁVEL (ONLINE)	ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E TURISMO	B4
2447-0899	MIX SUSTENTÁVEL (PRINT)	ADMINISTRAÇÃO PÚBLICA E DE EMPRESAS, CIÊNCIAS CONTÁBEIS E TURISMO	B4
2447-3073	MIX SUSTENTÁVEL (ONLINE)	ARQUITETURA, URBANISMO E DESIGN	B5
2447-0899	MIX SUSTENTÁVEL (PRINT)	ARQUITETURA, URBANISMO E DESIGN	B5
2447-3073	MIX SUSTENTÁVEL (ONLINE)	CIÊNCIAS AMBIENTAIS	B5
2447-3073	MIX SUSTENTÁVEL (ONLINE)	COMUNICAÇÃO E INFORMAÇÃO	B5
2447-3073	MIX SUSTENTÁVEL (ONLINE)	ENGENHARIAS I	B5
2447-0899	MIX SUSTENTÁVEL (PRINT)	ENGENHARIAS I	B5
2447-0899	MIX SUSTENTÁVEL (PRINT)	ENGENHARIAS III	B5
2447-3073	MIX SUSTENTÁVEL (ONLINE)	INTERDISCIPLINAR	B5
2447-0899	MIX SUSTENTÁVEL (PRINT)	INTERDISCIPLINAR	B5

[Início](#) [Anterior](#) [1](#) [Próxima](#) [Fim](#)

1 a 11 de 11 registro(s)



Estas edições especiais, mais do que premiaram aos melhores artigos dos eventos relacionados; promoveram também a revista para a comunidade científica, aumentando o interesse no periódico para publicação de artigos nas edições regulares. Desta forma, registramos aqui nosso agradecimento as equipes organizadoras dos eventos que estabeleceram esta parceria tão importante para este periódico que é fruto de uma construção coletiva.

Renovados, portanto, a equipe da Mix Sustentável apresenta aqui a edição de número 14, com 9 artigos selecionados e 3 resumos.

Da UFSM (Universidade Federal de Santa Maria), pesquisadores apresentam o artigo: “Avaliação da temperatura e umidade em residências revestida internamente com embalagens longa vida”, um artigo com foco em moradores com vulnerabilidade social.

O artigo 2 é proveniente da UFPR (Universidade Federal do Paraná), com o título “Diretrizes de ocupação de baixo impacto ambiental para áreas de mananciais, aplicação do Lidera”. O artigo apresenta um estudo em uma das maiores ocupações irregular do Paraná, que está passando por uma regularização fundiária com subsídios federais com ênfase na sustentabilidade social.

No terceiro artigo, pesquisadores da Mackenzie e USP (Universidade de São Paulo) unem esforços com o título: “Certificação ambiental LEED: mapeamento de São Paulo”, onde apresentam um texto descritivo que intenciona compreender os critérios da certificação LEED e a sua relevância dentro da organização urbana da cidade de São Paulo.

O artigo 4 reúne pesquisadores de duas instituições, em uma parceria internacional entre a UTE (Universidad Tecnológica Equinoccial) e a UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina), com o título: “Potenciais ensaios para avaliação da durabilidade do bambu em edificações: busca sistemática”, mantendo a tradição do periódico no estudo deste material inovador e potencialmente sustentável, de grande interesse na atualidade, por apresentar-se como uma alternativa para os materiais de construção tradicionais.

O quinto artigo, de autoria de pesquisadores da UFCE (Universidade Federal do Ceará) e da UNIFOR (Universidade de Fortaleza), apresenta o título: “Análise da utilização de RCD em obras de pavimentação na cidade de Fortaleza”. Traz em seu conteúdo uma análise do desempenho da utilização de Resíduos de Construção e Demolição (RCD).

Da USJT (Universidade São Judas Tadeu), o artigo 6 da edição tem o título de “Materiais paramétricos: um estudo de caso” e propõe expor a importância e a necessidade de se definir indicadores, padrões e normas como uma forma de mensurar o desempenho das ações sustentáveis implementadas em um empreendimento.

O artigo 7 é resultado de pesquisas da UFSC (Universidade Federal de Santa Catarina) com o título “Oportunidades para a difusão da energia eólica e solar em sistemas isolados no Brasil: barreiras e facilidade evidenciadas na literatura” evidencia ao leitor o objetivo do trabalho, que é discutir a dificuldade do desenvolvimento de cadeia produtiva nacional do setor produtor de energia, caracterizada por várias barreiras para sua difusão.

Os pesquisadores da UFF (Universidade Federal Fluminense) apresentam o artigo “Sustentabilidade em microescala: estudo de caso em uma padaria de bairro”, que descreve como ocorreu à implementação do conceito da sustentabilidade, os resultados obtidos pela empresa, o processo de desenvolvimento sustentável e os ganhos para a comunidade após a utilização deste processo.

Finalizando a seção científica, o artigo 9 é de autoria de pesquisadores da UFPA (Universidade Federal do Pará) e da UNICAMP (Universidade Estadual de Campinas), intitulado “Sensação térmica no serviço de transporte circular da Universidade Federal do Pará”, que objetivou avaliar a percepção térmica dos usuários do sistema de transporte circular da Universidade.

A edição finaliza com três resumos de trabalhos de conclusão de curso defendidos no ano de 2019. Neste segundo semestre de 2019 os editores estarão cursando pós-doutorado no IPL (Instituto Politécnico de Leiria), onde está sendo organizada uma edição especial com pesquisas realizadas no âmbito da sustentabilidade em projeto, em instituições europeias e brasileiras. A edição será especial e deverá ser lançada no final deste ano, contando com artigos redigidos simultaneamente em português e inglês. Portanto, comporá a segunda edição bilíngue do periódico. Convidamos desde já os interessados a submeter artigos para esta edição através da página <http://www.nexos.ufsc.br/index.php/mixsustentavel>.

Desejamos a todos uma ótima leitura,

---

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





# AVALIAÇÃO DE TEMPERATURA E UMIDADE EM RESIDÊNCIAS REVESTIDAS INTERNAMENTE COM EMBALAGENS LONGA VIDA

*EVALUATION OF TEMPERATURE AND HUMIDITY ON RESIDENCES WITH INTERNAL COATING OF LONGA VIDA PACKING*

**GIHAD MOHAMAD, Dr. | UFSM**

**ALMIR BARROS DA SILVA SANTOS NETO, Dr. | UFSM**

**ROGÉRIO CATTELAN ANTOCHEVES DE LIMA, Dr. | UFSM**

**MATHEUS VIEIRA FILAPPI | UFSM**

**ANDRÉ LÜBECK, Dr. | UFSM**

## RESUMO

Devido ao rigoroso frio durante o inverno no sul do País, organizações da cidade de Santa Maria/RS estão revestindo com embalagens longa vida residências de moradores em vulnerabilidade social, a fim de aumentar a temperatura interna das mesmas. Neste trabalho, busca-se analisar o desempenho térmico destas residências em dias típicos de verão, através de medições de temperatura e umidade relativa do ar. Baseado nas NBR 15575 (2013) e NBR 15220 (2005), os resultados apontaram a necessidade de reestruturação do projeto durante o período do verão, devido as elevadas temperaturas internas e o alto teor de umidade.

**PALAVRAS CHAVE:** Desempenho *Térmico*; Temperatura; Umidade.

## ABSTRACT

*Due to the severe cold during the winter in the south of the country, organizations of Santa Maria city are covering with tetrapac packing residences of residents in social vulnerability, in order to increase the internal temperature of the same. In this work, it seeks to analyze the thermal performance of these residences during typical summer days, through temperature and air relative humidity measurements. Based on NBR 15575 (2013) and NBR 15220 (2005), the results indicate the necessity of restructuring the project during summer time, due to high internal temperatures and high humidity content.*

**KEY WORDS:** *Thermal Performance; Temperature; Humidity.*



## 1. INTRODUÇÃO

Segundo Grigoletti et al. (2015), em seus estudos de desempenho térmico em edificações, o frio é o maior causador de desconforto na região de Santa Maria - RS. Para famílias que vivem em situação de vulnerabilidade social, em casas com frestas que reduzem o isolamento térmico, essa baixa temperatura não afeta apenas seu bem-estar (NBR 15575-1, 2013) afeta, também, seu desempenho no trabalho (TRIERWEILLER et al., 2010) e escola (KOHARA, 2009).

Devido a esse desconforto causado durante o inverno, organizações da cidade de Santa Maria elaboram projetos para ajudar os moradores em vulnerabilidade social nesse período. Um desses projetos consiste na aplicação de embalagens longa vida como revestimento interno nessas moradias, a fim de aumentar a temperatura interna dessas residências, bem como evitar a entrada de insetos, de forma sustentável (OLIVEIRA, 2018).

O emprego dessas embalagens recicladas como um elemento de revestimento interno de edificações para famílias em vulnerabilidade social aliará duas necessidades. A primeira seria dar um destino adequado às embalagens e a segunda, melhorar as condições de conforto térmico nessas moradias.

Tentando validar cientificamente esta iniciativa, este trabalho tem como objetivo analisar a eficiência da utilização de embalagens longa vida como revestimento interno em diferentes épocas do ano, que possam ter resultados negativos, quanto ao conforto térmico do ambiente construído.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Lamberts (2005) define conforto térmico o estado mental que expressa a satisfação do homem com o ambiente térmico que o circunda. Sua não satisfação é causada pela sensação de desconforto pelo calor ou pelo frio, quando existem diferenças entre o calor produzido pelo corpo e o calor perdido para o ambiente.

Outro fator relevante é a umidade relativa interna da edificação. Silva (2018) afirma que a quantidade de vapor de água que o ar suporta, em uma determinada atmosfera, limita-se para diferentes valores de temperatura, pois temperaturas mais elevadas permitem maiores quantidades de vapor do que ambientes com temperaturas mais baixas.

Em climas com invernos rigorosos, como em Santa Maria/RS, a temperatura da superfície interior de paredes externas de uma edificação, aliada à umidade presente no interior das residências, são os principais fatores para a formação de mofo e bolor em superfícies interiores (GUERRA et al., 2008). Pasternak (2016) comenta que o mofo e a falta de ventilação causam doenças pulmonares, especialmente em crianças, podendo ainda originar infecções mais graves.

Há normas nacionais que visam garantir a qualidade, conforto e segurança dos usuários das edificações. Segundo a NBR 15575-1 (2013), a estanqueidade à água é uma condição de habitabilidade de uma residência, visto que a presença de umidade acelera mecanismos de deterioração e acarreta na perda da higiene do ambiente.

A madeira é utilizada como um material de construção desde o período pré-histórico, sendo que até o século XIX, as obras mais importantes de engenharia eram feitas com pedras, madeira ou combinando os dois materiais (PFEIL, PFEIL, 2003). No Brasil, as estruturas de madeira são datadas desde a arquitetura indígena, com suas ocas feitas de madeira e palha. Essas obras tiveram influência no período colonial, quando surgiram técnicas de construção que mesclavam terra e madeira, como a taipa de pilão e o pau-a-pique (MELLO, 2007).

Comparado a outros métodos construtivos, a construção em madeira possui vantagens como menor geração de resíduos, tempo de construção reduzido, utilização de matéria prima renovável e menor custo dos materiais (VASQUES, 2014), além de ser leve, possuir elevada resistência mecânica, bons índices de absorção acústica e isolamento térmico (COUTINHO, 1999).

Segundo a norma NBR 7190 (1997), a execução de residências com esse material deve ser feita por operários experientes e assistidos por um mestre carpinteiro, para verificar o ajuste de todas as superfícies de ligação. Para evitar a deterioração rápida das peças, deve-se fazer seu tratamento preservativo adequado, com facilidade de escoamento das águas.

Entretanto, as residências alvo desta pesquisa são edificações em madeira construídas pelos próprios moradores, que executam suas casas sem seguir recomendações técnicas, ou seja, infiltrações de água e isolamento térmico insuficiente são costumeiramente encontrados nestas habitações (BATISTA, 2007).

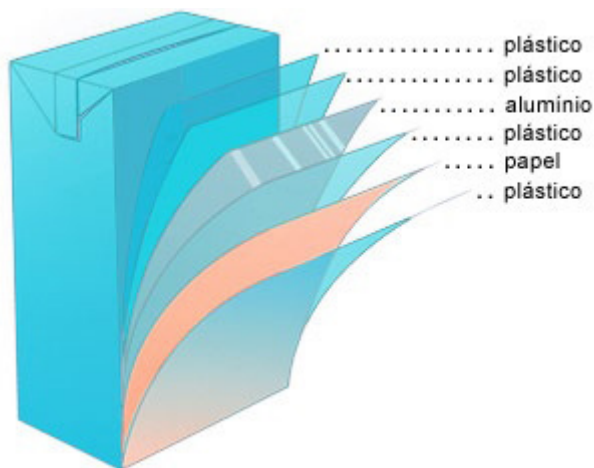
Com o intuito de mitigar estes problemas, está sendo aplicado um revestimento internamente constituído por painéis formados por embalagens longa vida, a fim de dar estanqueidade à edificação e aumentar a temperatura interna nos meses de inverno, além de evitar a entrada de insetos (OLIVEIRA, 2018).

As embalagens longa vida, multicamadas ou cartonadas, são constituídas de um multilaminado formado por quatro camadas de polietileno de baixa densidade, além de uma camada de alumínio e papelão, conforme a Figura 01. Esses materiais representam, respectivamente, 20%, 5% e 75% dessas embalagens (SCHMUTZLER, 2001). São amplamente usadas para preservar alimentos, visto que



impedem a entrada de luz, ar, água e microrganismos, além de conservar o aroma dos alimentos sem precisar de refrigeração e da utilização de conservantes (CEMPRE, 2010).

A reciclagem das embalagens longa vida é feita separando o papel do alumínio e do polietileno. O primeiro pode gerar papelão devido ao bom estado de preservação das fibras de celulose das embalagens, enquanto o alumínio e o polietileno geram produtos como telhas e divisórias internas. A reciclagem dessas embalagens começou a crescer no início dos anos 2000. Em 2003, 20% das embalagens utilizadas tiveram a reciclagem como destinação final, devido ao aumento exponencial do valor oferecido pela tonelada do produto seco e prensado pelas empresas de reciclagem (NEVES, 2004). Entretanto, até julho de 2017, esse valor ainda estava muito abaixo dos valores ofertados para materiais como politereftalato de etileno (PET) e latas de alumínio, motivo pelo qual esses materiais são os mais procurados pelos recicladores (CEMPRE, 2017).



**Figura 01** – Composição das camadas de uma embalagem longa vida  
**Fonte:** Química Verde, 2012.

### 3. METODOLOGIA

A NBR 15575-1 (2013) possui um procedimento para a análise do comportamento térmico de uma edificação, que busca comparar a temperatura máxima interna e externa de um protótipo, criado a fim de simular uma edificação em estudo.

As medições de temperatura e umidade relativa do ar foram feitas em dois protótipos, que buscaram simular a realidade de uma casa popular de baixo padrão. Para isso, foram analisadas as casas em que esse tipo de projeto já foi realizado, e a partir de detalhes construtivos observados repetidas vezes, a estrutura e o detalhamento dos protótipos foram elaborados.

Os protótipos ensaiados se localizam dentro dos limites da Universidade Federal de Santa Maria. Sua fundação foi feita em alicerce de tijolos (Figura 02), enquanto o piso e as paredes foram executados utilizando tábuas de diversas espécies de madeira (Figura 03). Não foi executado nenhum ripamento externo, deixando as quatro paredes dos protótipos com frestas (Figura 04). Além disso, o sistema de cobertura foi construído utilizando caibros de madeira e telhas de metálicas. Assim como em todas as residências analisadas, não foi executado nenhum tipo de forro, deixando a estrutura do telhado e as telhas expostas no interior dos protótipos (Figura 05).



**Figura 02** – Alicerce em tijolos cerâmicos furados



**Figura 03** – Estrutura e revestimento de madeira usados



**Figura 04** – Frestas nas paredes dos protótipos



**Figura 05** – Telhas e estrutura expostas internamente

Em apenas um dos protótipos foi aplicado o revestimento interno com os painéis longa vida. Foram utilizados oito painéis, com dimensões variadas conforme o pé direito da parede revestida, totalizando 535 embalagens utilizadas. Para a fixação, foi utilizado grampeador industrial.

Durante 7 dias do mês de dezembro de 2018 e 7 do mês de janeiro de 2019, foram avaliadas a temperatura interna e externa dos protótipos, além da umidade relativa do ar. Como o alumínio presente na embalagem longa vida possui uma alta condutividade térmica, optou-se por realizar as medições durante dias típicos de verão, por se tratar da condição mais desfavorável da utilização do material.

Os aparelhos de medição utilizados são do modelo HOBO H08-003-02, que permite medir a temperatura e a umidade relativa do ar com intervalos que podem variar de 0,5 segundos a 9 horas. Para o intervalo utilizado neste estudo, de 5 minutos, os aparelhos são capazes de armazenar dados por até duas semanas. Além disso, conforme o manual do equipamento, os erros admissíveis para as medições são de  $\pm 0,7^\circ\text{C}$  para a temperatura e  $\pm 5\%$  para a umidade relativa do ar. A leitura dos dados coletados foi realizada no programa Boxcar Pro 4.3.

Assim como indicado na NBR 15575-1 (2013), não há nenhuma fonte interna de calor em ambos os protótipos, visto que não há nenhum equipamento elétrico, lâmpadas, e só há presença pessoas no seu interior durante a coleta dos dados dos medidores, com estes desligados.

Mesmo com a retirada de parte da vegetação no entorno dos protótipos, ainda há diversas árvores na proximidade, visíveis na Figura 06, que podem gerar um microclima distinto daquele atuante nas residências utilizadas como inspiração para a construção dos protótipos. Contudo, pela dificuldade de estabelecer uma relação entre esses microclimas, qualquer possível diferença nos resultados da temperatura e umidade relativa do ar foi desconsiderada nas análises.



**Figura 06** – Vegetação próxima aos protótipos  
**Fonte:** Autoria própria, 2018.

Há certos horários dentro do período de medições que não possuem dados, devido a pausas realizadas pelos medidores para efetuar a leitura de dados. Apesar da capacidade de armazenamento dos aparelhos ser de até duas semanas, optou-se por realizar as coletas semanalmente, para evitar possíveis riscos de perda dos dados. As pausas ocorreram no período da tarde, em virtude da fácil correlação entre dados observados nesse período.

Para preencher os dados ausentes devido ao desligamento dos aparelhos de medição para realizar a coleta de dados, inicialmente teve-se de realizar um teste de correlação linear para verificar a significância da relação entre as variáveis. Para isto, utilizou-se a Equação 1, nomeada Equação do coeficiente linear de Pearson.

$$r = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{[n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2] * [n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2]}} \quad (1)$$

Caso o valor de "r" seja maior que 0,6, é possível afirmar que há correlação entre os dados, e, assim, é possível definir uma reta de regressão. Utilizando os dados obtidos entre às 12 e 16 horas dos dias 14, 21 e 28 de dezembro, obteve-se os valores de "r" disponíveis na Tabela 01.

Data	Exterior		Protótipo revestido		Protótipo sem revestimento	
	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.	Temp.	U.R.
14/12/2018	0,874	0,792	0,917	0,85	0,928	0,872
21/12/2018	0,97	0,953	0,984	0,962	0,984	0,966
28/12/2018	0,976	0,740	0,917	0,961	0,840	0,723

**Tabela 01** – Valores calculados de "r"  
**Fonte:** Autoria própria, 2019.

Desse modo, é coerente utilizar uma reta de regressão linear para obter valores aproximados para os dados ausentes. Na Equação 2, *t* representa o tempo, a variável independente, enquanto *T* representa a temperatura ou umidade relativa do ar, a variável dependente.

$$T = a . t + b \quad (2)$$

Além disso, a e b são os parâmetros de equação da reta, obtidos pelas Equações 3 e 4, em que  $\bar{x}$  e  $\bar{y}$  são as médias das variáveis independentes e dependentes, respectivamente.

$$a = \frac{n \sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \quad (3)$$

$$b = \bar{y} - a \bar{x} \quad (4)$$

Assim, os valores ausentes foram estimados, permitindo a posterior análise estatística dos dados. As Tabelas 02, 03 e 04 apresentam os valores calculados para os dias 14, 21 e 28 de dezembro, respectivamente.

Horário	Exterior		Protótipo revestido		Protótipo sem revestimento	
	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)
14:35:00	25	72,7	24,7	74,3	24,2	76,7
14:40:00	25	71,5	24,7	73,2	24,2	75,7
14:45:00	25	70,4	24,7	72	24,2	74,7
14:50:00	25	69,2	24,7	70,9	24,1	73,7
14:55:00	25	68	24,7	69,8	24,1	72,7
15:00:00	25	66,9	24,7	68,6	24,1	71,7

**Tabela 02** – Dados calculados para o dia 14/12/2018  
**Fonte:** Autoria própria, 2019.

Horário	Exterior		Protótipo revestido		Protótipo sem revestimento	
	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)
15:20:00	32,18	42,8	32,47	43,5	32,2	45,1
15:25:00	32,98	42,4	32,27	43,5	32,1	44,9
15:30:00	33,78	42,2	32,06	43,5	32	44,8
15:35:00	34,58	42	31,86	43,6	31,91	44,6
15:40:00	35,37	42,8	31,65	43,6	31,81	44,4
15:45:00	36,17	41,6	31,45	43,6	31,71	44,2

**Tabela 03** – Dados calculados para o dia 21/12/2018  
**Fonte:** Autoria própria, 2019.

Horário	Exterior		Protótipo revestido		Protótipo sem revestimento	
	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)	Temp. (°C)	U.R. (%)
14:35:00	25	72,7	24,7	74,3	24,2	76,7
14:40:00	25	71,5	24,7	73,2	24,2	75,7
14:45:00	25	70,4	24,7	72	24,2	74,7
14:50:00	25	69,2	24,7	70,9	24,1	73,7
14:55:00	25	68	24,7	69,8	24,1	72,7
15:00:00	25	66,9	24,7	68,6	24,1	71,7

**Tabela 04** – Dados calculados para o dia 28/12/2018  
**Fonte:** Autoria própria, 2019.

## 4. RESULTADOS

O comportamento térmico foi avaliado de acordo com o Procedimento 2 da NBR 15575-1 (2013). Para a análise, calcularam-se as médias horárias e diárias para a temperatura e umidade relativa do ar, utilizando cada um dos 8928 dados obtidos nos protótipos e na medição externa. Além disso, foram apontados os valores máximos e mínimos diários encontrados em cada medição, além do cálculo do desvio padrão. Na Tabela 05 são apresentados os valores das médias mensais, considerando um mês hipotético de janeiro.

	Exterior	Protótipo revestido	Protótipo sem revestimento
Temp. (°C)	25,87	26,22	25,91
U.R. (%)	68,5	68,8	67,9

**Tabela 05** – Médias mensais do período analisado  
**Fonte:** Autoria própria, 2019.

Comparando os valores obtidos nas medições externas e no protótipo revestido, ocorreram no interior deste, valores de temperatura média maiores em 45,4% das medições, enquanto 50,3% dos valores de umidade média foram superiores. Quanto aos valores máximos, o protótipo revestido resultou em 78,1% de temperaturas superiores, e 43,8% de umidades relativas superiores.

Já o protótipo sem revestimento teve as médias das temperaturas e umidade relativas superiores às medidas exteriores em 53,9% e 34,4% dos dados, respectivamente. As temperaturas máximas e umidades relativas máximas foram superiores em apenas 15,6% e 9,4% dos dias, respectivamente.

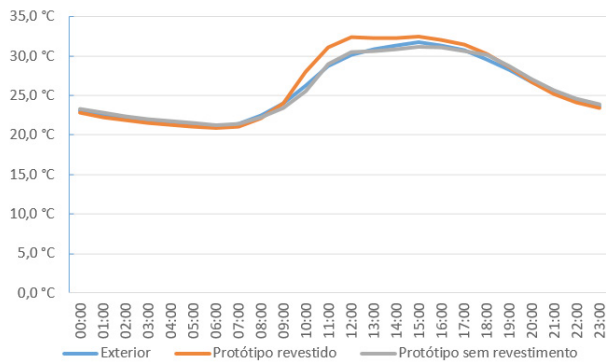
Tratando-se da comparação das medições resultantes dos dois protótipos, aquele com revestimento de embalagens longa vida obteve 37,4% dos dados de temperatura média e 63,2% de umidade relativa média superiores ao protótipo sem revestimento, além de 84,4% de temperaturas máximas e 93,8% de umidades relativas máximas superiores.

A maior temperatura registrada no período foi de 40,59 °C, nos dias 17 e 28 de dezembro de 2018 e 02 de janeiro de 2019, todas no protótipo com revestimento de embalagens longa vida. Já o maior valor de umidade relativa registrado foi de 99,5%, no dia 20 de dezembro no protótipo sem revestimento e dia 22 de dezembro no protótipo revestido.

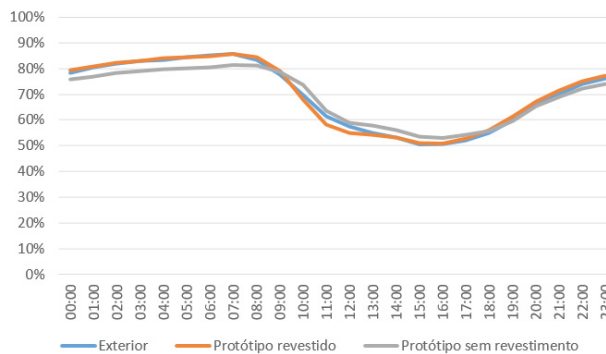
Segundo o gráfico da Figura 07, gerado a partir das médias horárias de todos os dados obtidos durante o período de medição, os horários em que os valores de temperatura do protótipo revestido foram superiores aos demais geralmente estavam compreendidos entre às 10 e 18 horas. Inversamente, os valores de umidade relativa



foram inferiores durante esse período, tendo seus valores superiores aos demais entre às 18 e 00 horas, como ilustrado a Figura 08.



**Figura 07** – Médias horárias das temperaturas  
 Fonte: Autoria própria, 2019.



**Figura 08** – Médias horárias das temperaturas  
 Fonte: Autoria própria, 2019.

Analisando o conforto térmico do local em que os protótipos foram construídos, inicialmente deve-se conhecer as zonas em que o local da construção está localizado, a partir do desenvolvimento de uma reta na carta bioclimática adaptada. Para efetua-la, é necessário possuir o resultado das médias mensais das temperaturas externas máxima e mínima, e da média mensal da umidade relativa externa. O primeiro ponto, nomeado "a", tem como coordenadas a média da umidade relativa externa no eixo y e no eixo x é calculada a temperatura média utilizando a Equação 5, onde "Tmin" representa a média mensal da temperatura mínima, e "Tmax" a média da temperatura máxima.

$$T_{med} = \frac{T_{min} + T_{max}}{2} \quad (5)$$

Em seguida, foi possível encontrar no gráfico o valor correspondente da umidade absoluta do ponto "a", nomeado "Umed". Com ele, foram calculadas as coordenadas y dos pontos "b" e "c", pelas Equações 6 e 7, respectivamente. Suas coordenadas x foram os valores das médias das temperaturas mínimas e máximas, respectivamente.

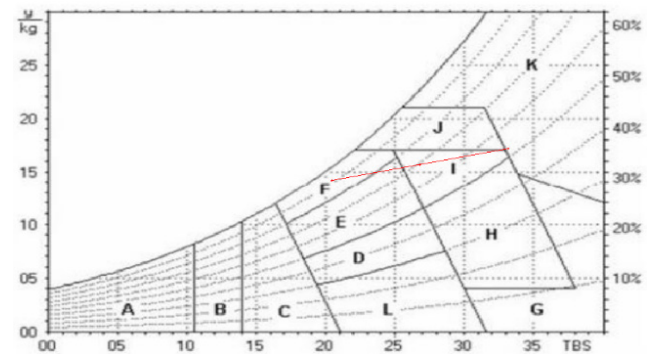
$$b_y = U_{med} - 1,5 \quad (6)$$

$$c_y = U_{med} + 1,5 \quad (7)$$

Assim, pode-se elaborar a reta "b-a-c", que representa todas as horas de um dia médio do mês em que ocorreram as medições. Devem ser consideradas apenas as zonas em que há mais de 1% da reta "b-a-c" projetada. Na Tabela 06 informam-se as coordenadas da reta, enquanto a Figura 09 ilustra-se a carta bioclimática adaptada para o local em que ocorreram as medições.

	x	y
A	26,78	15,55
B	20,39	14,05
C	33,17	17,05

**Tabela 06** – Coordenadas da reta "b-a-c"  
 Fonte: Autoria própria, 2019.



**Figura 09** – Carta bioclimática adaptada para a área de estudo  
 Fonte: Autoria própria, 2019.

Pode-se observar que a reta "b-a-c" está projetada nas zonas F, E I e K, apontando a necessidade de desumidificação, ventilação e refrigeração artificial. Como esta é inviável para residências de baixo padrão, os outros dois casos podem ser melhorados com a aplicação de ventilação cruzada como sugerido na NBR 15220-3 (2005). Como os protótipos não possuem janelas e as portas estavam sempre fechadas nos horários de medição, esse resultado é aceitável, contanto que os moradores de uma residência revestida com embalagens longa vida mantenham as janelas e portas abertas durante esse período. Destaca-se que as diversas árvores na proximidade também podem ter contribuído para criar um microclima no entorno dos protótipos.

Desse modo, frisa-se que, apesar das considerações feitas quanto a certas imperfeições dos protótipos em simular uma residência de baixo padrão típica de Santa Maria/RS, e do erro previsto pelos aparelhos de medição, a razão de 78,1% das temperaturas máximas internas no

protótipo revestido com embalagens longa vida serem superiores às máximas externas está em desacordo com a principal exigência feita pela NBR 15575-1 (2013), que considera aceitável o conforto térmico de uma residência apenas se a temperatura máxima interna for menor ou igual à externa.

Com picos de até 40,59 °C, como no dia 28/12/2018, a temperatura no interior do protótipo revestido em diversos horários estava além da temperatura normal do corpo humano, de aproximadamente 37 °C. Nesse mesmo horário, o protótipo sem revestimento interno registrou temperatura de 36,57 °C, mostrando-se a melhor opção para evitar temperaturas máximas elevadas. Um dos fatores que auxiliou nesse resultado foi a ausência de forro nos protótipos, como apontado pelos picos de temperatura máxima que ocorreram durante o período das 10 às 18 horas, horário em que a radiação solar era mais intensa alta.

A falta de ventilação e refrigeração artificial, sugerida pela carta bioclimática adaptada, foi outro fator que agravou o resultado negativo desse tipo de revestimento. Por questões de segurança, não foi possível instalar janelas e manter a porta frequentemente aberta, mas em casos que esse projeto for aplicado em uma residência com moradores, deve-se conscientizá-los sobre a necessidade da ventilação cruzada para evitar altos valores de umidade.

Dentre as vantagens obtidas pela utilização desse tipo de revestimento interno, cita-se a facilidade em dissipar a alta temperatura interior após os períodos de forte radiação solar, constatado na Figura 07, de tal forma que entre o período das 19 às 09 horas, o protótipo revestido resultou nos menores valores de temperaturas médias, enquanto as médias mais altas foram do protótipo sem revestimento.

## 5. CONCLUSÃO

A realização do projeto de revestimento de paredes internas com embalagens longa vida precisa necessariamente de uma reestruturação, pois apesar de aumentar o conforto térmico no período de inverno, o desempenho foi inadequado nos dias de verão. A utilização de um revestimento para a estrutura do telhado poderia ser uma técnica complementar de maneira a melhorar a eficiência do sistema também para dias de calor. Esse revestimento de forro poderia ser algum material de alta condutividade térmica, como a própria embalagem longa vida, que permita uma rápida dissipação do calor. Outra alternativa é a execução de dispositivos que aumentem a ventilação cruzada no interior das residências, reduzindo assim possíveis teores elevados de umidade. Tais medidas já estão sendo testadas e devem ser objeto de uma publicação futura.

## REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR CONDITIONING ENGINEERS. **Standard 55:** Thermal environmental conditions for human occupancy. Atlanta, 2017.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190:** projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3:** desempenho térmico em edificações: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1:** edificações habitacionais: desempenho: parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- BATISTA, Fábio D. **A tecnologia construtiva em madeira na região de Curitiba:** da casa tradicional à contemporânea. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- CEMPRE. **Embalagens longa vida.** 2010. Disponível em: < <http://cempre.org.br/artigo-publicacao/ficha-tecnica/id/9/embalagens-longa-vida>>. Acesso em: 13 mar. 2019.
- CEMPRE. **Preço dos materiais recicláveis:** julho/agosto. 2017. Disponível em: <<http://cempre.org.br/cempre-informa/id/105/preco-dos-materiais-recicla-veis>>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- COUTINHO, Joana S. **Materiais de construção 1:** madeiras. Porto: Federal de Engenharia da Universidade do Porto, 1999.
- CRUZ, Helena. **Patologia, avaliação e conservação de estruturas de madeira.** Santarém: Associação Portuguesa dos Municípios com Centros Históricos, 2001.
- GRIGOLETTI, Giane C. **Tratamento de dados climáticos de Santa Maria, RS, para análise de desempenho térmico de edificações.** Porto Alegre: Ambiente Construído, 2015.
- KOHARA, Luiz T. **Relação entre as condições de moradia e o desempenho escolar:** estudo com crianças residentes em cortiços. São Paulo: Universidade de São Paulo, 2009.
- MELLO, Roberto L. **Projetar em madeira:** uma nova abordagem. Brasília: Universidade de Brasília, 2007.
- NEVES, Fernando L. **Novos desenvolvimentos para reciclagem de embalagens longa vida.** São Paulo: Congresso Internacional de Celulose e Papel, 2004.
- OLIVEIRA, Laura H. **Revestimento de residências com embalagens longa vida: uma alternativa**

**sustentável. Ijuí:** Salão do Conhecimento, 2018.  
PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de madeira.** 6 ed. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2003.  
SCHMUTZLER, Luis O.F. **Projeto forro longa vida.** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2001.  
TRIERWEILLER, Andréa C. et al. **Fatores de satisfação e motivação no trabalho dos colaboradores da fundação de cultura:** um estudo de caso. São Carlos: Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 2010.  
VASQUES, Caio C. P. C. F. C.; Pizzo, Luciana M. B. F. **Comparativo de sistemas construtivos, convencional e wood frame em residências unifamiliares.** Lins: Centro Universitário de Lins, 2014.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6380-364X>

**GIHAD MOHAMAD, DR.** | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 10A, sala 614 | Email: gihadcivil@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7306-5313>

**ALMIR BARROS DA SILVA SANTOS NETO, DR.** | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 10A, sala 616 | Email: almir.neto@ufsm.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6622-2210>

**ROGÉRIO CATTELAN ANTOCHEVES DE LIMA, DR.** | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Correspondência para: Av. Roraima, 1000, prédio 10A, sala 615 | Email: rogerio@ufsm.br.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5646-5665>

**MATHEUS VIEIRA FILAPPI, ENGENHEIRO CIVIL** | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Correspondência para: Rua Andradas, 2240, Rosário do Sul-RS | Email: mvfilappi@gmail.com.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5772-9933>

**ANDRÉ LÜBECK, DR.** | Universidade Federal de Santa Maria - UFSM | Engenharia civil | Santa Maria-RS, Brasil | Av. Roraima, 1000, prédio 10A, sala 616. | Email: andrelubeck@gmail.com.

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

MOHAMAD, Gihad; NETO, Almir Barros da Silva Santos; LIMA, Rogério Cattelan Antochaves de; FILAPPI, Matheus Vieira; LÜBECK, André. Avaliação de Temperatura e Umidade em Residências Revestidas Internamente com Embalagens Longa Vida. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 19-26, jul. 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.n3.19-26>.

**DATA DE ENVIO:** 31/05/2019

**DATA DE ACEITE:** 29/07/2019

# DIRETRIZES DE OCUPAÇÃO DE BAIXO IMPACTO AMBIENTAL PARA ÁREAS DE MANANCIAIS, APLICAÇÃO DO LIDERA

*GUIDELINES FOR LOW ENVIRONMENTAL IMPACT OCCUPANCY FOR SPRINGS AREA, APPLICATION OF THE LIDERA*

**FERNANDA PEREIRA GREIN NUNES, M.Sc. | UFPR**

**CRISTINA DE ARAÚJO LIMA, Dra. | UFPR**

## RESUMO

Buscando contribuir para encontrar formas adequadas de uso e ocupação para áreas de manancial com a diminuição do impacto ambiental e a melhoria da qualidade de vida da população, o artigo traz a análise do Plano de Recuperação Ambiental e Urbanização do Guarituba, como objeto de pesquisa. O Guarituba é uma das maiores ocupações irregulares do Paraná e está passando por uma regularização fundiária com subsídios federais. Está situada em uma área de mananciais que contribuem com mais de 70% da água para o abastecimento da Região Metropolitana de Curitiba. A fim de avaliar e propor diretrizes para o Guarituba, aplicou-se o sistema de avaliação e certificação LiderA. O resultado obtido foi que o Plano apesar de apresentar pontos positivos, no geral não atingiu uma classificação satisfatória segundo os critérios do LiderA. As diretrizes foram divididas em ações prioritárias, secundárias e complementares, levando em conta os resultados da avaliação e as carências do local. A fragilidade ambiental do local foi o principal norteador para a seleção das principais diretrizes: preservação dos mananciais; tratamento dos efluentes; promoção da correta destinação de resíduos; promoção de sistema de gestão e fiscalização.

**PALAVRAS CHAVE:** Sustentabilidade urbana; Ocupação irregular; sistema Lidera; Guarituba; Ocupação área de mananciais.

## ABSTRACT

*Seeking help to find appropriate ways to use and occupation to source areas by reducing the environmental impact and improving the population's quality of life, this article conducted an analysis of the Environmental Recovery and urbanization of Guarituba, as a research object. The Guarituba is one of the largest illegal occupation of Paraná and is undergoing a land tenure with federal subsidies. It is situated in an area of springs that contribute more than 70% of the water supply for the metropolitan region of Curitiba. In order to evaluate and to propose guidelines for the Guarituba, was applied to the system of evaluation and certification LiderA. The result was that the Plan despite its strengths, in general not reached a satisfactory classification according to LiderA criteria. The guidelines were divided into priority, secondary and complementary actions, taking into account the evaluation results and the needs of the site. The environmental fragility of the site was the main orientation for the selection of the main guidelines: preservation of water sources; treatment of effluents; promoting proper disposal of waste; promotion of adequate system of management and supervision.*

**KEY WORDS:** Urban Sustainability; Irregular occupation; LiderA system; Guarituba; Occupations in fountainheads area





## 1. INTRODUÇÃO

Devido ao montante de população assentada na ocupação do Guarituba em área de manancial, pensar em proposições de ocupação que beneficiem tanto a população quanto a preservação dos recursos naturais é fundamental. Por sua vez, o planejamento e o gerenciamento destas áreas também apresentam um papel importante, buscando a eficiência e facilitando o acesso a serviços básicos. Pinderhughes (2004) traz em seu livro *Alternative Urban Futures* a preocupação com as cidades atuais, buscando alternativas para a sustentabilidade urbana e recomendações para transformar estas cidades atuais em sustentáveis. Estas transformações das cidades se dão por meio de cinco pontos considerados como pilares pela autora: gerenciamento da água, gerenciamento dos resíduos, gerenciamento da energia, uso do solo e mobilidade urbana/transportes e sistemas de alimentação. Por sua vez, com o crescimento dos investimentos federais em programas habitacionais em 2009 (MINHA CASA MINHA VIDA, 2016), levar conceitos com viés sustentável a estes projetos pode ser uma contribuição para as políticas públicas, uma vez que, é essencial pensar nas famílias de baixa renda, que irão habitar as unidades de interesse social, as quais necessitam ter o menor gasto possível com questões relacionadas à habitação, tanto do ponto de vista de consumo quanto de manutenção da mesma (FORTUNATO, 2014).

O presente artigo propõe diretrizes para aumento da sustentabilidade da ocupação do Guarituba tendo como referência o sistema de avaliação e certificação LiderA. O presente estudo empregou a mesma metodologia de Valverde (2010), o qual avaliou um bairro português antes e após a intervenção urbana, utilizando como ferramenta o LiderA. O LiderA é um sistema de avaliação e certificação voluntário de apoio ao desenvolvimento sustentável, desenvolvido por Manuel Duarte Pinheiro em 2000 na Universidade Técnica de Lisboa (PINHEIRO, 2011). Inicialmente se apresentam as bases de funcionamento do sistema de avaliação LiderA, seguido do método de pesquisa aplicado, a apresentação do recorte avaliado e, por fim, o ranking de classificação e as diretrizes propostas.

## 2. SISTEMA DE AVALIAÇÃO E CERTIFICAÇÃO LIDERA E O MÉTODO DE PESQUISA

Além das questões de sustentabilidade urbana, a habitação necessita, sobretudo, ser também um ambiente sustentável, que busque soluções de projeto arquitetônico

e materiais de construção que possibilitem aliar conforto ambiental à habitabilidade, inserindo inovações que proporcionem menos impacto ambiental e também possibilidades de menores gastos no período de pós-ocupação da edificação (FORTUNATO, 2014). Com isso, surgiram sistemas de avaliação que certificam ambientalmente produtos, edifícios e, recentemente, ambientes construídos. Estes sistemas visam contribuir para melhorar a organização dos espaços e garantir uma melhor qualidade ambiental (VASSALO; FARINHA, 2010). Conforme estudo realizado por Fortunato (2014), certificar uma área urbana poderá ser relevante para a sustentabilidade local e para os habitantes que nela residem, reconhecendo que são muitas as questões que envolvem esta problemática da sustentabilidade urbana, como: uso do solo, consumo e destinação da água, geração e consumo de energia, descarte de lixo, mobilidade, preservação de ecossistema.

Para este estudo foram observados três sistemas de avaliação e certificação desenvolvidos para áreas urbanas, sendo eles: BREEAM Communities - Building Research Establishment's Environmental Assessment Method; LEED - ND - Leadership in Energy and Environmental Design for Neighborhood Development e; LiderA v.2.0. O sistema eleito para este estudo foi o LiderA 2.0, após observar seus critérios e a análise desenvolvida por Vassalo e Farinha (2011), a qual conclui que o sistema de avaliação que possui uma abrangência maior com relação a temas avaliados é o LiderA 2.0, seguido pelo LEED-NC e posteriormente pelo BREEAM Communities.

O LiderA é um sistema voluntário de apoio ao desenvolvimento de soluções e avaliação da sustentabilidade, desenvolvido por Manuel Duarte Pinheiro, em 2000, na Universidade Técnica de Lisboa, Portugal. Tem por objetivos apoiar a procura da sustentabilidade e gestão dos ambientes construídos, do desempenho ambiental à construção (PINHEIRO, 2011).

O sistema é organizado em seis vertentes de bom desempenho ambiental, com pesos relacionados à sua relevância, de acordo com estudos e congressos sobre o tema promovidos pela Universidade Técnica de Lisboa, Portugal. Estas vertentes e pesos (Wi) são: integração local (14%); recursos (32%); cargas ambientais (12%); conforto ambiental (15%); vivência socioeconômica (19%) e; uso sustentável ou gestão ambiental (8%). A avaliação é composta então por 6 vertentes, divididas em 22 critérios. Estes pesos relacionados a cada um dos seis princípios derivam das ponderações para cada uma das 22 áreas, conforme Tabela 01 a seguir.

Vertente	Área	Área	Critério	Wi
Integração local	Solo	A1	Valorização Territorial	7%
	Ecossistemas naturais	A2	Valorização Ecológica	5%
	Paisagem e Patrimônio	A3	Valorização Paisagística	2%
Recursos	Energia	A4	Gestão da energia	17%
	Água	A5	Gestão da água	8%
	Materiais	A6	Gestão dos materiais	5%
	Alimentares	A7	Produção local de alimentos	2%
Cargas Ambientais	Efluentes	A8	Gestão dos efluentes	3%
	Emissões atmosféricas	A9	Gestão das emissões atmosféricas	2%
	Resíduos	A10	Gestão dos resíduos	3%
	Ruído Exterior	A11	Gestão do ruído	3%
	Poluição lumino-térmica	A12	Gestão lumino-térmica	1%
Conforto Ambiental	Qualidade do Ar	A13	Gestão da qualidade do ar	5%
	Conforto térmico	A14	Gestão do conforto térmico	5%
	Iluminação e Acústica	A15	Gestão condições de conforto	5%
Vivência Sócio econômica	Acesso para todos	A16	Contribuir para acessibilidade	5%
	Diversidade econômica	A17	Contribuir p/ dinâmica econômica	4%
	Amenidades e interação social	A18	Contribuir para as amenidades	4%
	Participação e Controle	A19	Condições de controle	4%
	Custos no ciclo de vida	A20	Contribuir para os baixos custos no ciclo de vida	2%
Uso Sustentável	Gestão Ambiental	A21	Promover a utilização e gestão	6%
	Inovação	A22	Promover a inovação	2%

**Tabela 1** – Áreas e Ponderações do LiderA  
**Fonte:** Adaptado de PINHEIRO (2011).

O grau de sustentabilidade é mensurado em classes níveis de desempenho crescentes em uma escala de G a A++. Nesta escala os níveis são derivados a partir de dois referenciais chaves. O primeiro diz respeito ao desempenho tecnológico, considerando a prática usual existente (Classe E) e o segundo referente ao desempenho das práticas construtivas viáveis. Partindo da prática usual, a elevação de classe se dá de acordo com a porcentagem de melhoria de desempenho, onde classe C é superior 25% a prática usual, a classe B é superior a 37,5%, a classe A é superior 50%, a classe A+, e por fim, a classe A++ estão associadas a um fator ainda maior de melhoria, comparada à situação inicial considerada (PINHEIRO, 2011). Logo, quanto maior for a porcentagem de melhoria comparada a situação inicial, melhor será o conceito adquirido na classificação final. Segue a Figura 01 que demonstra a classificação por classes.



**Tabela 1** – Classificação LiderA  
**Fonte:** PINHEIRO (2011).

A pesquisa, que utilizou o estudo de caso como método, foi dividida em três fases, onde a primeira fase consistiu no levantamento de bibliografias a respeito da forma de expansão da cidade e de padrões mais sustentáveis de ocupação e uso do solo. A segunda fase foi de levantamento de dados sobre o Guarituba, a caracterização do

recorte e do perfil dos moradores, utilizando para isso, um protocolo de coleta de dados. O protocolo foi elaborado segundo os critérios estabelecidos pelo LiderA para avaliação de uma área urbana, conforme Valverde (2010) em sua pesquisa. O recorte escolhido para a avaliação foi a área onde está sendo implantado o Projeto Direito de Morar, com Plano de Recuperação Ambiental e Urbanização do Guarituba, relocando famílias de áreas de risco. O Projeto Direito de Morar é proveniente do Estado do Paraná, que utiliza os moldes e recursos do Programa Minha Casa Minha Vida. Por fim, a terceira fase foi a avaliação do Guarituba utilizando o LiderA e elaboração de um quadro resumo com as diretrizes propostas. Estas diretrizes tiveram como base o guia de boas práticas do próprio LiderA e dispostas em um quadro de ação com os critérios prioritários, secundários e complementares, levando em consideração o local e as condições de projeto.

### 3. REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA E O MUNICÍPIO DE PIRAQUARA

Na Região Metropolitana de Curitiba (RMC), a água é o recurso natural caracterizado como balizador do processo de ocupação, uma vez que, cerca de 70% de seu território está classificado como áreas de mananciais ou de preservação ambiental e, mesmo com estas restrições, a urbanização destas áreas está apresentando alguns dos maiores índices de crescimento metropolitano (LIMA, 2004).

Estas ocupações, assim como o Guarituba, têm início nos anos 1950 e 1960, quando proprietários rurais ao redor de Curitiba viram lucro em parcelar seus terrenos em lotes e vender, mesmo sem infraestrutura. Na Figura 02 a seguir, encontram-se em destaque os municípios de Pinhais, Piraquara e São José dos Pinhais, os quais apresentaram os maiores números de lotes aprovados entre 1950 e 1959. (LIMA, 2000).

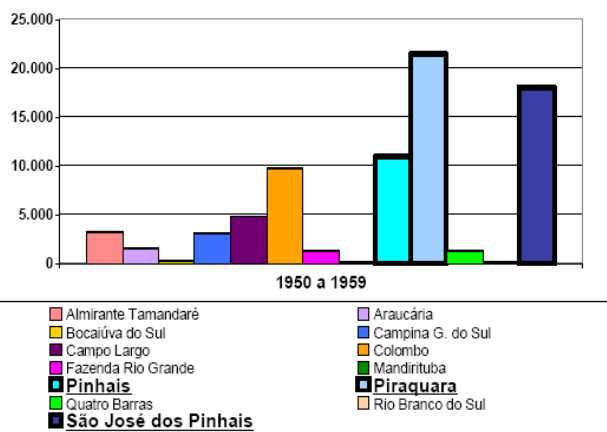


Figura 2 – Lotes aprovados na RMC de 1950 até 1959  
 Fonte: LIMA (2000) p.157.

Entre as décadas de 1960 e 1970, Curitiba implantou o Plano Diretor regulamentando o uso e ocupação do solo e controlando os limites do município. Com este Plano e as melhorias urbanas que se seguiram, aumentou o custo da terra em Curitiba que favoreceu o mercado imobiliário de lotes nos municípios periféricos, os quais possuíam uma legislação mais flexível. Devido à proximidade com locais de trabalho, equipamentos e infraestrutura promovidos pela capital, ocorreram ocupações nos limites externos da cidade (ALMEIDA, 2010). Estas ocupações ocorreram principalmente em áreas de manancial, onde existiam loteamentos aprovados antes da promulgação da lei federal n.º 6766/79, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, e antes dos planos diretores municipais serem implantados.

Com a pressão de ocupação nas áreas de mananciais e a necessidade da criação de uma clara política ambiental regional, o governo do Estado cria uma legislação específica para a RMC, à “Lei dos Mananciais” Lei nº 12248/98. Com esta lei, a política de uso e ocupação do solo em áreas de mananciais vem se consolidando através das Unidades Territoriais de Planejamento – UTPs e Áreas de Proteção Ambiental – APAs, instrumentos que disciplinam a ocupação através de um zoneamento adequado para o uso do solo, conforme Figura 03 (COMEC, 1998).

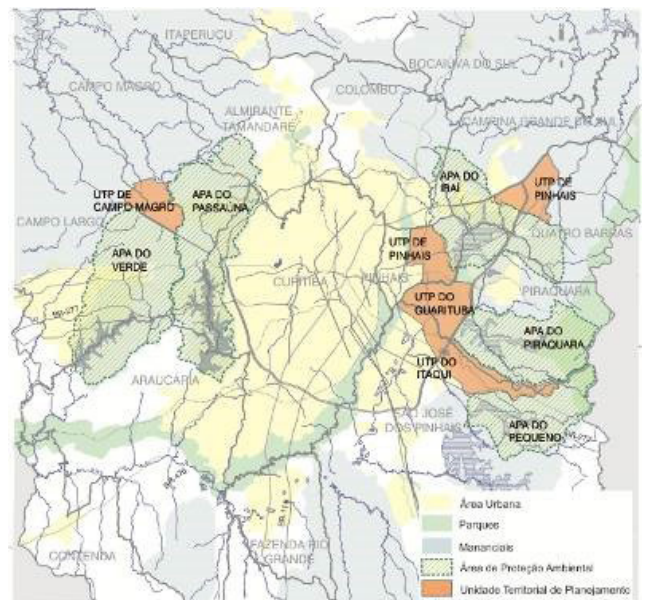


Figura 3 – APAs e UTPs  
 Fonte: COMEC (2012).

Piraquara é um dos 29 municípios que compõe a Região Metropolitana de Curitiba – RMC, exercendo uma função importante para o abastecimento de água da região. Piraquara faz parte da Bacia do Iguaçu, a qual é responsável por 70% do sistema de abastecimento da RMC

(COHAPAR, 2007a; COHAPAR, 2007b). A RMC apresenta uma taxa de crescimento da população de 1,37% (IPARDES, 2012). Piraquara, por sua vez, apresenta uma população de 93.207 habitantes, com um grau de urbanização de 49,07% e taxa de crescimento de 2,49% (IBGE, 2010). Seu território é de 227,03 km<sup>2</sup>, sendo que 92,16% de sua área apresenta restrição à ocupação, declarada como de Interesse e Proteção Especial pelo Decreto Estadual nº 2964/80, por se tratar de área de manancial (ALMEIDA, 2010).

#### 4. A OCUPAÇÃO DO GUARITUBA

A ocupação do Guarituba apresenta aproximadamente 55.000 habitantes, caracterizando a maior ocupação irregular do Estado do Paraná. Possui, com isso, uma grande população carente que está assentada em uma área de manancial de tal importância para a RMC (IBGE, 2010; IPARDES, 2010; COHAPAR, 2007b). A área, por sua vez, apresenta nível do lençol freático aflorante, suscetível às

inundações e declividades entre 0% a 3%, dificultando o escoamento natural da água pluvial ou dos fluxos de infraestrutura como água e esgoto (LIMA, 2000).

O Guarituba possui uso predominante habitacional com alguns pontos de comércio de pequeno porte, serviços e locais para cultos religiosos. Segundo a COHAPAR (2011), a comunidade já conta com 100% de redes instaladas para o atendimento da população com água, coleta de esgoto e energia elétrica. Ainda não possui coleta de lixo, sendo jogados em terrenos vazios ou incinerados. Existem na área, ainda, locais de preservação de mata nativa e alguns bosques de araucárias.

A população está servida de equipamentos públicos que, porém, não suprem a demanda. Grande parte da população vive em condições insatisfatórias e o fator de risco e violência é bastante acentuado. O Guarituba, ainda, é provido de linhas de ônibus que fazem a integração com a Rede Integrada de Transportes – RIT, porém apresenta uma carência no que diz respeito à cultura e lazer.



**Figura 4** – Foto panorâmica do Guarituba  
**Fonte:** Autor.

Estão sendo implantados na área dois planos de regularização fundiária, o “Plano Municipal de Regularização Fundiária Sustentável”, coordenado pela Prefeitura Municipal de Piraquara, e o “Plano de Recuperação Ambiental e Urbanização do Guarituba”, coordenado pela COHAPAR, proveniente do Programa “Direito de Morar”, o qual conta com investimentos federais.

O “Plano de Recuperação e Urbanização do Guarituba” tem por objetivo a relocação de 694 famílias que residem em APA e em áreas de risco; recuperação das áreas ambientalmente degradadas; implantação de infraestrutura nas áreas ocupadas; regularização fundiária das áreas ocupadas, consolidação da ocupação compatível com a densidade adequada e implantação de áreas de lazer. A sua execução é em etapas, iniciando com a desapropriação das áreas necessárias e a execução da macrodrenagem. Por sua vez, os subprojetos são baseados no zoneamento para o reordenamento territorial, a recuperação

das faixas de preservação e a implantação de equipamentos de acordo com a legislação (COHAPAR, 2011).

Em 2010, de acordo com Almeida (2010), o Programa “Direito de Morar” foi a maior obra de urbanização em andamento no país visando à regularização fundiária em área de manancial. Este investimento, proveniente do Governo Federal, foi cerca de 98 milhões de reais, dividido em: R\$ 92.576,20 destinados à urbanização do bairro Guarituba e R\$ 5.387,80 destinados à urbanização do parque Guarituba (BRASIL, 2010). Após a relocação das famílias, serão criados parques, com o reflorestamento da margem esquerda do Rio Iraí e do canal extravasor, a construção do canal para controle de cheias e a revitalização de áreas degradadas.

#### 5. LIDERA NO GUARITUBA

A aplicação do sistema de avaliação e certificação LiderA se deu levando em consideração a situação real encontrada e o projeto do Plano de Regularização



Ambiental e Urbanização do Guarituba, que está em fase de implantação. Esta aplicação se desenvolveu visando avaliar a situação do local este projeto totalmente implantado, porém, no período de elaboração deste trabalho somente a primeira etapa havia sido finalizada e entregue a população. Devido a este problema temporal, considerou-se o projeto totalmente implantado da forma em que está especificado, sem considerar mudanças de projeto que podem acontecer no decorrer da execução ou até mesmo modificações nas construções por parte dos moradores após a entrega das casas. Para as outras situações, que não dependem do projeto diretamente, foram consideradas a situação real encontrada.

A avaliação foi separada por vertente em forma de tópicos, com as devidas considerações. A tabela foi dividida por vertente, especificando a área (ÁREA), seu peso na avaliação geral (Wi), a especificação do critério (CRITÉRIO), seu número na classificação geral (Nº) e, por fim, seu resultado na avaliação (Classe Avaliação).

Para uma correta avaliação no final da aplicação deste sistema é necessário que todas as áreas sejam analisadas e recebam uma pontuação. Mesmo que uma determinada área pareça irrelevante para a avaliação do local em análise, esta deverá receber uma pontuação, uma vez que, o somatório de todos os pesos (Wi) representa 100% da avaliação.

### 5.1. Integração Local

A vertente Integração local soma 3 áreas: solo, ecossistemas naturais e paisagem e patrimônio, totalizando 14% do peso (Wi) no final da avaliação.

Vertente	Área	WI	Critério	AV
INTEGRAÇÃO LOCAL 3 Critérios 14%	Solo	7%	Valorização Territorial	B
	Ecossist. Naturais	5%	Valorização Ecológica	E
	Paisagem e Patrimônio	2%	Valorização Paisagística	A++

**Tabela 2** - LiderA – Integração Local  
 Fonte: Autor.

Segundo as informações da COHAPAR, o Guarituba já é atendido com redes de água, esgoto e energia elétrica, o que é um ponto positivo para o critério Valorização Territorial (A1), assim como a permeabilidade dos lotes chegando a 60,8%. Conforme já descrito, o Guarituba apresenta um solo frágil e com declividades mínimas, o que dificulta o escoamento das águas pluviais, sendo imprescindível que a taxa de permeabilidade no lote seja a

maior possível, reduzindo a probabilidade de alagamentos. Neste caso o LiderA avalia somente a taxa de permeabilidade do lote, sem levar em consideração outras medidas compensatórias de retenção das águas pluviais.

O critério Valorização Ecológica (A2), somente pontua por apresentar uma espécie vegetal que cria uma continuidade, embora seja somente uma forração. No descritivo do projeto consta a arborização das ruas como um item a ser implantado, porém não se obteve maiores informações a respeito, não estando especificado na implantação do projeto. Nesta vertente, o critério Valorização Paisagística (A3) foi o que recebeu maior classificação, chegando ao nível máximo A++. Este resultado se deve, principalmente, pela implantação das casas e suas tipologias. No projeto, as construções são implantadas de acordo com a topografia, condizentes com as construções encontradas na região e apresentando proporção adequada entre a largura da rua e a altura da construção. A malha urbana ortogonal, os alinhamentos prediais seguem um padrão de 3 ou 5 metros e não há elementos verticais, como muros, delimitando os lotes.

### 5.2. Recursos

A vertente Recursos soma 4 áreas: energia, água e materiais, totalizando 32% do peso (Wi) no final da avaliação.

Vertente	Área	WI	Critério	AV
RECURSOS 4 Critérios 32%	Energia	17%	Gestão da energia	D
	Água	8%	Gestão da água	D
	Materiais	5%	Gestão materiais	E
	Alimentar	2%	Produção local de alimentos	F

**Tabela 3** - LiderA – Recursos  
 Fonte: Autor.

Esta vertente apresenta um peso maior em relação às outras, onde o critério Gestão da energia (A4) é bem significativo. Apesar de somar muitos pontos quando se trata da origem da energia elétrica utilizada, fica a desejar nos quesitos referentes à economia de energia. No Brasil, segundo o Balanço Energético de 2013, a produção de energia elétrica por fonte não renovável é de 16,7% do total, o que atingiu a pontuação máxima neste ponto. Pontuou, também, pela tipologia de casa entregue, onde até 50% dos vãos (portas e janelas) possuem sombreamento por beirais e uma disposição permitindo a ventilação cruzada. O ponto negativo é referente à orientação favorável das

edificações, onde elas são dispostas de acordo com o traçado independentemente da orientação. Não foi pontuado, pois foi considerado o projeto como um todo.

No critério Gestão da água (A5), o projeto pontuou somente por ser provido de sistema de abastecimento de água proveniente de aquífero próximo, haver um monitoramento periódico da qualidade da água, tarefa está desempenhada pela SANEPAR, e possuir um sistema de drenagem da área.

No que diz respeito à Gestão dos materiais (A6), não foi encontrada a relação de materiais utilizados e suas origens. Não há nenhuma premissa exigindo a utilização de materiais locais e sim são utilizados aqueles que oferecem o menor preço na etapa licitatória. Não foi possível, também, determinar a duração dos materiais utilizados, considerando-se para este critério a prática usual.

Quanto a Produção local de alimentos (A7), o projeto ficou com a pior classificação por não existir nenhuma produção no local. O projeto também não contempla áreas destinadas a prática do cultivo e armazenamento, sejam alimentos vegetais ou provenientes de animais.

### 5.3. Cargas Ambientais

A vertente Cargas Ambientais soma 5 áreas: efluentes, emissões atmosféricas, resíduos, ruído externo e poluição lumino-técnica, totalizando 12% do valor do peso (Wi) no final da avaliação.

Vertente	Área	WI	Critério	AV
CARGAS AMBIENTAIS 5 Critérios 12%	Efluente	3%	Gestão de efluentes	D
	Emissões Atmosféricas	2%	Gestão das emissões atmosf.	E
	Resíduos	3%	Gestão dos resíduos	F
	Ruído Externo	3%	Gestão do ruído	E
	Poluição lumino-técnica	1%	Gestão lumino-térmica	D

**Tabela 4** – LiderA – Cargas Ambientais  
**Fonte:** Autor.

O projeto não contempla nenhum quesito para a Gestão de efluentes (A8). Embora exista a coleta de esgoto, não é feita a separação e o tratamento de forma local. Neste critério somou-se pontos por haver a possibilidade de implantação de sistemas que possam tratar as águas cinzentas e destinar as águas negras para o reaproveitamento na produção de biogás.

Na Gestão das emissões atmosféricas (A9) considerou-se a prática usual, devido à falta de informações referentes existência de fungos, bactérias, poeira e equipamentos e hábitos que possam causar tais emissões, como existência de lareiras, veículos estacionados no interior, habito do tabagismo. O estudo encontrado referente à qualidade do ar diz respeito à estação Boqueirão, em Curitiba, estação mais próxima do local, monitoramento feito pelo Instituto Ambiental do Paraná.

Nesta vertente é possível notar que o critério, talvez de mais peso para o local de estudo, apresenta a pior classificação. Não há Gestão de resíduos (A10) no local, nem ao menos a coleta de lixo, conforme COHAPAR (2011), não havendo até o momento da avaliação alguma previsão em projeto ou por meio do poder público para a implantação de alguma medida. Para o critério Gestão do ruído (A11) foi considerada a prática usual (Classe E).

No critério Gestão lumino-térmica (A12), foi considerada as cores claras utilizadas nas fachadas, à disposição dos edifícios com relação aos ventos e a circulação de ar entre as edificações. Este critério ainda pontua a existência de corpos hídricos próximos ao empreendimento, neste caso, os Rios Iraí e Itaqui.

### 5.4. Conforto Ambiental

A vertente Conforto Ambiental soma 3 áreas: qualidade do ar, conforto térmico e iluminação e acústica, totalizando 14% do peso (Wi) no final da avaliação.

Vertente	Área	WI	Critério	AV
CONFORTO AMBIENTAL 3 Critérios 14%	Qualidade do Ar	5%	Gestão qualidade do ar	A
	Conforto Térmico	5%	Gestão do conforto térmico	E
	Iluminação e Acústica	5%	Gestão de outras condições de conforto	E

**Tabela 5** – LiderA – Conforto Ambiental  
**Fonte:** Autor.

No que diz respeito à Gestão da qualidade do ar (A13), o projeto fica com uma boa pontuação, uma vez que as habitações estão de acordo com a legislação que delimita os valores mínimos para área, iluminação e ventilação para este tipo de uso. Por sua vez, as construções estão dispostas de modo que permitem a ventilação dos espaços envolventes. Conforme já mencionado, existe um monitoramento constante da qualidade do ar feito pelo

Instituto Ambiental do Paraná, onde a estação mais próxima se encontra no bairro Boqueirão, em Curitiba. Não foi considerada a pontuação para este quesito, pois não existe um monitoramento mais próximo do local.

Para os critérios Gestão do conforto térmico (A14) e Gestão de outras condições de conforto (A15) foi considerada a prática usual, uma vez que os quesitos faziam referência a orientação adequada da edificação e dos padrões de acabamento e isolamento. Como as edificações estão sendo construídas adotando a prática comumente utilizada, receberam a mesma pontuação.

### 5.5 Vivência Sócio Econômica

A vertente Vivência Sócio Econômica soma 5 áreas: acesso para todos, diversidade econômica, amenidades e interação social, participação e controle e custos no ciclo de vida, totalizando 19% do peso (Wi) no final da avaliação.

Vertente	Área	WI	Critério	AV
VIVÊNCIA SÓCIO-ECONOMICA 5 Critérios 19%	Acesso para Todos	5%	Contribuir para acessibilidade	B
	Diversidade Econômica	4%	Contribuir para a dinâmica econômica	D
	Amenidades e Interação Social	4%	Contribuir para amenidades	A++
	Participação e Controle	4%	Condições de controle	D
	Custos no Ciclo de Vida	2%	Contribuir p/ baixos custos no ciclo de vida	E

**Tabela 6** – LiderA – Vivência Sócio Econômica  
 Fonte: Autor.

A fim de Contribuir para acessibilidade (A16), o Guarituba conta com 6 linhas de transporte coletivo que fazem integração com a Região Metropolitana. De maneira local, além da topografia que contribui para a acessibilidade, o projeto conta com caminhos pedonais/ ciclovias que abrangem todas as edificações, de forma a interligar as residências aos equipamentos públicos dispostos no centro. Dentro das diferentes tipologias de casas, existem aquelas adaptadas para pessoas portadoras de necessidades especiais, assim com as calçadas possuem guias rebaixas nos pontos de cruzamento.

Não se observa uma Contribuição para a dinâmica econômica (A17) expressiva no contexto avaliado. Apesar de possuir diferentes tipologias de habitações, todas possuem a mesma metragem quadrada, uma vez que o projeto é de interesse social. Considerou-se que o empreendimento é acessível para a população jovem e de baixa renda, sendo necessário um cadastro junto a COHAPAR.

Nesta vertente, o critério mais bem pontuado é relativo a Contribuir para as amenidades (A18), recebendo a classificação máxima. Isto se deve, principalmente, ao fato do projeto estar implantado próximo às escolas, comércio, rios e parques. Considerou-se o projeto totalmente implantado, com os 4 parques providos de locais para prática esportiva e os equipamentos públicos já instalados nos locais destinados.

Embora o projeto pontue no que se refere à participação popular no decorrer de sua elaboração e as casas sendo destinadas para famílias que viviam em áreas irregulares próximas, mantendo o vínculo com o local, não existem sistemas de controle. Por este fator, o critério Condições de controle (A19) não atinge níveis satisfatórios.

No que se refere a Contribuir para os baixos custos no ciclo de vida (A20) considerou-se a prática usual (nível E), uma vez que não foi possível reunir as informações. Tais informações são referentes ao tipo de equipamentos existentes no local e que possuem baixo custo de funcionamento e manutenção, materiais e técnicas construtivas utilizadas, assim como a sua correta aplicação de acordo com a sua durabilidade.

### 5.6. Uso Sustentável

A vertente Uso Sustentável soma 2 áreas: gestão ambiental e inovação, totalizando 8% do peso (Wi) no final da avaliação.

Vertente	Área	WI	Critério	AV
USO SUSTENTÁVEL 2 Critérios 8%	GESTÃO AMBIENTAL	6%	Promover a utilização e Gestão	E
	INOVAÇÃO	2%	Promover a inovação	E

**Tabela 7** – LiderA – Uso Sustentável  
 Fonte: Autor.

No critério Promover a utilização e gestão (A21), embora a região possua um zoneamento especial por se tratar de uma UTP, a gestão está relacionada apenas ao zoneamento, não apresentando soluções de gestão para o edifício.

Quanto a Promover a inovação (A22), não foram encontradas informações que caracterizem soluções voltadas à promoção de inovação.



## 5.7. Resultado da Avaliação

Quanto à avaliação com um todo, após as ponderações dos resultados obtidos em cada critério, foi elaborado um quadro síntese que demonstra os valores para cada classificação obtidos.

Classificação	Wi obtidos
A++	6%
A+	0%
A	5%
B	12%
C	0%
D	37%
E	35%
F	5%
Total	100%

**Quadro 1** – Síntese da Avaliação  
 Fonte: Autor.

Conforme o Quadro 01 acima, o projeto do Guarituba recebeu a classificação D, com 37%. Ficou muito próximo de atingir a classificação E, com 35%, mostrando que, juntas, somam 72% da avaliação que foi alcançada por padrões considerados não sustentáveis. Com estes resultados e utilizando o guia de boas práticas do LiderA, assim como Valverde (2010), foram propostas diretrizes a serem implantadas para conseguir atingir uma melhor classificação e, com isso, um nível melhor de sustentabilidade.

## 6. DIRETRIZES

As diretrizes foram listadas em forma de tabela, descrevendo o que seria necessário fazer para atingir os níveis de classificação A, A+ e A++ no LiderA. Foram selecionadas seguindo o critério de menor intervenção no projeto existente.

De acordo com Randolph (2007), o problema da maioria das concepções e realizações do planejamento participativo é o fato de estar amarrado à uma tradição lógica, técnica e burocrática do planejamento estatal público, onde um determinado setor é encarregado de projetar e tomar as decisões, que poderiam ser discutidas de forma multidisciplinar. Outro entrave, segundo Oliveira (2013), é que a realização de grandes projetos urbanos demandam elevados recursos nos projetos e tendem a superar os limites orçamentários da cidade, onde uma parceria com outros níveis de governo se faz necessária em busca de financiamento. Outro ponto levantado por Minas Gerais (2008) é o fato de obras públicas dependerem de processos licitatórios que podem ser morosos e burocráticos,

logo a escolha dos sistemas e materiais deve ser feita levando em consideração a sua manutenção e durabilidade.

Logo, quanto menor for à modificação do projeto, mais fácil e rápido será a implantação, uma vez que a total modificação no projeto pode implicar em custos e burocracia que podem acabar inviável. Para o nível A, foram listadas as situações em que o projeto se mantém mais próximo do original, com a inclusão de algumas soluções mínimas. Por sua vez, para o nível A+, as soluções adotadas já demandam certas modificações e a inclusão de soluções mais elaboradas. Por fim, para o nível A++, é inevitável a modificação de parte do projeto, principalmente das habitações, com a inclusão de soluções ainda mais elaboradas e, possivelmente, com um custo mais elevado.

Para todos os critérios de avaliação do LiderA foram listadas as diretrizes para elevação de nível para A, A+ e A++. Para o presente artigo, foi elaborada uma tabela síntese (Tabela 08), onde consta a classe atual atingida e o número de diretrizes necessárias para obtenção de cada nível. Para leitura da tabela de diretrizes na íntegra, ver Nunes (2014).

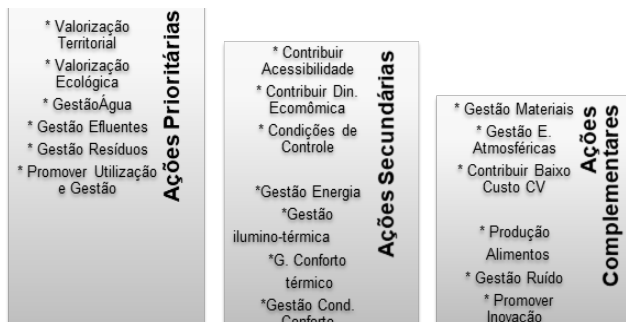
		Classe Atual	Nº de Diretrizes necessárias para		
			A	A+	A++
Integração Local	Valorização Territorial	B	1	2	Não
	Valorização Ecológica	E	4	4	4
	Valorização Paisagística	A++			
Recursos	Gestão da Energia	D	4	5	8
	Gestão da Água	D	4	5	8
	Gestão Materiais	E	3	3	3
	Produção local de Alimentos	F	3	3	3
Cargas Ambientais	Gestão de Efluentes	D	2	2	3
	Gestão Emis. Atmosféricas	E	2	2	2
	Gestão de Resíduos	E	6	8	12
	Gestão do Ruído	E	3	5	5
	Gestão Ilumino-térmica	D	3	4	6
Conforto Ambiental	Gestão Qualidade do Ar	A		1	2
	Gestão Conforto Térmico	E	3	5	7
	Gestão Cond. Conforto	E	6	8	9

Vivência Sócio econômica	Contribuir Acessibilidade	B	3	5	8
	Contribuir Dinam. Econômica	D	4	6	8
	Contribuir para Amenidades	A++			
	Condições de Controle	D	5	6	7
	Contribuir Baixo Custo CV	E	5	7	10
Uso Sustentável	Promover Utilização e Gestão	E	5	7	9
	Promover a Inovação	F	2	2	2

**Tabela 8** – Diretrizes Necessárias Para Níveis A, A+ e A++  
 Fonte: Autor.

A fim de propor diretrizes voltadas para o Guarituba, partindo do princípio que a avaliação se mantém, foram selecionados critérios de mudança e divididos em prioritários, secundários e complementares. Esta seleção foi elaborada, primeiramente, levando em consideração a área de fragilidade ambiental em que se localiza e a importância para o abastecimento da Região Metropolitana Curitiba, logo foram listando como ações prioritárias os critérios em que levam em consideração a água, o ecossistema, o solo e os agentes poluidores que podem prejudicar a qualidade da água. Somente a adequada implantação destes critérios prioritários já classificam o projeto do Guarituba com nível A, somando 32%.

As ações secundárias estão divididas em dois grupos, o primeiro leva em consideração critérios que abrangem o urbano e a população e o segundo grupo diz respeito às mudanças ligadas às habitações. Já as ações complementares estão aquelas que consideram os materiais, técnicas construtivas, equipamentos e hábitos dos usuários nas habitações. Segue o diagrama (Quadro 02) listando os critérios em cada nível de ação. Os critérios Valorização Paisagística, Gestão para a Qualidade do ar e Contribuir para Amenidades não foram incluídos no diagrama de ações, pois já possuem níveis satisfatórios na classificação.



**Quadro 2** – Esquema de Ações  
 Fonte: Autor.

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.

VALORIZAÇÃO TERRITORIAL – atual B	
A	Incluir mais 1 tipo de uso
A+	Incluir mais 2 tipos de usos
	Aumentar a área de solo permeável (entre 75% a 100%) do lote
A++	Não atinge
VALORIZAÇÃO ECOLÓGICA – atual E	
A	Possuir 12,5% a 25% do lote coberto por área verde
	Introduzir 2 espécies autóctones
	Interligação por arborização, espaços verdes permeáveis, fachada e cobertura verdes
	Promover 1 interligação de espaços verdes
A+	Possuir 25% a 50% do lote coberto por área verde
	Introduzir 2 espécies autóctones
	Interligação por arborização, espaços verdes permeáveis, fachada e cobertura verdes
	Promover 2 interligações de espaços verdes
A++	Possuir 50% a 75% do lote coberto por área verde
	Introduzir 2 espécies autóctones
A++	Interligação por arborização, espaços verdes permeáveis, fachada e cobertura verdes
	Promover 5 interligações de espaços verdes
GESTÃO DA ÁGUA – atual D	
A	Promover a reutilização de águas pluviais
	Coleta de águas pluviais nas áreas impermeabilizadas (coberturas, terraços)
	Retenção, tratamento e descarga de águas de escorrência no local
	Adoção de sistema de coleta seletiva que permita a separação de águas residuais, cinzentas e negras

A+	Todos os itens listados para a classificação A
	Uso de torneiras misturadoras, equipamentos eficientes, autoclismo de dupla descarga
A++	Todos os itens listados para a classificação A+
	Sistema de monitoramento dos consumos
	Utilização de sistemas 'waterless'
<b>GESTÃO DE EFLUENTES – atual D</b>	
A	Implementar sistemas de tratamento de águas residuais locais, com capacidade para tratar até 50% do total
	Efetuar a reutilização de mais de 50% das águas residuais para consumo secundário.
A+	Implementar sistemas de tratamento de águas residuais locais com capacidade para tratar mais de 50% do total
	Efetuar a reutilização de mais de 50% das águas residuais para consumo secundário.
A++	Todos os itens listados para a classificação A+
	Instalação de um sistema de tratamento local - Fito ETAR
<b>GESTÃO DOS RESÍDUOS – atual E</b>	
A	Implantar sistema de coleta, transporte, triagem e tratamento dos resíduos urbanos, assim como uma central
	Proceder à separação seletiva dos resíduos urbanos e a colocação de lixeiras públicas que permitam esta separação e coleta
	Eliminação de pesticidas, produtos químicos e produtos semelhantes
	Eliminação de materiais perigosos existentes nos produtos de manutenção - até 50% das embalagens
	Criar locais para triagem, limpeza e manutenção adequada de embalagens, pilhas, óleo de cozinha, lâmpadas e outros materiais perigosos
	Coleta de objetos em bom estado que possam ser reutilizados (móveis, roupas)
A+	Todos os itens listados para a classificação A
	Implantação de um sistema de gestão e minimização dos resíduos produzidos, urbanos e perigosos
	Proceder à coleta de resíduos orgânicos com intuito de efetuar a compostagem

A++	Todos os itens listados para a classificação A+
	Eliminação de materiais perigosos existentes nos produtos de manutenção - mais de 50% das embalagens
	Desenvolver a produção de energia através da biomassa
	Aplicação de materiais reutilizados na construção do edifício (madeira, vidro)
	Reduzir compra de embalagens e apostar em solução que permita recargar o produto
<b>PROMOVER A UTILIZAÇÃO E GESTÃO – atual E</b>	
A	Fazer sessões educativas / esclarecimento sobre o modo de utilização dos edifícios
	Disponibilização para mais de 50% do edificado, manuais de funcionamento dos equipamentos das habitações
	Disponibilização para mais de 50% do edificado, informações relativas aos elementos estruturais e sua manutenção
	Disponibilizar para mais de 50% do edificado, informações de sensibilização quanto aos consumos de água, energia, reciclagem e condições de saúde e salubridade
	Implementar um ou vários sistemas de gestão ambiental previstos na ISO 14001
A+	Itens citados para classificação A
	Indicações relativas à utilização, rentabilização e manutenção de elementos especiais (painéis solares, sensores)
	Implementar um ou vários sistemas de gestão ambiental previstos na ISO 14001
A++	Itens citados para classificação A+
	Indicações relativas ao descarte de equipamentos e materiais e sua revalorização
	Implementar um ou vários sistemas de gestão ambiental previstos na ISO 14001

**Tabela 9** – Diretrizes Para Níveis A, A+ E A++  
**Fonte:** Autor.

## 7. CONCLUSÕES

O Guarituba é, hoje, uma área de grande importância para o abastecimento de água da Região Metropolitana de Curitiba, localizado em um importante manancial. Por décadas foi se consolidando com o predomínio de ocupações irregulares que, devido à falta de infraestrutura, pode colocar em risco a salubridade dos rios. Com incentivos federais, recebeu recursos para efetuar algumas intervenções, como a criação de parques, áreas de preservação e relocação de famílias antes em áreas de risco. Considerando a fragilidade e importância ambiental,

foi analisado o projeto em implantação, a fim de avaliar o grau de sustentabilidade, característica essencial para a implantação do conjunto habitacional nesta área.

Para a avaliação foi utilizado o sistema de avaliação e certificação denominado LiderA, que após análise de todos os critérios, classificou o projeto para o Guarituba como nível D, com 37%. Com o objetivo de propor diretrizes para o projeto do Guarituba, foi montada uma tabela de ações, onde serviu como base as linhas de boas práticas sugeridas pelo LiderA. Estas ações foram dispostas em uma tabela, podendo atingir uma classificação A, A+ ou A++, dependendo do número de critérios atendidos. Porém, visando suprir primeiramente os pontos críticos do caso em estudo, os critérios foram dispostos em linhas de ação classificadas em prioritárias, secundárias e complementares. As ações prioritárias juntas já somam a porcentagem necessária para atingir uma boa classificação e proporcionar as medidas mínimas necessárias para a salubridade do manancial e a preservação do local.

Pela avaliação realizada, conclui-se que o Guarituba pode se tornar uma comunidade sustentável, caso haja a iniciativa de incorporar práticas ambientalmente mais adequadas, uma educação e comprometimento da população e, principalmente, uma fiscalização e gestão para a continuidade destas práticas a longo prazo. A área do Guarituba já possui um zoneamento propício à conservação, assim como toda a legislação que busca restringir as áreas passíveis de ocupação. A fiscalização e o comprometimento dos órgãos gestores ficaram a desejar nos últimos anos, o que culminou na grave situação atual.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, B. L. **Ocupação irregular em área de manancial**: Análise do programa de regularização fundiária do Guarituba – Município de Piraquara. 2010. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Curitiba.

BRASIL. **PAC2, Paraná – Balanço de 4 anos 2007 – 2010**. 2010. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/pac/relatorios/estaduais/parana-1/parana-balanco-de-4-anos>. Acesso em: 10 ago 2012.

COHAPAR. **Programa Direito de Morar – Guarituba**. Curitiba, 2007a.

\_\_\_\_\_. **Plano de Recuperação Ambiental e Urbanização do Guarituba**. Curitiba, 2007b.

\_\_\_\_\_. **PTTS – Projeto de Trabalho Técnico Social**. Curitiba, 2011.

COMEC. **Cadastro Metropolitano de loteamentos**. Curitiba, 1998.

FORTUNATO, R. A. **A Sustentabilidade Na Habitação De Interesse Social**. Estudos de caso em reassentamentos do Programa Minha Casa, Minha Vida no Núcleo Urbano Central da Região Metropolitana de Curitiba - municípios de Curitiba e Fazenda Rio Grande. 2014. Dissertação (Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento, Curitiba.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro, 2010.

IPARDES. **Indicadores dos municípios integrantes da região administrativa de Curitiba**. 2012. Disponível em: [http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/RA2\\_Curitiba.pdf](http://www.ipardes.gov.br/pdf/mapas/RA2_Curitiba.pdf). Acesso em: 06 ago 2012.

LIMA, C. A. **A ocupação de área de mananciais na região metropolitana de Curitiba**: do planejamento à gestão ambiental urbana-metropolitana. 2000. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

LIMA, C. A. Considerações sobre ocupações irregulares e parcelamento urbano em áreas de mananciais da região metropolitana de Curitiba-PR. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**. Curitiba, n.3, p. 97-114, 2001.

LIMA, C. A. **“A ocupação urbana em área de mananciais na RMC – Região Metropolitana de Curitiba: Uma análise da evolução do parcelamento do solo nos Municípios de Pinhais, Piraquara e São José dos Pinhais”**. In: MENDONÇA, F. Cidade, Ambiente e Desenvolvimento: abordagem interdisciplinar de problemáticas socioambientais urbanas de Curitiba e RMC. Editora UFPR, Curitiba, 2004.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável. **Manual de Obras Públicas Sustentáveis**. Belo Horizonte, 2008.

MINHA CASA MINHA VIDA. **Site oficial**. Disponível em: <http://www.minhacasaminhavid.gov.br>. Acesso em: 11 mar 2016.

NUNES, F. P. G. **Diretrizes de Ocupação de Baixo Impacto Ambiental para Áreas de Mananciais com a Aplicação do LiderA**: O Caso do Guarituba – Município Piraquara – Paraná. 2014. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Curitiba.

OLIVEIRA, A. Os grandes projetos urbanos como estratégia de crescimento econômico. **EURE (Santiago)**. Santiago, v. 39, n. 117 pp. 147-163, 2013.

PINDERHUGHES, R. **Alternative urban futures**: planning for sustainable development in cities throughout the World. Lanham, U.S.A.: ROWMAN & LITTLEFIELD PUBLISHERS, INC., 272p, 2004.

PINHEIRO, M. D. **LiderA – Sistema voluntário para a sustentabilidade dos ambientes construídos.**

Lisboa: Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, 2011. Disponível em: [http://lidera.info/resources/LiderA\\_Apresentacao\\_geral\\_2011\\_v1.pdf](http://lidera.info/resources/LiderA_Apresentacao_geral_2011_v1.pdf). Acesso em: 29 jul 2013.

PRESTES, M. F. **Indicadores de sustentabilidade em urbanização sobre áreas de mananciais: uma aplicação do barômetro da sustentabilidade na ocupação do Guarituba – Município de Piraquara – Paraná.** 2010. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal do Paraná, Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Curitiba.

RANDOLPH, R. **Do planejamento colaborativo ao planejamento “subversivo”:** reflexões sobre limitações e potencialidades de planos diretores no Brasil. In: IX COLOQUIO INTERNACIONAL DE GEOCRÍTICA, 2007. Porto Alegre. Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/9porto/rainer.htm>. Acesso em: 11 mar 2014.

VALVERDE, A. P. M. **Zonas Urbanas Sustentáveis - Eco-bairro da Boavista - Aplicando o LiderA.** 2010. Dissertação (Mestrado), Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa.

VASSALO, V. P. L.; FARINHA, J. M. **Critérios de avaliação para áreas urbanas sustentáveis.** In: CONGRESSO PLURIS 2010. Paper 331. Faro. 2010. Disponível em: <http://pluris2010.civil.uminho.pt/Actas/PDF/Paper331.pdf>. Acesso em: 01 ago 2013.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8988-8776>

**FERNANDA PEREIRA GREIN NUNES, M.Sc.** | Universidade Federal do Paraná - UFPR | Correspondência para: Av João Gualberto, 610 ap. 201C - Alto da Glória, Curitiba - PR, 80.030-000 | E-mail: [fernanda.grein@gmail.com](mailto:fernanda.grein@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3468-7536>

**CRISTINA DE ARAÚJO LIMA, Dra.** | Universidade Federal do Paraná - UFPR | Curitiba - PR - Brasil | Correspondência para: UFPR - Setor de Tecnologia - Dep. Arquitetura e Urbanismo - Campus Centro Politécnico - Av. Francisco Heráclito dos Santos, s/n - Bairro Jardim das Américas - 81531-980 | E-mail: [cristinadearaujolima@gmail.com](mailto:cristinadearaujolima@gmail.com)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

NUNES, Fernanda Pereira Grein; LIMA, Cristina de Araújo. Diretrizes de ocupação de baixo impacto ambiental para áreas de mananciais, aplicação do LiderA. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 27-40, 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.n3.27-40>.

**DATA DE ENVIO:** 18/07/2018

**DATA DE ACEITE:** 26/06/2019



# CERTIFICAÇÃO AMBIENTAL LEED: MAPEAMENTO EM SÃO PAULO

*LEED ENVIRONMENTAL CERTIFICATION: MAPPING IN SÃO PAULO*

---

**LUISA SAPIENZA PASSOS, M.Sc. | MACKENZIE**

**GILDA COLLET BRUNA, Dr. | FAU - USP**

## RESUMO

O presente estudo pretende problematizar a questão da sustentabilidade com um olhar direcionado às certificações ambientais na arquitetura, que se introduzem no mercado como um atestado e comprovante de uma postura ambientalmente correta. A certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) aparece como destaque no Brasil e a tipologia de edifícios corporativos é a de maior número dentre todas as categorias. O objetivo do estudo é compreender os critérios dessa certificação e a sua relevância dentro da organização urbana na cidade de São Paulo, para isso foram levantados todos os seus requisitos de pontuação, e todos os edifícios certificados, que por sua vez foram mapeados um a um para a compreensão da distribuição dessas edificações certificadas nos principais eixos urbanos corporativos de São Paulo: Avenida Paulista, Avenida Faria Lima, Avenida Engenheiro Luís Carlos Berrini e Avenida Nações Unidas.

**PALAVRAS CHAVE:** Sustentabilidade, LEED, Mapeamento de Edificações, Certificação Ambiental

## ABSTRACT

*The present study intends to problematize the question of sustainability with a focus on environmental certifications in architecture, which are introduced in the market as a certificate and proof of an environmentally correct posture. The LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) certification appears as a highlight in Brazil and the typology of corporate buildings is the largest in all categories. The objective of the study is to understand the criteria of this certification and its relevance within the urban organization in the city of São Paulo, for which all its scoring requirements and all certified buildings were surveyed, which in turn were mapped one by one to understand the distribution of these certified buildings in the main urban axes of São Paulo: Avenida Paulista, Faria Lima Avenue, Engenheiro Luís Carlos Berrini Avenue and Avenida Nações Unidas.*

**KEY WORDS:** Sustainability, LEED, Building Mapping, Environmental Certification





## 1. INTRODUÇÃO

A visão ambientalmente responsável surge como um processo e as discussões implementadas sobre esse assunto evoluem com a emblemática situação após a intensa industrialização no movimento moderno. A evolução desse pensamento pode ser observada com o aparecimento de encontros internacionais cada vez mais frequentes e abrangentes.

O processo de preocupação com o meio ambiente e busca de desenvolvimento sustentável destaca-se em 1968 com o Clube de Roma que, segundo Layrargues (1997), ocasionou inúmeros debates e continua possibilitando o aprimoramento da discussão sobre a necessidade de incorporar a todas as pessoas a preocupação com o planeta e as possíveis consequências de um consumo infinito em um planeta finito. Em 1972, foi concluído o relatório "Os Limites do Crescimento" que alertava que em 100 anos poderíamos ter os recursos naturais do planeta esgotados caso o consumo desenfreado da era industrial não fosse controlado, conforme observa-se na figura 01, que mostra graficamente as consequências dessa ação.

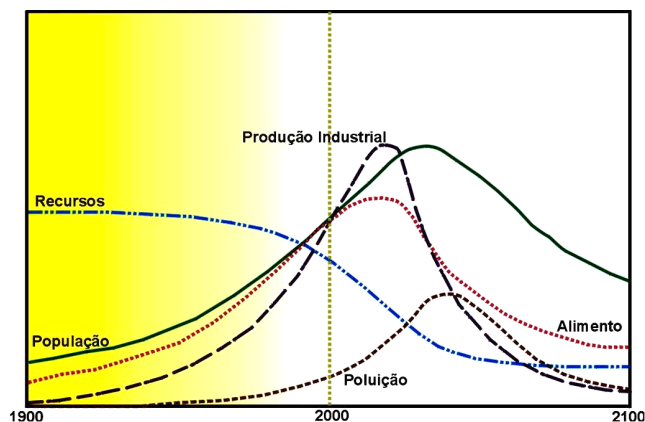


Figura 1 – Limites do crescimento  
Fonte: LEMOS, H. M. (2009).

Segundo Barbosa, Drach, Corbella (2012), as ideias de Lester Brown, analista de ambiente, são colocadas em evidência em 1980. Ele define a sustentabilidade como a capacidade de satisfazer as necessidades de uma sociedade sem comprometer o seu futuro. Em 1986, essa definição aparece com grande destaque no Relatório Brundtland, que redige uma importante análise sobre o conceito de sustentabilidade. Também conhecido como "Nosso Futuro Comum" (Our Common Future), esse documento foi publicado em 1987 e aponta uma série de medidas a serem tomadas pelos países para promover o desenvolvimento sustentável. "Em essência, o desenvolvimento sustentável é um processo de transformação no qual a exploração dos recursos, a direção dos investimentos, a

orientação do desenvolvimento tecnológico e a mudança institucional se harmonizam e reforçam o potencial presente e futuro, a fim de atender às necessidades e aspirações humanas", resume o Relatório Brundtland (1987).

Elkington (2011) formula, nos anos 80, o conceito de consumo verde, defendendo que os clientes e consumidores são ambientalmente exigentes. Em seus estudos, conclui que o caminho para um desenvolvimento sustentável deve ser algo balanceado que aconteça progressivamente e tenha o mundo empresarial envolvido, porém, salienta que as questões sociais fazem parte e não devem ser postas em segundo plano.

Tratando desse assunto, Elkington (2011) explica que os empresários têm um papel tão relevante quanto o governo, e quem irá vigiá-los serão os próprios consumidores, que estão cada vez mais conscientes. Fazendo a junção dessas ideias, ele cria o termo Capitalismo Verde, que após ser muito criticado, começa a ser absorvido e compreendido como fator relevante para um bom posicionamento e reconhecimento das grandes multinacionais, que introduzem a responsabilidade corporativa sustentável em seus escopos. Afirma que o conceito do Triple Bottom Line (Tripé da Sustentabilidade) possibilita conciliar os recursos e retornos financeiros, sociais e ambientais.

Segundo Costa e Morais (2013), a sustentabilidade é um conceito cada vez mais difundido e em paralelo a essa expansão surge a necessidade de legitimação na afirmação de empresas que se apresentam como sustentáveis. Por esse motivo surgem as certificações que se destacam como um atestado e comprovante de uma postura sustentável.

## 2. A CERTIFICAÇÃO LEED

A certificação LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) é direcionada às edificações sustentáveis, concebida pela USGBC (United States Green Building Council) e especificamente no Brasil é gerida pelo Green Building Council Brasil com membros de diversas áreas: Administradoras, Associações Profissionais, Autarquias, Empresas Públicas e Empresas de Economia Mista, Concessionária de Serviço Público, Construtoras, Escritórios de Arquitetura, Escritórios de Engenharia, Fabricantes de Equipamentos, Fabricantes de Materiais, Imobiliárias, Incorporadoras, Instituições de Ensino, Instituições Financeiras, Organização Social, Órgãos do Governo, Prestadores de Serviço, Produtores e Distribuidores de Materiais, Produtos com DAP, ACV e EPD e Varejistas ou Atacadistas.

Segundo Faria (2014), no Brasil, as cinco principais tipologias de edificações certificadas são escritórios, armazéns e centros de distribuições, produção industrial, varejo e

edifícios públicos; e os sistemas classificatórios mais procurados no Brasil resumem-se no de envoltória e núcleo central, nova construção, edifícios existentes com operação e manutenção, interiores comerciais e varejo. Os resultados das edificações são medidos em cinco áreas chaves: energia e atmosfera, água, resíduos, transporte e experiência humana.

A certificação LEED foi criada em 1998 com o objetivo de incentivar e reconhecer projetos ambientalmente responsáveis da construção civil, definindo a categoria de edifícios verdes a partir de uma padronização de categorização com um medidor comum, promovendo práticas de projeto e estimulando a concorrência verde. Assim sendo, essa certificação ambiental possibilitou sensibilizar o consumidor e mostrar para a população os diversos benefícios de uma construção verde, propagando a ideia da importância de um bom desempenho de um edifício ao longo de todo o seu ciclo de vida para transformar o mercado de construção e priorizar cada vez mais a vertente sustentável de projeto.

Para difundir essas ideias, inúmeros comitês foram criados ao longo dos anos, propagando os ideais dos tradicionais encontros internacionais e fazendo um levantamento dos maiores motivos para os 150 países optarem por utilizar essa certificação nos projetos arquitetônicos:

- a) Reconhecimento global
- b) Consideração do local de Construção
- c) Foco na redução do consumo d'água
- d) Ênfase na redução do consumo de energia
- e) Saúde e produtividade dos trabalhadores

As categorias de avaliação dessa certificação ambiental (espaço sustentável, eficiência do uso da água, energia e atmosfera, materiais e recursos, qualidade ambiental interna, inovação e processos, e crédito de prioridade regional) são comparadas pelas GBC Brasil (2017) com um organismo vivo, pois assim como o corpo humano, cada sistema possui uma diferente função, mas todos precisam trabalhar juntos para o corpo ter uma boa performance, nenhum pode operar isoladamente.

A última versão da Certificação Ambiental LEED é a V4, que passou a ser obrigatória a partir de outubro de 2016 e trouxe diversas atualizações técnicas de acordo com as mudanças do cenário contemporâneo dos projetos arquitetônicos. Novas versões são desenvolvidas em um período de 2 a 4 anos, isso impede que ela se torne um sistema ultrapassado de avaliação. Com a V4 novas restrições e exigências técnicas foram implantadas, destacando e evidenciando um cenário global e atendendo toda a diversidade de edificações que podem ser atendidas pela certificação.

Entre as principais mudanças da versão LEED V4 destacam-se, dentro de Espaços Sustentáveis, a nova pontuação para “Terrenos de Alta Prioridade” que prioriza projetos que promovem o desenvolvimento social; e pontuações com maior evidência para “Localização e Transporte”, onde são o acesso a pé e a partir de transporte público ou alternativo (como bicicletas) recebe atenção e prioridade. Dentro do Uso Eficiente da Água tornou-se obrigatória a medição do seu consumo e surgiu um acréscimo na pontuação dada ao gerenciamento da água da chuva.

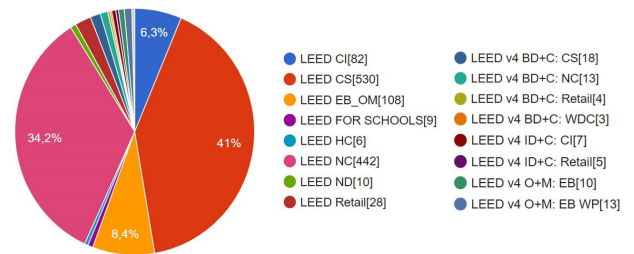
Para Energia e Atmosfera, a parte de eficiência energética recebeu um pré-requisito mais exigente, não só na escala da edificação, mas também na escala urbana. Já na categoria de Materiais e Recursos, tornou-se mais importante a percepção de todo o ciclo de vida de um material, dando novos créditos à produtos com DAPs (Declaração Ambiental de Produtos), e exigindo um Planejamento de Gerenciamento de Resíduos em paralelo com a Política Internacional de Resíduos Sólidos. Por último, a criação de uma categoria de Sinergia, que trata da visão da necessidade de esforços simultâneos e cooperação de trabalho, para pontuar a equipe de projeto que demonstre conhecer de forma profunda e completa todo o processo da certificação, deixando de ser um item de contratação posterior ao desenvolvimento de projeto onde o escritório de arquitetura emprega uma empresa para obter uma certificação após o desenvolvimento integrado de grande parte do partido arquitetônico. Essa nova versão trouxe maior escopo, melhor informação e priorizou um projeto e uma construção mais completa, envolvendo todo o ciclo de vida dos materiais, dos produtos e da própria edificação.

Na nova versão LEED V4, as sete categorias tradicionais classificatórias passam a ser organizadas em nove. A primeira trata-se do Projeto Integrado, que prioriza o desenvolvimento do projeto por uma equipe multidisciplinar, incentivando o trabalho em conjunto em todas as fases do projeto. A segunda categoria trata-se da Localização e Transporte, que impulsiona a escolha de terrenos em áreas estratégicas em locais urbanos bem desenvolvidos e densos, com possibilidade de transportes públicos e alternativos, evitando ao máximo o uso do carro. A terceira categoria Espaço Sustentável dá relevância à preocupação com o ecossistema em relação à implantação da edificação no terreno, tratando de fatores como ilhas de calor, áreas permeáveis, entre outros. A quarta é referente à Eficiência do Uso da Água, encorajando inovações para o seu uso racional e propondo alternativas para o seu reuso.

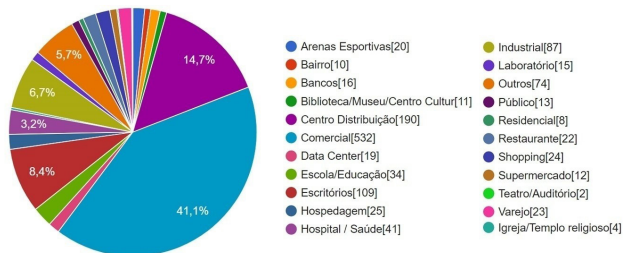
A quinta categoria Energia e Atmosfera busca eficiência energética a partir de simulações, medições, técnicas e maquinários modernos. A sexta categoria Materiais e Recursos promove o uso de materiais de baixo impacto, desde materiais regionais até materiais reciclados ou que possam ter um reuso futuramente. A sétima categoria Qualidade Ambiental Interna trata da qualidade específica de cada ambiente para o melhor conforto térmico de cada usuário, desde a qualidade do ar, até a sonora, visual e térmica. A oitava categoria Inovação e Processos busca medidas inovadoras e únicas não descritas na certificação ambiental LEED que possam ser acrescentadas ao processo de certificação. E, por último, a nona categoria Créditos de Prioridade Regional incentiva políticas e escolhas de acordo com a situação específica de cada país, o que anteriormente acabava sendo uma das maiores críticas dessa certificação, visto que cada local do mundo tem um clima diferente e um processo social e econômico distinto.

Na nova versão dessa certificação, alguns pontos novos foram sendo evidenciados justamente pelo avanço de tecnologias e descobertas de novas técnicas agregadas ao processo projetual dos arquitetos, segundo Weg (2017), a nova certificação LEED V4 ainda segue o conceito do Triple Botton Line, uma vez que defende que a sustentabilidade tem três áreas-chave: pessoa, planeta e lucro. Dessa forma, sendo destaque no cenário global e presente em 153 países, a certificação LEED está se tornando cada vez mais específica e detalhada, envolvendo diversas estratégias e fatores minuciosos para certificar um edifício de forma completa. Entre eles, por exemplo, as tintas e revestimentos que cada vez mais precisam se preocupar com os níveis de composto orgânico volátil, ou seja que possuem grande pressão de vapor e por isso vaporizam de forma mais intensa para a atmosfera. Além das tintas, outros diversos componentes dos projetos são levados em consideração: azulejos, alvenarias, madeira, isolamentos térmicos e acústicos, gesso, luminárias, vidros, entre outros.

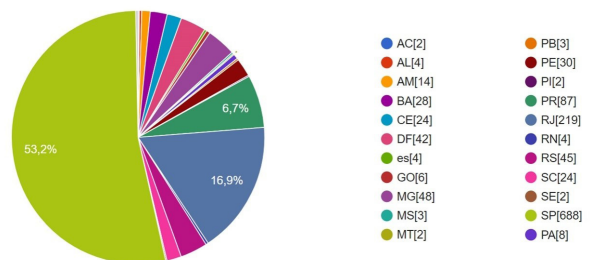
Abaixo, a GBC Brasil (2017) apresenta gráficos que demonstram que atualmente a categoria com maior número de certificações é a LEED BD+C Core and Shell, que certifica edifícios comerciais e corporativos, evidenciando a sua envoltória e núcleo central (Gráfico 01), totalizando 41% de todos os projetos no Brasil, em consequência esses edifícios passam a ser a tipologia com maior número de certificações (Gráfico 02), com uma maioria de 53,2% de edificações com registros LEED em São Paulo (Gráfico 03).



**Gráfico 1** – Registros de Certificação LEED por categoria  
 Fonte: GBC Brasil, 2017. Adaptado pela autora.



**Gráfico 2** – Registros de Certificação LEED por tipologia  
 Fonte: GBC Brasil, 2017. Adaptado pela autora.



**Gráfico 3** – Registros de Certificação LEED por Estado  
 Fonte: GBC Brasil, 2017. Adaptado pela autora.

Com esses fatores apresentados, entende-se a relevância que os edifícios corporativos têm no processo de certificação ambiental, por conseguinte, a pesquisa terá maior aprofundamento nessa tipologia. A versão V4 abrange todas as outras versões anteriores, então a sua análise engloba todas as antecedentes. A primeira categoria de estudo trata-se do Processo Integrado, que segundo a LEED V4 (2014), pode proporcionar um ponto no processo de certificação e busca um inter-relacionamento entre sistemas, que se inicia na fase de pré-projeto e permanece em todas as suas etapas, fazendo com que essa interdisciplinaridade agregue para o projeto uma abordagem completa e única para o processo de construção. Esse tratamento integrado envolve questões de energia, onde é feita uma análise a partir de uma modelagem, que avalie pelo menos duas questões da listagem a seguir: condições do terreno envolvendo o sombreamento e paisagismo, a massa térmica e a orientação do lote, os atributos básicos do envelope incluindo estudos

de fechamentos e vidros, os níveis de iluminação interno em relação ao externo, as faixas de conforto térmico, a quantidade e cargas de tomadas no layout do projeto, e parâmetros programáticos e operacionais para controle da futura manutenção do edifício.

Além da energia, é necessário fazer uma análise prévia do sistema hidráulico e seu respectivo orçamento, tentando reduzir ao máximo o uso e carga de água, principalmente potável. Assim, deve ser feita uma estimativa da demanda de água interna avaliando os dispositivos de vazão e descarga, a demanda de água externa incluindo o projeto paisagístico do local, a demanda de água de processo (cozinhas, lavanderias, torres de resfriamento e ar condicionado e outros equipamentos), e a avaliação das fontes de abastecimento, levando em consideração a utilização de água da chuva e água cinza, que se trata da água residual em algum projeto, por exemplo a água originada a partir de uma louça lavada, um banho tomado, entre outros. Assim, dentro desses fatores de energia e água são feitas documentações que comprovem esse estudo e análise, e que precisam demonstrar como esta ajudou nas decisões de projeto tomadas pelo escritório de arquitetura.

A segunda categoria dessa certificação é Localização e Transporte, que para o processo de certificação da tipologia LEED BD+C Core and Shell de edifícios corporativos é dividida em oito créditos, que podem gerar até 20 pontos. O primeiro crédito é a “Localização do Edifício no Bairro” que busca a introdução do edifício em bairros adequados, tentando melhorar a qualidade de vida de cada usuário e diminuir a utilização do carro como meio de transporte primordial. Como esse crédito pode dar de 8 a 20 pontos na certificação, os projetos que o obtém, deixam de requerer os outros créditos dentro da área de localização e transporte. O segundo crédito dessa categoria refere-se à Proteção de Áreas Sensíveis, que dá dois pontos para os projetos Core and Shell e abordam a importância de evitar empreendimentos em áreas e terrenos ambientalmente sensíveis, tendo a necessidade da área de projeção ser em um local desenvolvido previamente ou que não esteja próximo de planícies alagáveis, terras agrícolas, áreas com corpos d’água, regiões que contêm espécies ameaçadas de extinção, entre outros.

O terceiro crédito dá de 2 a 3 pontos para edifícios corporativos e concerne a “Locais de Alta Prioridade”, que segundo LEED V4 (2014), busca estimular a escolha de entornos com áreas pouco desenvolvidas, promovendo saúde e melhorias nos arredores do projeto, por exemplo, implantando o projeto em bairros históricos com vazios urbanos, perto de comunidades de baixa renda,

nas remediações de áreas contaminadas e em processo de tratamento, entre outros. O quarto crédito dá de 1 a 6 pontos para essa certificação, dependendo do caso, trata-se da “Densidade do Entorno e Usos Diversos”, que promove a implantação de projetos em áreas com infraestrutura existente e densidade ocupacional prévia, trazendo a possibilidade de se locomover a pé, introduzindo-se em locais com usos diversificados existentes seus arredores.

O quinto crédito é o “Acesso a Transporte de Qualidade” e também dá de 1 a 6 pontos para edificações Core and Shell, este instiga empreendimentos em locais com opções de transporte público, reduzindo a utilização de carros. Para ônibus, por exemplo, é feita uma análise tanto na distância do ponto até a entrada do empreendimento, que deve ser no máximo de 400 metros, até no número de pontos pela cidade e o número de viagens realizadas por dia. O sexto crédito diz respeito às “Instalações para Bicicletas” que dá um ponto para essas edificações e que além de tentar diminuir a quantidade de carros e as emissões de gases poluentes, buscam aprimorar a saúde pública com o incentivo de atividades físicas diárias, isto posto, o projeto precisa ter uma entrada funcional para as bicicletas com um depósito atrelado a um vestiário completo.

O sétimo crédito diz respeito à “Redução da Área de Projeção de Estacionamento” dando um ponto para as edificações Core and Shell com finalidade de minimizar o impacto da área edificada para estacionamentos, que acaba por incentivar a dependência por automóveis, consumir parte significativa do terreno e prejudicar o escoamento superficial da água da chuva pela diminuição da área permeável no projeto. Assim, esse crédito impede que o projeto exceda com estacionamento o mínimo necessário para cumprir o código local de demandas de vagas para estacionamento. Ainda referindo-se aos veículos, o último crédito dessa categoria, que também atribui um ponto a essa certificação, refere-se à “Veículos Verdes”, que busca uma redução de gases poluentes na atmosfera exigindo que 5% das vagas de estacionamento sejam destinadas para veículos verdes, que recebem 20% de desconto em estacionamentos tarifado. Para viabilizar a sua implantação é necessário ter instalado equipamentos de alimentação de veículos elétricos e abastecimento de combustíveis alternativos líquidos e gasosos.

A terceira categoria dessa certificação trata-se dos Terrenos Sustentáveis, que inicia o processo com um pré-requisito, ou seja, uma prática obrigatória, que atrelada aos créditos (recomendações) garantem pontos à edificação. O pré-requisito dessa categoria é a “Prevenção da Poluição na Atividade da Construção”, que busca controlar

a erosão do solo, a sedimentação de hidrovias e a poeira suspensa no ar, fazendo um plano de controle em todo o processo construtivo do edifício. Além desse pré-requisito, outros sete créditos podem ser selecionados para atingir até 11 pontos, dessa forma, o primeiro crédito é a “Avaliação do Terreno”, que concebe um ponto para edifícios corporativos, caso esses avaliem todas as condições do terreno antes do início do projeto para verificações completas sobre as opções sustentáveis e decisões de projeto. Para isso deve ser feita uma pesquisa e documentação completa sobre a topografia, hidrologia, clima, vegetação existente e presente nas proximidades, tipos de solo, uso humano e efeitos na saúde humana, sendo necessário que essa pesquisa demonstre que as estratégias de projeto se basearam no resultado dessa integrada investigação.

O segundo crédito dessa categoria, que pode dar de 1 a 2 pontos para edifícios na categoria de “Envoltória e Núcleo Central”, trata do Desenvolvimento do Terreno (Proteção ou Restauração do Habitat), que busca preservar as áreas naturais existentes ou restaurar áreas danificadas, usando vegetações nativas, restaurando solos danificados, entre outros. O terceiro crédito “Espaços Abertos” confere um ponto para essas edificações, incentivando a criação de espaços externos que evidenciem a interação social e com a natureza, sendo necessária a utilização de espaços abertos com uma extensão superior a 30% da área do terreno e no mínimo 25% desse espaço com vegetação (não contando áreas apenas com grama).

O quarto crédito dentro de Espaços Sustentáveis é a “Gestão de Águas Pluviais” que possibilitam a obtenção de 2 a 3 pontos e buscam reduzir o volume de escoamento superficial de água introduzindo no projeto a utilização da hidrologia natural do terreno, compreendendo as condições históricas do local. O quinto crédito é a “Redução de Ilhas de Calor”, que dá de 1 a 2 pontos para edifícios Core and Shell e buscam minimizar os efeitos em microclimas locais para uma redução significativa de ilhas de calor, para isso a vegetação é utilizada como principal aliada, evidenciando principalmente a utilização de telhados e paredes verdes naturais. O sexto crédito determina a “Redução da Poluição Luminosa” e consente um ponto, buscando em suma, aumentar o acesso ao céu noturno. Assim sendo, reduz os impactos do edifício à vida animal e as pessoas do entorno, principalmente a noite, a partir de diversas estratégias de iluminação para cima e transgressão de luz, fazendo avaliações e cálculos em cada espaço. O sétimo crédito produz um “Projeto do Inquilino e Diretrizes de Construção”, evidenciando a importância de todos os usuários estarem em harmonia com as

características sustentáveis do projeto e da certificação, para que esse possa se adaptar aos seus atributos e peculiaridades a partir de recomendações descritas e informativas de cada diretriz sustentável.

A quarta categoria dessa certificação diz respeito ao Uso Racional da Água, tendo três pré-requisitos e quatro créditos extras. O primeiro pré-requisito se trata da “Redução do Uso da Água no Exterior”, utilizando-se de estratégias hidráulicas para reduzir o consumo da água nos ambientes externos da edificação, como um paisagismo que não necessite de uma rega tão intensa, reduzindo pelo menos 30% do consumo comparado a um projeto comum. O segundo pré-requisito é a “Redução do Uso de Água do Interior”, evitando o desperdício de água e reduzindo o consumo dos usuários, para isso são feitos cálculos base de volume e vazão para diversos dispositivos, como os vasos sanitários, mictórios, torneiras, chuveiros, máquinas de lavar, e principalmente torres de resfriamento e condensadoras evaporativas. O terceiro pré-requisito, refere-se à “Medição de Água do Edifício”, incluindo a necessidade da gestão dessa água e constante necessidade de estar sempre buscando aprimorar o sistema identificando oportunidades de economias adicionais, instalando hidrômetros e compartilhando todos os dados de uso da água do edifício nos cinco anos seguintes do ganho da certificação.

Em relação aos créditos, essa categoria pode receber até 11 pontos, o primeiro crédito Redução do Uso de Água Exterior, que dá de um a dois pontos, busca reduzir no mínimo 50% do consumo de água nos ambientes externos, 20% a mais do que o que é necessário no pré-requisito. O segundo crédito, por sua vez, dá de um a seis pontos e se trata da Redução do Uso de Água no Interior, recebendo 1 ponto por reduzir 25%, 2 pontos por reduzir 30%, 3 pontos por reduzir 35%, 4 pontos por reduzir 40%, 5 pontos por reduzir 45% e 6 pontos por reduzir 50% ou mais. O terceiro crédito diz respeito especificamente ao Uso de Água de Torre de Resfriamento, possibilitando a obtenção de um a dois pontos, assim sendo, este tem o objetivo de “conservar a água usada para reposição da torre de resfriamento enquanto se controla micróbios, corrosão e crostas no sistema de água do condensador” (LEED V4, 2014). E por último, o quarto crédito que dá um ponto para edifícios corporativos Medição de Água, trata-se da instalação de hidrômetros para no mínimo dois subsistemas a seguir: irrigação, dispositivos e conexões hidráulicos internos, água quente para uso interno, água recuperada e água de outros processos.



A quinta categoria Energia e Atmosfera possui quatro pré-requisitos e sete créditos, podendo atingir até 33 pontos. O primeiro pré-requisito, ou seja, a primeira obrigatoriedade dessa área da construção, é o “Comissionamento Fundamental e Verificação”, que se trata da necessidade de realizar um projeto, uma construção e a futura operação e manutenção de um edifício que verifique os fatores de consumo de energia. O segundo pré-requisito trata-se do “Desempenho Mínimo de Energia”, que busca reduzir os prejuízos ambientais e econômicos do gasto excessivo de energia na edificação, a partir de uma simulação de energia em todo o edifício que demonstre uma melhoria de 2% do projeto inicial. O terceiro pré-requisito é a “Medição de Energia do Edifício”, ressaltando a necessidade de instalar medidores de energia que possibilitem o seu gerenciamento e avaliem se existe a possibilidade de maiores reduções. E por último, o quarto pré-requisito “Gerenciamento Fundamental de Gases Refrigerantes”, que busca reduzir o esgotamento do ozônio estratosférico, deixando de utilizar ar condicionado a base de clorofluorcarbono.

O primeiro crédito dessa categoria para edifícios LEED Core and Shell é o Comissionamento Avançado, que pode dar de dois a seis pontos dentro da certificação, sendo uma complementação do pré-requisito onde o projeto atende aos requisitos de projeto do proprietário de energia, em todas as fases do edifício, projeto, construção e operação. O segundo crédito é a Otimização de Desempenho Energético, que alcança níveis de economia de energia além da norma do pré-requisito, podendo dar de 1 a 18 pontos de acordo com a sua porcentagem de redução.

O terceiro crédito é a Medição de Energia Avançada, que dá um ponto dentro da certificação e apoia a gestão de energia em todas as fontes do edifício, em edificações corporativas inclusive são colocados medidores específicos para futuros inquilinos, para que essa medição possa ser feita individualmente em cada empresa alocada. O quarto crédito diz respeito a Resposta à Demanda, que resulta de um a dois pontos para a certificação e incentiva o aumento na utilização de tecnologias e programas de resposta a demanda, que se adaptam às mudanças de carga. O quinto crédito Produção de Energia Renovável fornece de um a três pontos para o edifício Núcleo e Envoltória a busca reduzir os prejuízos ambientais associados ao uso de energia elétrica a partir da implementação de sistemas de geração de energia alternativa renovável, como a energia solar. O sexto crédito dá um ponto para a certificação e trata-se do Gerenciamento Avançado de Gases Refrigerantes, que introduz a necessidade do uso de um ar condicionado de baixo impacto, sendo necessário realizar

todos esses estudos para viabilizar essa alternativa. E por último, o sétimo crédito que concede de um a dois pontos para a edificação, Energia Verde e Compensações de Carbono, que busca incentivar a redução de emissões de gases do efeito estufa a partir de tecnologias renováveis.

A sexta categoria diz respeito aos Materiais e Recursos, podendo introduzir até 14 pontos a edificação, a partir de dois pré-requisitos e cinco créditos livres. Os pré-requisitos são o “Depósito e Coleta de Materiais Reciclados”, com áreas dedicadas estritamente a isso, e o “Plano de Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição”, que é aplicado na fase de obra do edifício, com um plano de gestão, metas de reaproveitamento de resíduos, estratégias de reaproveitamento e um relatório final detalhado dos resultados desse processo. Dessa forma, o primeiro crédito obrigatório para edificações corporativas é a “Redução do Impacto do Ciclo de Vida do Edifício”, que concede de dois a seis pontos para a obtenção da certificação, introduzindo um incentivo formal ao reuso adaptável de produtos e materiais dentro da edificação a partir de quatro opções: reutilizar a estrutura, o envelope e elementos de um edifício histórico, reformar um edifício abandonado ou deteriorado, recuperar matérias de construção de um edifício, e para novas construções, avaliar todo o ciclo de vida do edifício de forma a demonstrar uma redução de no mínimo 10% de gastos desnecessários com materiais.

O segundo crédito, que dá de um a dois pontos para os edifícios Core and Shell, é a “Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Declarações Ambientais de Produto”, utilizando produtos e materiais que tenham declaração ambiental, em fabricantes que estejam de acordo com uma política sustentável. O terceiro crédito é a “Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Origem de Matérias-Primas”, que possibilita a obtenção de um a dois pontos e recompensa a utilização de produtos comprovadamente extraídos de maneira responsável com o meio ambiente, como por exemplo, materiais de reuso ou reciclados, madeiras certificadas, materiais de base biológica, produtores com responsabilidade sustentável e produtos que possibilitem um relatório de origem e extração de matérias-primas. O quarto crédito também dá de um a dois pontos para a certificação e trata-se da “Divulgação e Otimização de Produto do Edifício – Ingredientes do Material”, que recompensa os fabricantes de matéria-prima que fabricam produtos que comprovadamente melhoram seus impactos no ciclo de vida e que minimizam o uso e a geração de substâncias perigosas. Por último, o quinto crédito Gerenciamento da Construção e Resíduos de Demolição,



que para edifícios Core and Shell, verificam de um a dois pontos, tratando da redução dos resíduos no momento de construção e demolição do edifício, utilizando-se de um relatório consistente de peso ou volume.

A sétima categoria Qualidade do Ambiente Interno, que pode resultar em até 10 pontos para a certificação, tendo dois pré-requisitos obrigatórios e cinco créditos flexíveis. O primeiro pré-requisito é o “Desempenho Mínimo da Qualidade do Ar Interno”, buscando o mínimo de conforto e bem-estar para o usuário e o segundo é o “Controle Ambiental da Fumaça de Tabaco”, proibindo o fumo dentro do edifício e em áreas externas em geral, determinando um espaço específico designado para esse uso. O primeiro crédito “Estratégias Avançadas de Qualidade do Ar Interior”, que dá de um a dois pontos para a certificação, busca promover o conforto a partir de estratégias aprimoradas, principalmente no quesito de ventilação, introduzindo aprimoramentos nos espaços ventilados mecanicamente, naturalmente e de modo misto. O segundo crédito dessa categoria diz respeito a “Materiais de Baixa Emissão”, que concede de um a três pontos para edifícios Core and Shell e buscam reduzir as concentrações de contaminantes químicos, como em tintas, revestimentos, colas, pisos, madeiras, isolantes térmicos e acústicos, móveis, entre outros, de modo a evitar materiais que prejudiquem a qualidade do ar e saúde humana.

O terceiro crédito “Plano de Gerenciamento da Qualidade do Ar Interior na Construção” acresce um ponto na certificação implementa um plano de gestão detalhado para todas as fases do edifício, desde a sua construção até a sua ocupação. O quarto crédito “Luz Natural” concede de um a três pontos para edifícios corporativos e trata-se da necessidade do usuário estar conectado com o exterior do edifício, assim sendo a busca pela exposição à luz solar. E o quinto e último crédito, as “Vistas de Qualidade”, que dão um ponto para a certificação e introduzem a necessidade de alcançar 75% da área do piso com vidraças para a área externa.

A oitava categoria da certificação LEED BD+C Core and Shell V4 é a de Inovação, que introduz cinco pontos pelo crédito de Inovação e utilização de diretrizes e estratégias projetuais nunca abordadas anteriormente, e um ponto pelo Profissional Acreditado LEED, que incentiva a participação na equipe de projeto de no mínimo uma pessoa com especialidade adequada para a obtenção daquela certificação, uma vez que muitos projetos acabam optando por terceirizar o processo de selos ambientais.

E, por último, a nona categoria Prioridade Regional, que oferece de um a quatro pontos para edifícios corporativos e incentiva a adaptação do projeto na especificidade da região onde ele é implantado, de acordo com a política, sociedade e geografia do local.

### 3. MAPEAMENTO DAS EDIFICAÇÕES

Para compreender as certificações em São Paulo, o estudo de sua inserção na cidade é um dos aspectos que determina a sua relevância e crescimento. Foi desenvolvido um mapa (Figura 02) onde cada um dos edifícios certificados LEED BD+C Core and Shell foram distribuídos, e observou-se que esses estão nos principais eixos corporativos de São Paulo, incluindo a Avenida Paulista, a Avenida Faria Lima, a Avenida Berrini e Avenida das Nações Unidas, de crescimento metropolitano (LIMA, 2004).

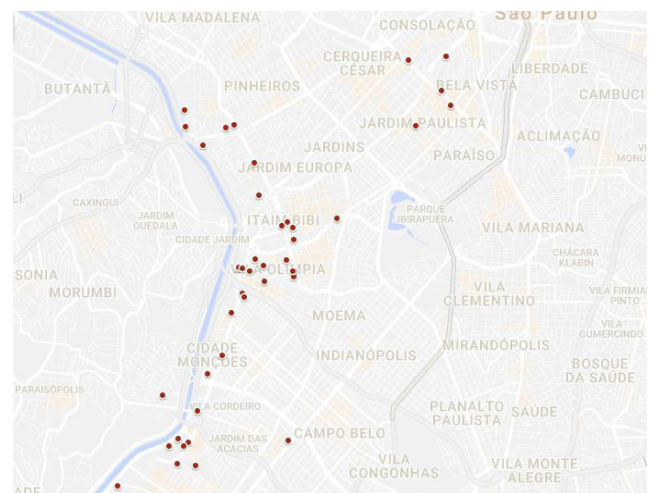
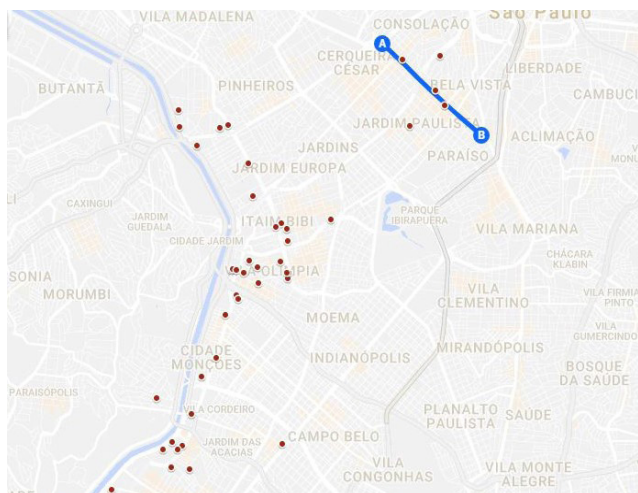
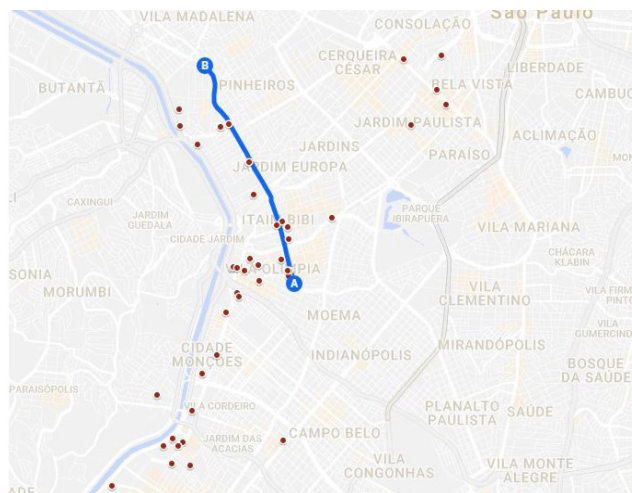


Figura 2 – Mapeamento de Edifícios Certificados LEED BD+C Core and Shell  
Fonte: Da autora.

A primeira Avenida que recebeu destaque nesse mapeamento foi a Avenida Paulista, que desde o final do século XIX foi considerada um dos principais centros financeiros da cidade, abrigando uma quantidade significativa de bancos, hospitais, consulados, empresas, hotéis, restaurantes, centros culturais e educacionais, e conhecida pela quantidade significativa de marcos arquitetônicos em toda sua extensão, como o MASP (Museu de Arte de São Paulo), o Conjunto Nacional, o edifício da FIESP (Federação das Indústrias do Estado de São Paulo), entre outros. Dessa forma, segundo Bonametti (2006), a Avenida Paulista ergueu-se em um momento onde a elite paulistana procurava distanciar-se do centro da cidade, e os barões do café procuravam estabelecer-se no novo ícone de poder econômico da cidade de São Paulo.

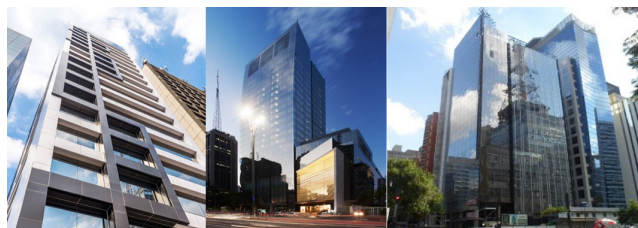


**Figura 3** – Mapeamento de Edifícios Certificados na região da Avenida Paulista  
**Fonte:** Da autora.



**Figura 5** – Mapeamento de Edifícios Certificados na região da Avenida Faria Lima  
**Fonte:** Da autora.

Conforme observa-se na Figura 03, por se tratar de uma avenida tradicional e antiga na cidade de São Paulo, o número de edificações LEED BD+C, que certificam projetos e construções de novos edifícios não é tão grande, uma vez que a maior parte das edificações certificadas nessa região são LEED O+M, que se trata da operação e manutenção de edifícios existentes com grande potencial para reverter o cenário em que anteriormente estes lidavam com a sustentabilidade, remediando impactos ambientais, sem ter que demolir a edificação. Dessa forma, são três principais edifícios com a certificação LEED BD+C CS na Avenida Paulista (figura 04): o edifício Paulista 2028 de Athié Wohnrath, a Torre Matarazzo e Shopping Cidade de SP de Aflalo e Gasperini e o Edifício Paulista 867, também do escritório Aflalo e Gasperini.



**Figura 4** – Edifícios Paulista 2028, Torre Matarazzo e Edifício Paulista 867  
**Fonte:** Da autora.

Além da Avenida Paulista, observa-se um grande número de edificações certificadas na Avenida Brigadeiro Faria Lima (figura 05), que teve o início de sua construção na segunda metade dos anos 1960 e sua inauguração em abril de 1970, sendo até hoje uma avenida marcante na cidade de São Paulo, com pontos importantes como o Shopping Iguatemi, o Museu da Casa Brasileira, o Esporte Clube Pinheiros, o Edifício Dacon, e outros diversos pontos que atraem diariamente paulistanos e turistas aos seus arredores.

Essa avenida foi idealizada a partir do alargamento da Rua Iguatemi e atualmente é um dos maiores polos financeiros e corporativos de São Paulo, tendo passado pela OUF (Operação Urbana Faria Lima), que deu início à expansão da avenida e resultou no surgimento de novos diversos empreendimentos potenciais de desenvolvimento:

“A Operação Urbana Consorciada Faria Lima (Lei 11.732/1995) compreende 650 hectares e está situada na região sudoeste do município de São Paulo. Tem por objetivos principais reorganizar os fluxos de tráfego particular e coletivo ao implantar o prolongamento da avenida Faria Lima interligando-a às avenidas Pedroso de Moraes e Hélio Pelegrino até alcançar a avenida República do Líbano, além de construir terminal multimodal junto a estações da CPTM e Metrô. Também são objetivos importantes da Operação promover a reurbanização do Largo da Batata e urbanizar as favelas em seu perímetro, ou entorno imediato. Sua adequação ao Estatuto da Cidade resultou na Lei 13.769/04. (Prefeitura de São Paulo, 2010).”

Dessa forma, a Avenida Brigadeiro Faria Lima se tornou ao longo dos anos um dos eixos corporativos com maior evidência em São Paulo, dentre as edificações certificadas LEED BD+C Core and Shell dessa região, pode-se destacar o Edifício The One do arquiteto Itamar Berezin, o Edifício FL4440 do escritório Collaço e Monteiro Arquitetos Associados e o Edifício FL Corporate 4300 do Aflalo e Gasperini, o edifício Horácio Lafer do escritório MCAA Arquitetos, o edifício Pátio Victor Malzoni de Botti Rubin, o edifício Faria Lima 3500 onde localiza-se o Itaú BBA, do escritório KOM Arquitetura e Planejamento, entre outros.



Esses edifícios (figura 06) refletem com clareza a arquitetura de edifícios corporativos contemporâneos em São Paulo, que segundo Guerreiro (2010), destacam-se na paisagem como enormes prismas de vidro, como brilhantes cristais feitos a partir de formas geométricas. São diversas características em comum, além da certificação ambiental que identificam essa tipologia de edifícios, desde a sua tonalidade, os seus materiais, até a sensação que se tem ao se aproximar desses grandes objetos, entrar pelas enormes portas metálicas envidraçadas, e observar a grandeza do espaço do Hall de entrada com piso de mármore, pé direito alto e inúmeras catracas.

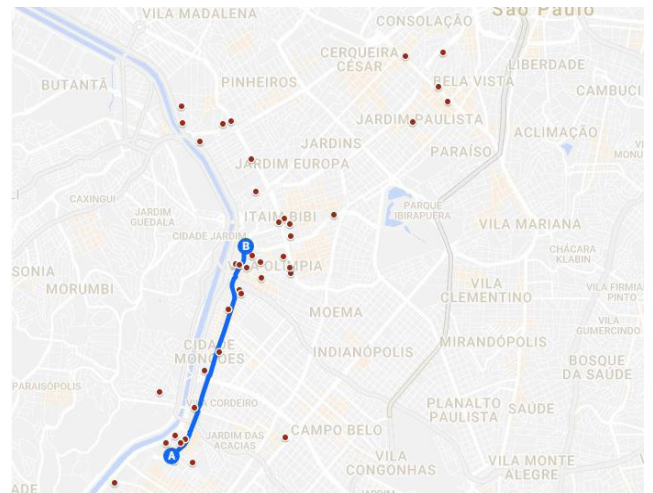
De fato, a estética desses edifícios luxuosos tende a ser um marco na paisagem, que procuram transmitir respeito e imponência para as grandes empresas que se alocam em seus espaços, e que ao mesmo tempo, procuram passar uma imagem de tecnologia, atualidade atrelada com a sustentabilidade e uma postura ecologicamente correta. Dessa forma, “esses fatores conformam um cenário no qual esta arquitetura ganha novos papéis, principalmente no que concerne à representação do capital” (GUERREIRO, 2010, pg. 11), assim, a arquitetura é parte de um negócio e seu destaque na cidade busca satisfazer não só as necessidades do usuário, mas todas as expectativas do empreendedor, viabilidade do negócio e retorno financeiro.



**Figura 6** – Edifícios corporativos na Avenida Brigadeiro Faria Lima  
**Fonte:** LEED BD+C Core and Shell.

Outro eixo corporativo observado com um volume significativo de edifícios certificados LEED BD+C Core and Shell é a Avenida Engenheiro Luís Carlos Berrini (Figura 07), localizada na Zona Sudoeste de São Paulo, no bairro do Brooklin Novo, que teve seu início de desenvolvimento em 1975, com a necessidade de grandes empresas e multinacionais procurarem outras regiões

para se alocarem, visto que o aluguel na Avenida Paulista estava cada vez maior pela sua grande valorização. Segundo Bratke (1992), “no início a Avenida Berrini era uma avenida ligando nada a lugar nenhum”, e aos poucos essa avenida foi ganhando reconhecimento e passou a atrair investimentos públicos, dando início à grandes projetos arquitetônicos e evidenciando-se como um centro econômico promissor, palco de inúmeros projetos certificados LEED BD+C Core and Shell, que certifica a envoltória e o núcleo central de edificações corporativas.



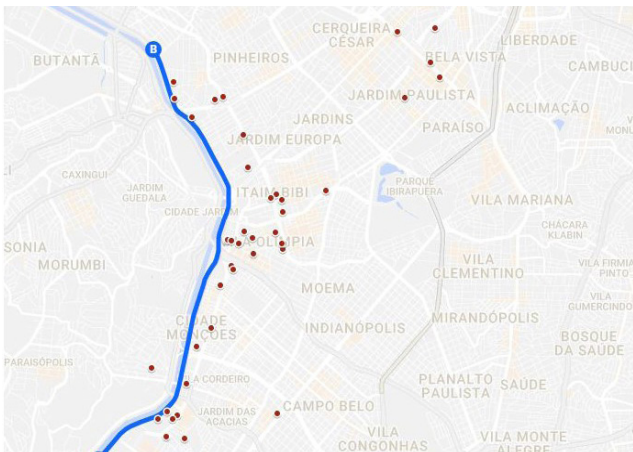
**Figura 7** – Mapeamento de Edifícios Certificados na região da Avenida Engenheiro Luís Carlos Berrini  
**Fonte:** Da autora.

Enquadrando-se nos padrões de edifícios de escritórios do século XXI, a Berrini vai sendo preenchida aos poucos por esses volumes envidraçados, verticais e imponentes, com plantas flexíveis, e segundo Guerreiro (2010), um padrão que busca alta performance, aparência sempre polida demonstrando limpeza, amplitude e iluminação, buscando um ambiente agradável que melhore a produtividade do trabalhador. Dessa forma, essa tipologia apresenta similaridade construtiva, onde claramente observa-se que o “Core” trata-se de uma estrutura em concreto, e o “Shell” de materiais mais leves, como o alumínio e o vidro, assim, entre os edifícios da avenida Engenheiro Luís Carlos Berrini (e em sua continuação na Avenida Doutor Chucri Zaidan) aparecem diversos edifícios certificados LEED BD+C Core and Shell (figura 08), entre eles pode se destacar o Edifício EZ Towers do arquiteto Carlos Ott, a Torre Z de PickardChilton e Pontual Arquitetura, o Edifício Eco Berrini no escritório Aflalo e Gasperini, entre outros.



**Figura 8** – Edifícios certificados Av. Berrini, EZ Towers, Torre Z, Edifício Eco Berrini  
**Fonte:** LEED BD+C Core and Shell.

O último eixo corporativo observado com o mapeamento dos edifícios certificados é a Avenida das Nações Unidas (Figura 09) polo econômico com maior crescimento atualmente, que margeia o Rio Pinheiros e faz parte de uma das principais vias da cidade de São Paulo, a Marginal Pinheiros, juntamente com a Avenida Engenheiro Billings, a Avenida Magalhães de Castro, a Avenida Major Sylvio de Magalhães Padilha, Avenida Doutora Ruth Cardoso e a Avenida Guido Caloi.



**Figura 9** – Mapeamento de Edifícios Certificados na Avenida das Nações Unidas  
**Fonte:** Da autora.

A partir dos anos 1980, a Avenida das Nações Unidas passou a atrair grandes investimentos e os projetos divulgados nessa região aumentaram significativamente, dentre eles, inúmeros edifícios com certificações ambientais LEED, dentre eles o W Torre Morumbi do escritório Aflalo e Gasperini, Torre Sucupira, parte do Parque da Cidade, também do escritório Aflalo e Gasperini, o Espaço Empresarial Nações Unidas (EENU Corporate), projetado por MCAA Arquitetura. Além dos edifícios selecionados para os estudos de caso mais específicos, com certificações de diferentes níveis, Silver, Gold e Platinum, respectivamente o W Torre Nações Unidas de Edo Rocha, o Rochavérá Corporate Towers de Aflalo e Gasperini e o edifício Eldorado Corporate Tower também do escritório Aflalo e Gasperini (figura 10).



**Figura 10** – Edifícios corporativos na Avenida das Nações Unidas  
**Fonte:** LEED BD+C Core and Shell.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise detalhada de todo o Sistema de Certificações LEED, compreendendo seu histórico e da sua aplicação atualmente da sua última versão com foco direcionado aos edifícios corporativos em São Paulo, traz um entendimento de todas as categorias e créditos dessa certificação para visualização do método de avaliação desse sistema e as exigências deste em um projeto arquitetônico. Assim, essa análise compreende todos os pré-requisitos obrigatórios e créditos livres dentro das categorias de Processo Integrado, Localização e Transporte, Terrenos Sustentáveis, Uso Racional da Água, Energia e Atmosfera, Materiais e Recursos, Qualidade do Ambiente Interno, Inovação, e Prioridade Regional.

O mapeamento detalhado de todos os edifícios corporativos em São Paulo que possuem certificações LEED aparece como uma ferramenta de análise dos eixos urbanos corporativos e a relação desses projetos com a cidade e a sociedade, compreendendo a priorização por esse tipo de certificação em edifícios com classificação LEED BD+C CS (ou seja, novas construções com certificação de envoltória e núcleo central), onde estão localizadas as edificações corporativas em estudo, prédios de múltiplos usuários e que o empreendedor não tem responsabilidade pelos projetos da área interna de cada unidade. Dessa forma, segundo Gianoni (2015), os arquitetos contemporâneos tem cada vez mais consciência de que o mercado e a população estão exigem projetos sustentáveis e estes precisam das certificações para legitimar essa postura.

## REFERÊNCIAS

- AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. O desafio da sustentabilidade na construção civil. Série Sustentabilidade – Volume 5. 1ª edição. São Paulo: Editora Blucher. 2011.
- ARAÚJO, Márcio Augusto. A Moderna Construção Sustentável. Ipatinga, 2010.
- BARBOSA, Gilese Silva; Drach, Patricia R. C.; Corbella, Oscar. Sustentabilidade Urbana e Desenvolvimento Sustentável: uma discussão em aberto. Juiz de Fora, 2012
- BERNARDIN, Pascal. O Império Ecológico ou a subversão da ecologia pelo Globalismo. Paris. Vide Editorial, 1998.
- Centro de Tecnologia de Edificações. Eldorado Business Tower é o primeiro edifício certificado Leed Platinum da América Latina. São Paulo, 2009.
- COSTA, E.; MORAES, C. S. B. Construção Civil e Certificação Ambiental: Análise Comparativa das Certificações LEED e AQUA. Espírito Santo do Pinhal. 2013.
- DUARTE, Natalie Costa; KOHL, Claudia Adriana; SILVA, Cristine Santos de Souza; CONTI, Cristiano. Comparativo dos Requisitos LEED e AQUA para Certificação Ambiental de Edificações. Porto Alegre. Instituto Venturi, 2016.
- EDWARDS, Brian. O Guia Básico para a Sustentabilidade. Segunda Edição. Londres: Editora Riba Enterprises, 2005.
- ELKINGTON, John. Canibais com Garfo e Faca. Edição Histórica de 12 anos. São Paulo: Editora M Books, 2011.
- Estratégias para conseguir a certificação LEED v4, 2017. Disponível em: <http://www.weg.net/tomadas/blog/sustentabilidade/certificacao-leed-v4/>. Acesso em: 06/05/2018.
- FARIA, Felipe. LEED In Motion: Brazil. Material Didático. 2016. Disponível em: <https://readymag.com/usgbc/brazil2016/>. Acesso em 10/05/2017.
- FIGUEIREDO, Erika Ciconelli. Abordagem Sustentável da Luz Natural. Tese de Doutorado. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2011.
- FIGUEIREDO, Newton. Arquitetura Sustentável e a importância dos Selos Verdes, <<http://www.forumda-construcao.com.br/conteudo.php?a=23&Cod=694>>, São Paulo, 2016. Disponível em 01/03/2017.
- FIGUEIROLA, Valentina N. Projeto de iluminação do escritório da construtora Gafisa segue as recomendações da certificação LEED. Edição 170, 2008.
- FOELKEL, Celso. Rotulagem Ambiental ou Selos Verdes. Porto Alegre, 2014. Material Didático.
- Galeria da Arquitetura. Edo Rocha Arquitetura. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://www.galeriadaarquitetura.com.br/escritorio-de-arquitetura/a-p/edo-rocha-arquitetura/25409/>. Acesso em 10/03/2018.
- GAUZIN-MÜLLER, Dominique. Arquitetura Ecológica. São Paulo: Editora SENAC, 2011. Colaboração: FAVET, Nicolas; MAES, Pascale. Tradução: SOUZA, Celina Olga. GBC Brasil. 2017. Disponível em: <http://www.gbcbrazil.org.br/sobre-certificado.php>. Acesso em 01/04/2018
- GONÇALVES, Joana Carla Soares; BODE, Klaus. Edifício Ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- GUERREIRO, Isadora. Arquitetura-Capital: A Funcionalidade dos Edifícios Corporativos Paulista. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- JOURDA, Françoise-Hélène. Pequeno Manual do Projeto Sustentável. São Paulo: Editora G. Gili, 2009.
- KOTLER, Philip; KARTAJAYA, Hermawan; SETIAWAN, Iwan. Marketing 3.0. São Paulo: Editora Elsevier, 2010.
- LAYRARGUES, P. P. Do ecodesenvolvimento ao desenvolvimento sustentável: evolução de um conceito? São Paulo, 1997.
- LEED v4 UserGuide | U.S. Green Building Council. São Paulo, 2018.
- LE PRESTRE, P. Ecopolítica Internacional. São Paulo: Editora SENAC, 2000.
- LEMONS, H. M. O Desenvolvimento Sustentável na Prática. Material Didático. 2009. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/loracruz/o-desenvolvimento-sustentavel-na-prtica-pnuma>. Acesso em 03/05/2017.
- MOURA, Éride. Fachada inteligente: Soluções inéditas garantiram eficiência energética e manutenção facilitada a novo edifício comercial em São Paulo. São Paulo, 2007.
- PINOTTI, Rafael. Educação Ambiental para o Século XXI: No Brasil e no Mundo. Primeira Edição. São Paulo: Editora Blucher, 2010.
- PONCE, Alfonso. Arquitetura regional e sustentável. São Paulo, 2008.
- ROAF, Susan. Ecohouse: A casa ambientalmente Sustentável. Porto Alegre: Editora Bookman, 2006.
- ROCHA, Edo. O Conforto na Arquitetura e no Design. Essencial Idea. São Paulo, 2016
- ROSSO, Maria Silvana. Os segredos da plataforma BIM, os softwares disponíveis e suas principais características. Edição 208, 2011.
- SANTOS, Mariana Feres dos. Construções com Certificações LEED no Brasil: O Caso do Eldorado Business Tower. Dissertação de Mestrado. Universidade Presbiteriana Mackenzie. São Paulo, 2012.
- SERRADOR, Marcos Eduardo. Sustentabilidade em arquitetura: referências para projeto. Dissertação de



Mestrado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

SILVA, Christian Luiz da. Desenvolvimento Sustentável: Um Modelo Analítico integrado e Adaptativo. Rio de Janeiro: Editora Vozes, 2006.

SILVA, Graziela; BARROS, Bianca; OLIVEIRA, Luciano. Com dupla função, steel deck racionaliza e acelera a obra. São Paulo, 2015. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/steel-deck>. Acesso em: 18/04/2018.

VEIGA, José Eli da. Sustentabilidade: Legitimação de um Novo Valor. São Paulo: Editora SENAC, 2010.

WALISIEWICZ, Marek. Energia Alternativa: A Busca das Fontes Renováveis. São Paulo: Editora Publifolha, 2002.

WPC do Brasil. O que é ACM e quais as vantagens deste tipo de fachada. São José do Rio Preto, 2016. Disponível em: <http://www.wpcdobrasil.com.br>. Acesso 18/04/2018.

WTORRE Nações Unidas, cuidados sustentáveis. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/wtorre-nacoes-unidas-cuidados-sustentaveis>. Acesso em 27/02/2018.

YUBA. A. N. Análise da pluridimensionalidade da sustentabilidade da cadeia produtiva de componentes de madeira de plantios florestais. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos, São Carlos, 2005

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1693-1040>

**LUISA SAPIENZA PASSOS, M.Sc.** | Universidade Presbiteriana Mackenzie | Arquitetura e Urbanismo | São Paulo, SP - Brasil | Correspondência Rua Dom Paulo Pedrosa, 971, apartamento 54, Morumbi, São Paulo - SP 05687-002 | E-mail: [luisa\\_passos@hotmail.com](mailto:luisa_passos@hotmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5242-6714>

**GILDA COLLET BRUNA, Dr.** | Doutor pela FAU USP em 1973; Livre-Docente pela USP em 1980; Prof. Titular USP em 1987. No Mackenzie sou Professor Adjunto Pleno. Cortespondência: Rua João Pimenta 72, ap. 91, Cep 04736-040 São Paulo, SP. - [gildacbruna@gmail.com](mailto:gildacbruna@gmail.com)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

PASSOS, Luisa Sapienza; BRUNA, Gilda Collet. Certificação ambiental LEED: Mapeamento em São Paulo. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 41-54, jul. 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.n3.41-54>.

**DATA DE ENVIO:** 09/09/2018

**DATA DE ACEITE:** 26/06/2019





# ENSAIOS POTENCIAIS PARA AVALIAÇÃO DA DURABILIDADE DO BAMBU EM EDIFICAÇÕES: BUSCA SISTEMÁTICA

POTENTIAL TESTS FOR DURABILITY EVALUATION OF BAMBOO BUILDINGS: SYSTEMATIC SEARCH

ANDREA JARAMILLO, Dra. | UTE

HÉLIO FERENHOF, Dr. | UFSC

ÂNGELA DO VALLE, Dra. | UFSC

LISIANE LIBRELOTTO, Dra. | UFSC

## RESUMO

O bambu é um material de construção de origem orgânica e possui baixa durabilidade natural. É importante avaliar elementos construtivos e edificações em uso que incorporem este material para conhecer o impacto real dos diferentes fatores bióticos e abióticos em sua durabilidade. Pesquisas dessa natureza são incipientes para o bambu, portanto é necessário conhecer técnicas usadas para a avaliação de outros materiais como as madeiras, com o objetivo de analisar a possibilidade de sua adaptação e ajuste para aplica-los nas construções com bambu. Como ponto de partida foi desenvolvido este estudo, cujo objetivo é revisar a literatura existente por meio de uma busca sistemática, para identificar os conceitos e metodologias que possuem possibilidades de aplicação, na avaliação da durabilidade do bambu em edificações em uso. Para o levantamento e análise dos dados foi usado o método Systematic Search Flow (SSF). Utilizou-se bases de dados interdisciplinares, resultando na identificação das diferentes áreas em que esse tema está sendo pesquisado, os autores mais citados, os ensaios não destrutivos mais usados e, como tema emergente, a crítica de vários desses autores ao método de previsão de vida útil apresentado na norma internacional ISO 15686.

**PALAVRAS CHAVE:** Bambu; Ensaios não destrutivos; Durabilidade; Busca sistemática

## ABSTRACT

*Bamboo is a building material from organic origin that has low natural durability. It is important to evaluate constructive elements and buildings in service that were built with it and know the real impact of biotic and abiotic factors on its durability. These kind of researches are incipient for bamboo; so it is necessary identify methods that are used for evaluating the durability of other materials such as timber. They could be analyzed, adapted and adjusted for bamboo constructions. As a starting point, this study was developed to review existing literature through a systematic search to identify the concepts and methodologies that could be applied in the evaluation of the durability of bamboo in buildings in service. A methodology used for the collection and analysis of data for the Systematic Research Flow (SSF). Interdisciplinary databases were used to identify the different areas in which the searches are performed, the most cited authors, the most frequently used non destructive tests and, as an emerging theme, the criticism of several of these authors to the prediction Method of life In ISO 15686.*

**KEY WORDS:** Bamboo; Nondestructive methods; Durability; Systematic search



## 1. INTRODUÇÃO

O bambu é um dos materiais naturais que tem sido empregado na construção há milênios graças a sua abundância, rápido crescimento, fácil manuseio, versatilidade, resistência e flexibilidade. Seu uso e aplicação misturam saberes populares com técnicas contemporâneas, resultando em edificações que se adaptam às mais diversas necessidades. No entanto, sua baixa durabilidade natural preocupa os projetistas e usuários.



**Figura 1** – Estrutura em bambu em processo de degradação  
**Fonte:** Andrea Jaramillo.

Dentro do tema ambiental, a partir da segunda metade do século XX, a preocupação de arquitetos e construtores pela sustentabilidade, trouxe à tona alguns assuntos importantes como: a avaliação do ciclo de vida dos materiais, dos componentes construtivos e edifícios inteiros; a reciclagem; a busca por materiais naturais ou alternativos; a redução de consumo energético – e possibilidades de geração da própria energia nas edificações; entre outros. Tudo isto incrementou a demanda pelo conhecimento dos fatores de degradação, dos processos, vida útil e custos do ciclo de vida (SJÖSTRÖM, 1996).

A resistência do bambu à decomposição depende de vários fatores como a espécie, as condições climáticas, o modo de aplicação e uso, a idade dos colmos, os tratamentos, entre outros. Essa é uma característica que está fortemente associada com suas propriedades físico-químicas. Por este motivo, para atingir a efetividade no uso do bambu na construção é preciso conhecer esses parâmetros e o tema da durabilidade é essencial (KAUR et al, 2016).

Para realizar estudos de durabilidade de edificações e componentes construtivos existem três tipos de métodos: ensaios de envelhecimento natural, ensaios de envelhecimento acelerado e estudos de campo.

John e Sato (2007) indicam que os estudos de campo – ou envelhecimento em uso – implicam o monitoramento de materiais e componentes de edificações habitadas

e, dependendo da representatividade da amostra, oferecem resultados confiáveis porque todos os fatores de degradação atuam simultaneamente sob condições reais e por tanto, esse tipo de avaliação permite detectar problemas relacionados com o uso do edifício.

Para uma maior compreensão sobre a aplicação destes métodos e a possibilidade de adaptá-los para avaliar edificações de bambu, é necessário pesquisar referências de trabalhos científicos que aprofundem o tema.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é identificar em artigos científicos os conceitos e técnicas utilizadas – ou com possibilidades de aplicação – na avaliação da durabilidade do bambu em edificações em uso, por meio de uma busca sistemática de literatura.

## 2. METODOLOGIA

Este trabalho é uma revisão integrativa, realizada de forma sistemática. Para seu desenvolvimento foi usado o método *Systematic Search Flow* (SSF), proposto por Ferenhof e Fernandes (2016, p.556) como uma ferramenta para “sistematizar o processo de busca ou buscas à base de dados científicas a fim de garantir a repetibilidade e evitar viés do pesquisador”. Esse método possui quatro fases e oito atividades que estão resumidas na Tabela 1:

Fases	Atividades
Definição do protocolo de pesquisa	Elaboração da estratégia de busca
	Consulta em bases de dados
	Organização do portfólio bibliográfico
	Padronização e seleção de artigos
	Composição do portfólio de artigos
Análise	Consolidação dos dados
Síntese	Construção de ilações sobre o tema – organização de dados
Escrita	Consolidação dos dados por meio da escrita científica

**Tabela 1** – Fases e atividades do método *Systematic Search Flow* (SSF)  
**Fonte:** Elaborado pelos autores com base em Ferenhof e Fernandes (2016).

### 2.1. Descrição do protocolo de pesquisa

Dentro da estratégia de busca, foram definidas as bases de dados multidisciplinares *Scopus*, *Web of Science*, *SciELO (regional)*, *EBSCO* e *Compendex*. O único filtro definido foi: artigos e/ou artigos de revisão. Foram usados descritores em inglês considerando que a maioria dos resumos de trabalhos está nessa língua.

Para a primeira busca, realizada em 04/04/2017, os descritores aplicados foram (*evaluation OR assessment OR*

*mensuration OR analysis OR appraisal) AND (durability OR duration OR longevity OR endurance OR "timeless quality") AND bamboo AND (service OR "in use") AND (structure/ OR building? OR construction?)* e não se obteve nenhum resultado.

Depois de estudar e modificar os descritores em algumas ocasiões foi identificado que não se obtinha resultados nas buscas quando estava incluída a palavra *bamboo*. Então a estratégia foi substituir esse termo por *wood* ou *timber*, porque a madeira é o material mais próximo em propriedades ao bambu e os métodos usados para a avaliação da sua durabilidade poderiam ser adaptados.

Desse modo, para a consulta nas bases de dados, executada no dia 17/04/2017, o descritor usado foi (*evaluation OR assessment OR mensuration OR analysis OR appraisal) AND (durability OR duration OR longevity OR endurance OR "timeless quality") AND (wood OR timber) AND (service OR "in use") AND (structure? OR building? OR construction?)*. Como resultado dessa busca se obteve 187 artigos depois de remover os duplicados se obtiveram 134.

Para auxílio na organização do portfólio bibliográfico, foi utilizado um software para gestão de referências. Na seleção de artigos se aplicaram vários filtros: textos alinhados com o tema de busca, inclusão de palavras-chave em títulos e resumos. Resultando finalmente em 36 artigos. Entre eles, os que estavam disponíveis na íntegra foram 31.

Foi realizada a leitura do texto completo de cada um desses artigos para escolher os que conformariam o portfólio, depois disso, 13 artigos foram descartados porque o tema não estava alinhado com o assunto. Dessa maneira o portfólio final esteve composto por 18 artigos.

## 2.2. Análise

Os 18 artigos reunidos no portfólio foram publicados em 15 journals das áreas de: arquitetura, engenharia civil, engenharia agroflorestal, ciência e tecnologia da madeira, ecologia, engenharia ambiental, recursos naturais, engenharia mecânica, paisagismo, química aplicada e tecnologia dos materiais, a Tabela 2 mostra a lista desses jornais com o número de artigos em cada uma delas. Ao observar seus nomes é possível apreciar as diferentes áreas de conhecimento onde o tema é estudado e ter uma ideia da quantidade de enfoques com que o tema da durabilidade das madeiras é atualmente abordado.

Journal	Nº de artigos
International Journal of Life Cycle Assessment	2
Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials	2

Wood Material Science & Engineering	2
CERNE	1
Biosystems Engineering	1
Building Research and Information	1
Canadian Journal of Civil Engineering	1
Canadian Journal of Forest Research	1
Engineering Structures	1
European Journal of Wood and Wood Products	1
Journal of Adhesion Science and Technology	1
Materials and Structures	1
Revista Árvore	1
Scientific Herald of the Voronezh State University of Architecture & Civil Engineering	1
Sustainability	1

Tabela 2 – Legenda  
 Fonte: Autores.

Destacam-se três journals com dois artigos do portfólio cada um: *International Journal of Life Cycle Assessment*, *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials* e *Wood Material Science & Engineering*.

Os autores mais citados nos artigos são Michael A. Lacasse, Christer Sjostrom, Christian Brischke, e Andreas O. Rapp. As normas mais referenciadas são ISO 15686 – *buildings and constructed assets service life planning* (partes 1, 2 e 8), EN 335 – *durability of wood and wood based products* e a NBR 7190 – projeto de estruturas de madeira.

Todos os artigos foram publicados depois do ano 2000, sendo a maioria deles posteriores a 2010 e com maior periodicidade a partir de 2012.

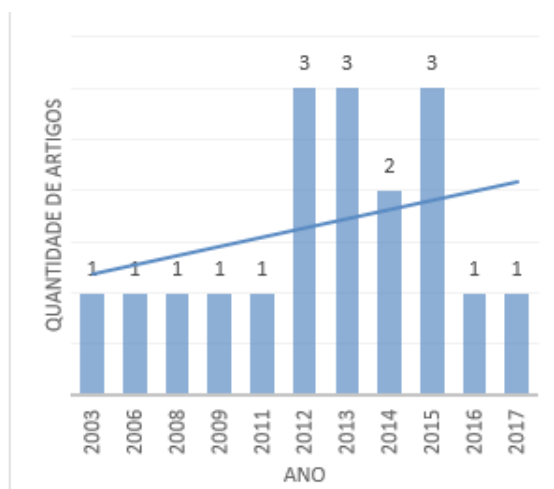


Figura 2 – Quantidade de artigos por ano e tendência  
 Fonte: Autores.

### 2.3. Síntese

Os dados obtidos depois da leitura e análise dos artigos do portfólio foram inseridos em uma Matriz do Conhecimento, que é uma ferramenta desenvolvida por Ferenhof e Fernandes (2014) para facilitar a organização dos conteúdos durante o processo de análise sistemática.

Essa matriz incluiu os seguintes itens: título, autor, ano de publicação, palavras-chave, journal, tema principal, objetivo do trabalho, metodologia, conceitos principais, citações do texto, disciplinas, resultados y referências principais (alinhadas ao tema da pesquisa). A Figura 3 mostra o formato dessa matriz.

A síntese dos dados obtidos a partir desse exercício é apresentada na seguinte seção, onde se expõem os resultados deste estudo.

	Autor	Ano de publicação	Título	Palavras-chave	Journal	Tema principal	Objetivo do trabalho	Metodologia	Conceitos principais	Citações do texto	Disciplinas	Resultados	Referências principais
artigo 1													
artigo 2													
artigo 3													
artigo 4													
artigo 5													
artigo 6													
artigo 7													
artigo 8													

Figura 3 – Matriz do conhecimento com campos usados para a síntese dos dados  
Fonte: Autores.

## 3. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Durante a análise dos dados foram identificados vários termos e/ou conceitos comuns (relacionados entre si) que são usados na área da avaliação da durabilidade da madeira, isto possibilitou uma melhor compreensão do tema. Também se destacaram os dois tipos principais de avaliação usados para este fim que inclui alguns métodos em cada um deles, houve outro tema comum relacionado à aplicabilidade e limitantes da norma ISO 15686.

### 3.1. Conceitos

#### 3.1.1. Durabilidade

Os autores dos artigos analisados se baseiam na norma ISO 15686-1 (2000), que define durabilidade como a capacidade de uma edificação ou suas partes para

desempenhar suas funções em um período de tempo específico, sob a influência dos agentes antecipados, a mesma definição é encontrada na NBR 15575-1 (2013).

A ação dos agentes pode causar danos cumulativos na edificação – ou componente – e a sua resistência, também deterioração visual e incumprimento dos requisitos dos estados limite de manutenção, afetando sua durabilidade. Esse processo na maioria das vezes acontece gradualmente e pode ser imperceptível durante algum tempo (MIRZA, 2006).

No caso da madeira – e o bambu –, por ser um material orgânico possui características anatômicas específicas que devem considerar-se para prolongar sua durabilidade quando aplicada na construção. Vanerek et al (2014, p. 1405) indicam que é possível aumentar sua durabilidade “por meio de uma boa escolha da espécie, dos detalhes estruturais, eliminando os efeitos dos fatores externos e com manutenção regular”.

#### 3.1.2. Degradação

A norma ISO 15686-2 (2012) define a degradação como “o processo em que uma ação em um item causa uma deterioração de uma ou mais propriedades”.

As consequências da degradação da madeira podem variar de efeitos estéticos, tais como descoloração, deformações menores e outras falhas com influência mínimas no desempenho, a graves problemas de deflexão e distorção excessiva de um elemento construtivo ou colapso parcial ou total do componente ou estrutura (MIRZA, 2006).

Essa afirmação se complementa com o estudo de Sandberg (2008), onde é explicado que a degradação da madeira, exposta ao ar livre, é ocasionada por uma combinação complexa de agentes bióticos, químicos e físicos, que agem sós ou em combinação.

Sandberg (2008, p.83) também identifica e define duas categorias de degradação: intemperismo (ou desagregação) e degradação:

O intemperismo é uma degradação superficial que tem pouco efeito sobre as propriedades de resistência e é causada principalmente por danos fotoquímicos, oxidação de produtos de degradação, lixiviação de produtos de decomposição solúveis, hidrólise, danos mecânicos por encolhimento e inchaço e descoloração por fungos azuis. Na degradação, ou destruição biológica, micro-organismos participam, toda a espessura da madeira pode ser afetada e a resistência pode ser reduzida consideravelmente. O intemperismo é um processo lento comparado com a degradação, que pode destruir a madeira em apenas



alguns anos se as condições forem favoráveis aos fungos. Considerando que os fungos necessitam de água livre disponível nas células de madeira.

### 3.1.3. Agentes de degradação

Os agentes bióticos e abióticos, cuja ação influi na durabilidade e afeta a vida útil da madeira – e todos os materiais-

aplicada em componentes construtivos ou edificações. Mirza (2006) apresenta no seu estudo um resumo dos mecanismos de degradação das madeiras na construção e sua localização frequente, os fatores que ocasionam sua ação e quais são suas consequências nas peças de madeira – localização na edificação.

Fenômeno	Localização frequente	Causa principal	Causa secundaria
Deterioração por causa do clima (intemperismo)	Superfície do componente ou regiões próximas	Intemperismo. Erosão por vento, areia, neve, chuva.	Superfícies sem pintura.
Rachaduras de separação	Superfícies de contato entre os anéis de crescimento	Deterioração da lignina e alguns extrativos pela radiação ultravioleta e a luz	Diferenças entre as precipitações de primavera e verão
Degradação térmica	Revestimento, membros de madeira e fixadores.	Altas temperaturas: retardadores do fogo	Conteúdo de umidade
Degradação química	Fixadores, membros de madeira, uniões entre a madeira e as fundações.	Umidade, sais, outros químicos.	Entorno agressivo, temperatura.
Mudanças dimensionais	Telhados, revestimento exterior.	Exposição às precipitações: mudanças na umidade relativa.	Ciclos de molhagem e secagem
Degradação por fungos	Coberturas, revestimento de paredes, esquadrias, placas de peitoril.	Umidade, temperatura, oxigênio, fonte de alimento (madeira)	Ciclos de molhagem e secagem, execução fraca (mão de obra)
Insetos xilófagos	Nível térreo, nos pisos e componentes de paredes.	Umidade, degradação, madeira.	Localização e microclima.

**Tabela 2** – Aplicabilidade dos ensaios para o bambu  
**Fonte:** Mirza, 2006, p.656. Tradução realizada pelos autores.

### 3.1.4. Manutenção

A NBR 15575-1 (2013) define manutenção como o “conjunto de atividades a serem realizadas ao longo da vida total da edificação para conservar ou recuperar sua capacidade funcional e de seus sistemas”. Carlisle e Friedlander (2016) indicam que as manutenções são projetos específicos, que consideram as características únicas de cada caso: tipo de edificação, localização, orçamento, uso, entre outros.

Dentro da manutenção das edificações estão consideradas as inspeções de limpeza, conservação e proteção. Estas servem para identificar defeitos em todos os componentes, isto permitirá eliminar possíveis fontes de dano e degradação. No caso da madeira, é importante a prevenção de umidades na edificação, para prevenir a degradação causada por agentes atmosféricos e biológicos. (MENDES DA SILVA; NOBRE; VICENTE, 2011)

### 3.1.5. Densidade (da madeira)

A NBR 7190 (1997) define a densidade da madeira como a massa específica convencional obtida pelo quociente da massa seca pelo volume saturado.

Abruzzi et al (2012) indicam que a densidade está relacionada a muitas propriedades e características tecnológicas que devem ser consideradas na produção, beneficiamento e utilização da madeira. É uma propriedade física da madeira importante porque afeta grande parte de suas demais propriedades, por exemplo, a densidade da madeira é inversamente proporcional ao seu teor de umidade, ou seja, as madeiras mais densas possuem uma menor quantidade de água em seu interior.



### 3.1.6. *Preservação da madeira – tratamentos e modificação química*

Ormondroyd, Spear e Curling (2015) resumem que existem duas formas principais de melhorar as propriedades da madeira para fazê-la mais resistente à degradação: os tratamentos químicos de impregnação e a modificação química da estrutura da madeira. Os primeiros não modificam a estrutura das madeiras, entre os de maior efetividade estão o CCA (cobre, cromo e arsênio) e os creosotos. Mas por causa da sua alta toxicidade apresentam riscos à saúde humana e seu uso é restrito e até proibido em alguns lugares.

Modificar quimicamente a madeira é alterar de forma permanente as propriedades das paredes celulares. Isto pode protegê-la com eficácia igual à dos preservativos. Para isto são usados produtos (catalizadores, solventes orgânicos em água, químicos reativos e não reativos e altas temperaturas) que reagem com os polímeros das paredes celulares ou condensar em microestruturas. O resultado é uma maior durabilidade. Isto faz deste procedimento uma alternativa aos preservativos químicos da madeira. (XIE et al., 2013)

### 3.1.7. *Vida útil*

A vida útil é o período de tempo, depois da sua instalação, em que o edifício ou seus componentes satisfazem os requisitos de desempenho, considerando as atividades de manutenção. (NBR 15575-1, 2013; ISO 15686-1, 2000). Aktas e Bilec (2012) indicam que é uma medida usada para auxiliar a toma de decisões econômicas sobre investimentos do projeto ou manutenções.

O método fatorial, indicado pela norma ISO 15686, é uma ferramenta usada para determinar a vida útil de componentes construtivos e edificações. No entanto, Aktas e Bilec (2012) fazem uma crítica ao método indicando que esse procedimento só considera os fatores relacionados com a durabilidade e desconsidera os fatores sociais. Adicionalmente afirmam, citando a Hovde e Moser (2004), que a vida útil dos produtos da construção é raramente determinada por sua durabilidade.

### 3.1.8. *Técnicas de inspeção não destrutivas*

São ensaios rápidos e eficazes usados para detectar, localizar e quantificar deteriorações em madeira em condições de uso e podem auxiliar o prognóstico do estado das peças, permitindo realizar as intervenções de manutenção ou reabilitação mais adequadas.

Abreu et al (2013) indicam que esse tipo de ensaios geralmente não danificam a capacidade estrutural da madeira. Também tem rapidez de execução e baixo custo. Indica que a inspeção visual é o mais simples para verificar

indicadores de degradação externos, mas que existem outros ensaios que são utilizados para a avaliação interna das peças como a perfuração controlada e as ondas de tensão.

## 3.2. **Ensaio não destrutivos**

Foram identificados dois tipos principais de ensaios usados para avaliar a durabilidade – e a degradação – das madeiras nas edificações em uso: os não destrutivos e os destrutivos, cada um deles possui vantagens e limitações.

Este trabalho está focado nos ensaios não destrutivos, onde não há necessidade de extrair corpos de prova das edificações nem comprometer as peças dos elementos construtivos.

Ross et al (1998) define este tipo de ensaios como aqueles que permitem identificar propriedades físicas e mecânicas de uma peça de determinado material sem alterar suas capacidades de aplicação final.

Antes de aplicar esse ensaio na avaliação das edificações é importante realizar uma pesquisa aprofundada para cada caso estudado que inclui dados históricos, análise do contexto, levantamento inicial de dados, entre outros.

### 3.2.1. *Inspeção visual*

A inspeção visual é a técnica mais simples para verificação de sinais externos – rachaduras, descolorações, entre outros – nas peças que sejam indicadores de defeitos e ataques (ABREU et al, 2013; LIANG et al 2013).



**Figura 4** – Inspeção visual de estrutura de bambu  
**Fonte:** Autores.

Um exemplo desse tipo de procedimentos foi desenvolvido por Vidor (2011), com o objetivo de dar seguimento ao processo de deterioração de postes de madeira em serviço para facilitar o cálculo da sua vida útil. Os passos desse ensaio são: escavação do solo ao redor do poste para verificar seu estado nessa região, realização de uma raspagem da superfície para determinar o volume da madeira deteriorada, perfuração para a inspeção interna, medição do volume de madeira interna em bom estado. Depois, para medir a deterioração, esse autor propõe critérios de decaimento por meio de uma escala com cores e números de 1 a 4:

1. Verde: postes em bom estado
2. Amarelo: decaimento parcial (o poste precisa tratamento)
3. Laranja: poste com decaimento avançado (precisa intervenção estrutural)
4. Vermelho: poste com alta degradação (precisa ser substituído)

Também, Mariño et al (2009) apresenta uma técnica de inspeção visual de elementos de madeira, usado para procurar signos externos que indiquem degradação por fungos, brocas, coloração ou descoloração. Para isto usou duas variáveis: intensidade (severidade do ataque) e extensão (distribuição). Dentro da intensidade propôs dois grupos: um de fungos/ insetos e outro de descoloração, ambos avaliados em uma escala de 0-4 dependendo da profundidade ou dimensão da degradação em relação com a área do elemento estrutural. Para medir a extensão usou uma escala de 1-5 relacionando a presença da degradação com o número de elementos estruturais da edificação que estão afetados. Esse autor estabeleceu uma relação entre a degradação e as características do sistema estrutural e relacionou a fonte da degradação com seus efeitos.

### 3.2.2. Perfuração controlada

Esta técnica serve para confirmar áreas suspeitas de deterioração que já foram identificadas por inspeções visuais ou transmissões de onda de tensão. Ajuda a definir com maior precisão a extensão da deterioração (ABREU et al, 2013).

Nesse procedimento se realizam perfurações (pequenas se comparadas com os elementos construtivos) com resistógrafos, que são equipamentos que registram a resistência das peças de madeira à perfuração e a relacionam com a profundidade perfurada. Está baseada no princípio que uma peça não comprometida terá maior resistência à perfuração do que uma que apresenta danos ocasionados por agentes de degradação como a presença de cupins (TELES, 2002).

### 3.2.3. Propagação de ondas

Esse tipo de avaliações são desenvolvidas por meio da propagação de ondas de som, ultra-som ou choque, Abreu et al (2013) indicam que servem para identificar e avaliar deteriorações internas.

A Figura 5 mostra a aplicação desse ensaio numa peça de madeira de pinus, como parte de um estudo de caracterização mecânica desenvolvido por Sotomayor e Ramírez (2015).



**Figura 5** – Ensaio de propagação de ondas aplicado em viga de madeira  
**Fonte:** Sotomayor e Ramírez, 2015.

Um exemplo da sua aplicação se encontrou no artigo de Liang et al (2013) sobre avaliação não destrutiva de edificações históricas em terra, onde foram desenvolvidos testes ultrassônicos e martelos de rebote que permitiram obter uma forma quantitativa de avaliação, também usaram avaliações com termografias infravermelhas para complementar o estudo.

Teles (2002) explica que esses ensaios estão baseados na seguinte premissa: uma madeira degradada – que apresenta vazios- é menos rígida que uma madeira sã e, por tanto, uma onda vai demorar mais tempo para conseguir atravessá-la. Então, uma baixa velocidade da transmissão das ondas é indicativo de defeitos nas peças.

### 3.2.4. Termografia

Liang et al (2013) usou na sua pesquisa esse método para detectar o estado entre a terra e a armadura das paredes das edificações históricas que analisou. Teles (2002) indica que por meio das termografias é possível visualizar a diferença de temperatura existente nas partes da madeira que têm degradação – vazios - com as da madeira sã.

Gupta et al (2015) indica que esse tipo de ensaio tem sido empregado com sucesso na caracterização de estruturas poliméricas e para avaliar a degradação e durabilidade da madeira em edificações em uso e também para corpos de prova usados em ensaios de envelhecimento natural.

### 3.3. Críticas ao método de previsão da vida útil da norma ISSO 15686

Na maioria dos trabalhos analisados foi mencionada a norma internacional ISO 15686 – Building and constructed assets – Service life planning, porque é a que oferece o marco base desse tipo de pesquisas, aborda os problemas da previsão da vida útil e contém uma metodologia para prever a vida útil e estimar o tempo necessário para as manutenções.

O método proposto nessa norma está baseado no estudo dos agentes de degradação dos materiais e os transforma em fórmulas que resumem sua ação ao longo do tempo. Mas durante sua aplicação, vários pesquisadores têm apontado algumas limitações:

Para estimar a vida útil usando o método do fator, a vida útil de referência do produto é multiplicada por coeficientes que são assignados aos fatores. Os coeficientes podem ser modificados dependendo de aplicações específicas e, deste modo, deixa em aberto para o projetista escolher os coeficientes adequados para cada fator que afeta a vida útil, e isto não permite obter resultados confiáveis (AKTAS; BILEK, 2012).

Marteinson (2003, p. 417) menciona que a informação que a norma oferece sobre os fatores é insuficiente acrescentando que:

O efeito das alterações em um único fator é difícil de prever e existe um risco considerável de que a sinergia entre os fatores afete os resultados desfavoravelmente.

Também menciona que os resultados dos cálculos podem variar dependendo dos valores adotados, embora os projetistas tenham usado a mesma metodologia.

### 3.4. Análise da aplicabilidade dos ensaios não destrutivos para o bambu

Para finalizar, foram analisadas as vantagens e limitações que cada ensaio teria para sua aplicação na análise de colmos de bambu em edificações em serviço. Tabela 4.

Ensaio	Vantagens	Limitações
Inspeção visual	É uma técnica relativamente fácil de se aplicar desde que o pesquisador esteja familiarizado com as manifestações patológicas do material.	Precisa de ser complementado por outros ensaios para maior precisão.

Perfuração controlada	Permite definir a extensão da deterioração.	Precisa do equipamento específico: resistógrafo. Deixa um furo no bambu que precisa ser preenchido.
Propagação de ondas	Serve para identificar deteriorações internas nas peças. Poderia ser usado para avaliar ou caracterizar tiras de bambu ou laminados.	Precisa de equipamento específico e também deve ser complementado com outros ensaios para maior precisão. A pouca espessura da parede do colmo (comparada com a madeira) e sua variação de densidade dificultariam o levantamento dos dados.
Termografia	Não ocasiona danos nas peças analisadas – é só uma técnica de contato. Permite detectar o estado interno dos elementos estudados. É uma opção para a avaliação de colmos de bambu em estruturas.	Precisa do equipamento específico e uma fonte de calor.

**Tabela 4** – Aplicabilidade dos ensaios para o bambu  
 Fonte: Autores.

Considerando a menor intervenção nas peças de bambu em edificações e as propriedades dos colmos, entre as quatro técnicas analisadas as mais viáveis de aplicação se destacaram a inspeção visual que poderia ser complementada com a termografia para analisar o estado dos colmos de bambu em edificações.

## 4. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As buscas sistemáticas realizadas nas bases de dados permitem encontrar conceitos e ensaios mais usados. É importante mencionar que os descritores usados nas buscas influenciam diretamente na quantidade e tipo de resultados.

Nas primeiras buscas em bases de dados não se encontraram artigos específicos para o tema do bambu, isto sugere ineditismo no tema, mas dificulta o processo de construção do marco teórico e metodologia da pesquisa.

Ao desenvolver a busca com foco na madeira, a maioria dos conceitos encontrados nos artigos são genéricos e

tratam o tema da durabilidade dos materiais na construção, mas aqueles que estão focados na madeira permitiram entender o foco de abordagem que poderia dar-se para as conceptualizações no caso do bambu.

Os ensaios não destrutivos usados para avaliar a durabilidade da madeira em construções em uso estão sendo aperfeiçoados há mais de 15 anos e medem o estado das peças de madeira com base principalmente na sua densidade. Para poder adaptá-los ao bambu é necessário considerar as propriedades físicas dos colmos que na maioria das espécies são ocos, a espessura das paredes e a diminuição de densidade que existe em direção transversal do córtex ao interior e longitudinal do topo à base.

Na busca sistemática foram identificados quatro tipos de ensaio, cujas vantagens e limitações relacionadas com sua aplicabilidade para o bambu foram analisadas. Como resultado, as técnicas que se consideraram mais adequadas para utilizar com o bambu foram a inspeção visual e a termografia por suas características de menor impacto no material.

Para continuar com a pesquisa se recomenda procurar por mais ensaios não destrutivos e aprofundar a busca na aplicação de cada um deles, isto permitirá uma maior compreensão dos instrumentos necessários e formas de aplicação; o que facilitaria – em alguns casos - o processo de adaptação para o bambu.

## AGRADECIMENTOS

À Coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível Superior – CAPES (Brasil) e à Secretaria de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación – SENESCYT (Equador) pelas bolsas de estudo que permitiram a realização de esta pesquisa.

## REFERÊNCIAS

ABREU, L. B. D. et al. Avaliação não destrutiva de estruturas de madeiras em edifício histórico de Tiradentes, MG. CERNE, v. 19, n. 3, p. 481-487, 2013-09 2013.

ABRUZZI, R. C. et al. Relação das propriedades mecânicas e densidade de postes de madeira de eucalipto com seu estado de deterioração. Revista Árvore, v. 36, n. 6, p. 1173-1182, 2012-12 2012.

AKTAS, C. B.; BILEC, M. M. Service life prediction of residential interior finishes for life cycle assessment. International Journal of Life Cycle Assessment, v. 17, n. 3, p. 362-371, Mar 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575: Edificações habitacionais - Desempenho. Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Rio de Janeiro, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190:1997, Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

CARLISLE, S.; FRIEDLANDER, E. The influence of durability and recycling on life cycle impacts of window frame assemblies. International Journal of Life Cycle Assessment, v. 21, n. 11, p. 1645-1657, 2016.

FERENHOF, Helio Aisenberg; FERNANDES, Roberto Fabiano. Desmitificando a revisão de literatura como base para redação científica: Método SSF. In: Painele biblioteconomia em Santa Catarina, 34., 2016, Florianópolis. Revista ACB: Biblioteconomia em Santa Catarina. Florianópolis: Associação Catarinense de Bibliotecários, 2016. v. 21, p. 550 - 563. Disponível em: <<https://revista.acbsc.org.br/racb/article/view/1194/pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2017.

FERENHOF, H. A; FERNANDES, R.F, Passos para construção da Revisão Sistemática e Bibliometria. V. 3.02 Disponível em: <[http://www.igci.com.br/artigos/passos\\_rsb.pdf](http://www.igci.com.br/artigos/passos_rsb.pdf)>. Acesso em: 11/07/2016. DOI: 10.13140/RG.2.1.1937.2401/1, Abril 2014.

GUPTA, B. S.; JELLE, B. P.; GAO, T. Wood facade materials ageing analysis by FTIR spectroscopy. Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials, v. 168, n. 5, p. 219-231, 2015.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 15686 -1: Buildings and constructed assets - Service life planning. Part 1: General principles and framework. 2 ed. Genebra, 2011. 21 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 15686 -8: Buildings and constructed assets - Service life planning. Part 8: Reference service life and service life estimation. 1 ed. Genebra, 2008. 36 p.

JOHN, Vanderley; SATO, Neide Matiko Nakata. Durabilidade de componentes da construção. In: SATTLER, Miguel Aloysio; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay (Ed.). Coletânea Habitar: Construção e meio ambiente. Porto Alegre: Antac, 2006. Cap. 2. p. 20-57. Disponível em: <[http://www.habitare.org.br/ArquivosConteudo/ct\\_7\\_comp.pdf](http://www.habitare.org.br/ArquivosConteudo/ct_7_comp.pdf)>. Acesso em: 11 jun. 2017.

KAUR, P. J. et al. Characterization of commercially important Asian bamboo species. European Journal of Wood and Wood Products, v. 74, n. 1, p. 137-139, 2016. ISSN 1436-736X. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1007/s00107-015-0977-y>>. Acesso em: 07 mar. 2017.

LIANG, R. F. et al. Nondestructive Evaluation of Historic Hakka Rammed Earth Structures. Sustainability, v. 5, n. 1, p. 298-315, Jan 2013.

MARIÑO, R. A. et al. Durability of timber structures



in agricultural and livestock buildings. *Biosystems Engineering*, v. 104, n. 1, p. 152-160, 2009.

MARTEINSSON, B. Durability and the factor method of ISO 15686-1. *Building Research and Information*, v. 31, n. 6, p. 416-426, 2003.

MENDES DA SILVA, J. A. R.; NOBRE, M.; VICENTE, R. Retrofitting strategy tool for timber floor structures. *International Journal for Housing Science and Its Applications*, v. 35, n. 2, p. 81-90, 2011.

MIRZA, M. S. Durability design of infrastructure and some related issues. *Canadian Journal of Civil Engineering*, v. 33, n. 6, p. 650-672, 2006.

ORMONDROYD, G.; SPEAR, M.; CURLING, S. Modified wood: Review of efficacy and service life testing. *Proceedings of Institution of Civil Engineers: Construction Materials*, v. 168, n. 4, p. 187-203, 2015.

ROSS, R.J.; BRASHAW, B.K.; PELLERIN, R.F. Nondestructive evaluation of wood. *Forest products journal*. V.48, n.1, p. 14-19, 1998.

SANDBERG, K. Degradation of Norway spruce (*Picea abies*) heartwood and sapwood during 5.5 years' above-ground exposure. *Wood Material Science & Engineering*, v. 3, n. 3/4, p. 83-93, 2008.

SJÖSTRÖM, Ch. Durability and sustainable use of building materials. *Sustainable use of materials*. BRE | RILEM, 23-14 Sept. 1996

TELES, Carlos Dion de Melo. Estruturas de madeira: proposta de metodologia de inspeção e correlação da velocidade ultrassônica com o dano por cupins. *Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis: UFSC, 2002. 132p.; 30cm*

VANEREC, J. et al. Evaluation of FRP/wood adhesively bonded epoxy joints on environmental exposures. *Journal of Adhesion Science and Technology*, v. 28, n. 14-15, p. 1405-1417, 2014.

VIDOR, Flávio L. R. Avaliação da Vida Útil de Postes de Madeira de Eucalipto em Serviço em Redes de Distribuição de Energia Elétrica, Porto Alegre. 2009. Tese para obtenção do título de Doutor em Engenharia e Tecnologia de Materiais. Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Tecnologia de Materiais, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande Do Sul. <<http://repositorio.pucrs.br/dspace/bitstream/10923/3270/1/000431796-Texto%2bCompleto-0.pdf>>

XIE, Y. et al. Effects of chemical modification on the mechanical properties of wood. *European Journal of Wood and Wood Products*, v. 71, n. 4, p. 401-416, 2013.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2181-8042>

**ANDREA SALOMÉ JARAMILLO BENAVIDES, Dra.** | Universidad UTE | Facultad de Arquitectura e Urbanismo | Quito, Ecuador | Correspondência para: Facultad de Arquitectura e Urbanismo – UTE, campus matriz, calle Rumipamba S/N, Quito, Ecuador) | E-mail: [andrea.jaramillo@ute.edu.ec](mailto:andrea.jaramillo@ute.edu.ec)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5167-0838>

**HÉLIO AISENBERG FERENHOF, Dr.** | Universidade Federal de Santa Catarina | Programa de Pós-Graduação em Tecnologias de Informação e Comunicação | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: UFSC – Centro de Ciências, Tecnologias e Saúde, R. Pedro João Pereira, 150 – Araranguá –SC, 88905-120 | E-mail: [helio@igci.com.br](mailto:helio@igci.com.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4132-7822>

**ÂNGELA DOVALLE, Dra.** | Universidade Federal de Santa Catarina | Departamento de Engenharia Civil | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Departamento de Engenharia Civil, UFSC, Campus Universitário, Trindade, Florianópolis - SC, CEP 88040-970 | E-mail: [angela.valle@ufsc.br](mailto:angela.valle@ufsc.br)

ORCID: 0000-0002-3250-7813

**LISIANE ILHA LIBRELOTTO, Dra.** | 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

BENAVIDES, Andrea Salomé Jaramillo; FERENHOF, Hélio Aisenberg; VALLE, Ângela do; LIBRELOTTO, Lisiane Ilha. Ensaio Potenciais para Avaliação da Durabilidade do Bambu em Edificações: Busca Sistemática. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 55-64, jul. 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.n3.55-64>.

**DATA DE ENVIO:** 14/01/2019

**DATA DE ACEITE:** 24/06/2019

# ANÁLISE DA UTILIZAÇÃO DE RCD EM OBRAS DE PAVIMENTAÇÃO NA CIDADE DE FORTALEZA

*ANALYSIS OF THE USE OF C&D WASTE IN PAVING PURPOSES IN THE CITY OF FORTALEZA*

---

**JOYCE OLIVEIRA SANTOS** | UNIFOR

**CARLA BEATRIZ COSTA DE ARAÚJO, M.Sc.** | UFCE

**THIAGO MOURA DA COSTA AYRES** | PUC-RIO

## RESUMO

Este artigo apresenta a análise de desempenho da utilização de resíduos de construção e demolição (RCD) nas camadas de base e sub-base de pavimentação da Avenida Paulino Rocha, localizada na cidade de Fortaleza/CE. Para tal, foram analisados os resultados do comportamento dos materiais experimentais através dos ensaios granulométricos, compactação, Índice de Suporte Califórnia (CBR), limite de liquidez (LL) e limite de plasticidade (LP) e realizado o comparativo do uso e do custo dos materiais reciclados e não reciclados na camada de base. Os resultados dos ensaios de CBR apontam valores acima do mínimo necessário (80%), variando de 80,3% a 114,8% e o estudo comparativo de custos uma economia de até 56,67%.

**PALAVRAS CHAVE:** Pavimentação; Reciclagem; RCD.

## ABSTRACT

*This paper presents the analysis of acting of the use of construction and demolition (C&D) waste in the layers of base of paving of the Avenida Paulino Rocha, sited in the city of Fortaleza/CE. For such, it will be analyzed the results of the behavior of the experimental materials through the grain size distribution test, compacting, California Bearing Ratio test (CBR), liquid and plastic limits and accomplished the comparative of the use and of the cost of the recycled materials and no recycled in the base layer. The results of CBR point values above the necessary minimum (80%), varying of 80,3% to 114,8% and the study of comparative of cost an economy of up to 56,67%.*

**KEY WORDS:** Paving; Recycling; C&D Waste.





## 1. INTRODUÇÃO

A reciclagem dos resíduos gerados pela indústria da construção civil vem sendo cada vez mais importante para o desenvolvimento sustentável do setor, tanto em função das questões ambientais quanto econômicas. O seu reaproveitamento está diretamente relacionado à redução dos impactos ambientais ocasionados pelo descarte inadequado e, também, à minimização do consumo das matérias-primas de origem natural. Como exemplo de reciclagem dos resíduos da construção e demolição, comumente chamados RCD, tem-se a utilização em camadas de base e sub-base na pavimentação de estradas (BAGATINI, 2011).

Segundo a resolução do conselho nacional do meio ambiente (CONAMA) nº 307 (2002) § 1º: “Os resíduos da construção civil não poderão ser dispostos em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por Lei, obedecidos os prazos definidos no art. 13 desta resolução”. Com isso, os gestores municipais, transportadores e construtores têm responsabilidades compartilhadas sob o gerenciamento destes resíduos.

Na cidade de Fortaleza, por meio da Portaria 48/2011/PMF/SEMAM 31/05/2011, é estabelecida “que todos os procedimentos construtivos da indústria da construção civil adotados em construções, reformas, demolições, obras de terraplanagem, pavimentações e quaisquer obras que gerem resíduos sólidos, deverão implementar o sistema de logística reversa para esses resíduos, segregando-os na origem, por classe, nos termos da Resolução CONAMA 307 e destinando-os a usinas de reciclagem”.

Com isso, a Prefeitura Municipal de Fortaleza (PMF), por intermédio da Secretaria Municipal de Infraestrutura de Fortaleza (SEINF) vem utilizando aterro com solo adquirido por reciclagem de RCD Classe A, nas camadas de sub-base de pavimentos de vias públicas com material produzido a partir de usinagem e mistura de RCD e nas camadas de base de pavimento com solo-brita obtido por reciclagem de RCD Classe A.

A construção civil é sem dúvida a maior geradora de resíduos em toda a sociedade. Tendo-se em vista a escassez de áreas próprias para receber este tipo de material e os recursos demandados por estes é que se buscam formas para diminuição dos desperdícios produzidos nesta atividade (SCHENINI; BAGNATI; CARDOSO, 2004).

Os resíduos de construção e demolição são entulhos oriundos de demolição de estruturas de residência, edifícios e pontes, na maioria das vezes, estes resíduos são um problema de limpeza pública, causando poluição do ambiente. Com isso, se faz necessário o estudo de técnicas para o uso destes resíduos em obras.

Uma destas técnicas é a utilização dos RCD em obras de pavimentação, mais especificadamente nas camadas de base e sub-base. A sua utilização gera muito benefícios, dentre eles, a redução da exploração de jazidas, e como consequência a redução da emissão de gás carbônico na atmosfera causados pelo transporte deste material, assim como o custo do material usado na pavimentação de vias públicas, seria menor, visto que traria redução de custos à administração pública e conseqüentemente a toda população.

Assim, este trabalho tem por objetivo principal analisar o desempenho do RCD nas camadas de base de pavimentação, na cidade de Fortaleza, na Avenida Paulino Rocha por meio da análise dos resultados de ensaio de granulometria, compactação, limites de liquidez e plasticidade e Índice de Suporte Califórnia e do comparativo de custo de uso e custo dos materiais reciclados e não-reciclados.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Resíduos de construção e demolição no Brasil

Segundo a Resolução 307 do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA (2002), os resíduos de construção civil são: os provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliças ou metralha.

No Brasil, segundo o Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2012b), a meta é que todas as regiões do país estejam aptas a reciclar seus resíduos até 2027 por meio de unidades de recuperação, com eliminação das áreas de disposição irregular (bota-foras) até 2014.

A construção civil é uma ampla geradora de resíduos sólidos e este assunto vem sendo abordado no cenário brasileiro, principalmente, depois da validação da Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS), em 2011, que regularizou o setor, fazendo com que o gerenciamento de resíduos possa trabalhar nas ações operacionais que almejam reduzir a produção de resíduos em uma atividade.

Segundo a Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – PNSB (2008) os vazadouros a céu aberto, conhecidos como “lixões”, ainda são o destino final dos resíduos sólidos em 50,8% dos municípios brasileiros, mas esse quadro teve uma mudança significativa nos últimos 20 anos.

## 2.2. Classificação dos resíduos

No Brasil, os resíduos sólidos são classificados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), como também pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

De acordo com a NBR 10.004, no meio industrial, há classificação dos resíduos sólidos na qual é dividida conforme sua corrosividade, toxicidade, inflamabilidade, reatividade e patogenicidade, são eles:

- Resíduos de Classe I (considerados perigosos) – são os resíduos sólidos ou misturas de resíduos que tem “características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade, podem apresentar riscos à saúde pública”;

- Resíduos de Classe II A (considerados não inertes) – são os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não se encaixam na Classe I (considerados perigosos) ou na Classe II B (considerados inertes). Estes resíduos podem ter características como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água;

- Resíduos de Classe II B (considerados inertes) – contemplam os resíduos sólidos ou mistura de resíduos sólidos que não poluem porque não modificam o solo e nem a água. Quando em contato com ambos não liberam substâncias que possam prejudicar o meio ambiente. Exemplos destes materiais são as rochas, tijolos, vidros e alguns tipos de borrachas e plásticos que não são de fácil decomposição.

Já segundo o CONAMA, na sua resolução de nº 307/2002, são estabelecidas diretrizes para a gestão dos resíduos da construção civil, regulando os atos essenciais de modo a reduzir os impactos ambientais, os resíduos são classificados em quatro classes:

- Classe A - São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

- I) Materiais de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura inclusive solos provenientes de terraplanagem;

- II) Materiais de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto;

- III) Materiais de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meios-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras.

- Classe B - São os resíduos recicláveis, tais como: plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e outros.

- Classe C - São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem/recuperação, tais como isopor.

- Classe D - São os resíduos perigosos originados do processo de construção, tais como: tintas, solventes, óleos e materiais contaminados em demolições ou reformas de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros.

## 2.3. Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS

Outro meio autorizado para a gestão dos resíduos de construção e demolição é a Lei Federal nº 12.305, validada em 02 de agosto de 2010, na qual instituiu a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS).

A lei delibera os conceitos, objetivos e mecanismos, assim como suas diretrizes relacionadas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos às responsabilidades dos geradores e do poder público.

A PNRS define os seguintes instrumentos:

- O compromisso compartilhado pelo ciclo de vida dos produtos;

- Não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos;

- A cooperação técnica e financeira entre os setores público e privado para o desenvolvimento de pesquisas de novos produtos, métodos, processos e tecnologias de gestão, reciclagem, reutilização, tratamento de resíduos e disposição final ambientalmente adequada de rejeitos;

- A partir de 02 de agosto de 2014, a prefeitura e os geradores de resíduos só poderão dispor nos aterros sanitários os rejeitos e não mais os resíduos aptos à reciclagem.

SEUMA (2015) destaca que quanto a elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), recomenda-se o uso da classificação conforme a NBR nº 1004/2004 (perigosos e não perigosos). Para o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS), recomenda-se a classificação, bem como as diretrizes de manejo de RSS apresentados na Resolução da Diretoria Colegiada da Anvisa (RDC) Anvisa nº 306/2004. Os Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil devem classificar os resíduos gerados em obras de construção, demolição, reformas e reparos conforme preconizado na Resolução Conama nº 307/2002.

## 2.4. Utilização dos resíduos sólidos na construção civil

Dentro das diversas utilizações encontradas para reaproveitamento do RCD, a aplicabilidade do seu reuso para fabricação de agregado em obras de pavimentação asfáltica é uma das alternativas mais simples e eficazes (VIEIRA & DAL MOLIN, 2004).

O intenso consumo de materiais oriundos da construção civil vem trazendo uma preocupação com a sua

utilização. Com a questão da quantidade e destinação apropriada, políticas ambientais vêm sendo argumentados ao longo dos anos para diminuir os riscos da poluição.

Segundo Lima (2002), após a geração do resíduo, é necessário gerenciá-lo da melhor maneira possível. Alguns precisam de tratamento, outros podem ir para a reciclagem, muitos vão direto para o aterro.

São várias as destinações possíveis para estes resíduos, como a pavimentação, o concreto e a argamassa. Portanto, recicla-se pela substituição de materiais convencionais por entulho, para diminuir os danos ao meio ambiente, e também para a preservação das reservas naturais das matérias primas (ZORDAN,1997).

### 3. ESTUDO DE CASO

O objeto de estudo desta pesquisa é uma obra realizada pela Prefeitura Municipal de Fortaleza localizada na Avenida Paulino Rocha (Figura 1), entre a Avenida Alberto Craveiro e a BR-116, no Bairro Cajazeiras.

Nessa obra utilizou-se agregados de resíduos nas camadas de base e sub-base do pavimento. A Figura 2 apresenta um trecho da Av. Paulino Rocha em sua execução. Durante a execução do projeto, seguindo as diretrizes da Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, a PMF executou a pavimentação, dos trechos correspondentes as estacas 23+10.00 a 79, utilizando agregado reciclado de RCD, atribuiu a essa utilização um percentual de 100% de material reciclado de RCD nas camadas de base e sub-base da primeira etapa da obra e 75% de material reciclado de RCD + 25% de agregado natural – brita 1 para as camadas de base e sub-base executadas na segunda fase. As Figuras 3, 4 e 5 apresentam a execução da base em BGS (Brita Graduada Simples) reciclado nas estacas 36+00m e 37 e a execução do revestimento asfáltico, respectivamente.



**Figura 1** – Localização da Av. Paulino Rocha  
**Fonte:** Google Earth, 2019.



**Figura 2** – Av. Paulino Rocha em sua execução  
**Fonte:** Prefeitura de Fortaleza, 2014



**Figura 3** – Execução da base em BGS reciclado, na Av. Paulino Rocha, estaca 36+00m  
**Fonte:** Prefeitura de Fortaleza, 2014



**Figura 4** – Execução da base em BGS reciclado, na Av. Paulino Rocha, estaca 37.  
**Fonte:** Prefeitura de Fortaleza, 2014



**Figura 5** – Execução do revestimento asfáltico  
**Fonte:** Prefeitura de Fortaleza, 2014



### 3.1. Ensaios realizados

Foram analisadas as amostras de 1 a 10 em campo, indicadas no Figura 6, para a realização dos ensaios de CBR, compactação, granulometria e limite de liquidez e plasticidade. Na Tabela 1 observar o resumo dos resultados de cada amostra ensaiada, indicando: percentual passante nas peneiras, energia utilizada no ensaio de compactação, massa específica aparente seca, umidade ótima, expansão e CBR.

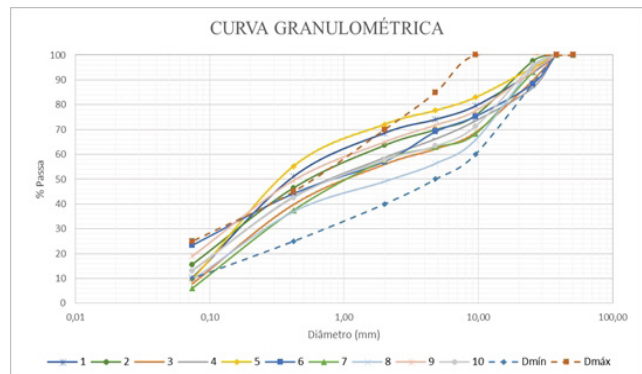


**Figura 6** – Localização do objeto de estudo  
**Fonte:** Autor, 2019.

	Abertura da Peneira		Amostra 1	Amostra 2	Amostra 3	Amostra 4	Amostra 5	Amostra 6	Amostra 7	Amostra 8	Amostra 9	Amostra 10
	Pol.	mm.										
%PASSA	2"	50,80	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1 1/2"	38,10	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	1"	25,40	93,07	97,63	89,83	86,85	94,94	88,42	93,11	95,06	93,43	95,9
	3/8"	9,50	79,49	75,71	68,83	73,5	82,95	75,28	68,25	65,81	77,5	71,28
	Nº 4	4,80	74,07	69,95	62,19	66,22	77,7	69,16	62,91	56,32	71,8	63,36
	Nº 10	2,00	68,59	63,62	55,97	58,67	72,09	57,11	57,63	49,07	64,96	57,68
	Nº 40	0,42	51,06	46,5	39,78	42,85	55,25	44,2	37,46	36,94	49,51	42,57
	Nº 200	0,07	10,14	15,65	7,83	13,16	9,51	23,36	6	9,39	18,92	13,04
Massa Esp. Aparente Seca Máxima (g/cm³)			2,077	2,077	2,08	2,088	2,073	2,092	2,083	2,101	2,082	2,081
Umidade Ótima (%)			7,9%	8,3%	7,7%	7,2%	7,8%	7,3%	7,7%	7,3%	8,3%	7,4%
CBR (%)			84,3	96,2	93,1	98,1	114,8	91,9	80,3	90	94,3	93,3
Expansão (%)			0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0	0,1	0	0

**Tabela 1** – Resumo dos ensaios realizados  
**Fonte:** Autor, 2019.

Na Figura 7 são indicadas as curvas granulométricas pertencentes às amostras de 1 a 10. Segundo o método da United States Army Corps of Engineers (USACE), com ampla atuação em construção de barragens, canais e proteção contra inundações nos Estados Unidos da América, os ensaios granulométricos foram representados na faixa de projeto D, com seus resultados aproximados, apresentando assim um controle de granulometria adequado para sua utilização. No Quadro 1 é descrito o percentual passante da faixa de projeto D, de acordo com a USACE.

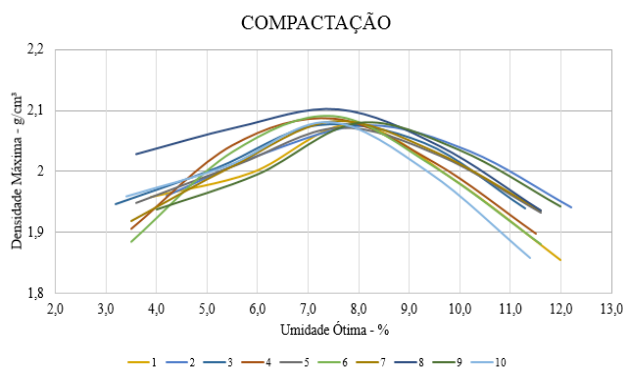


**Figura 7** – Curvas granulométricas das amostras  
**Fonte:** Autor, 2019

Faixas de projeto	D
Peneiras	% em peso passante
2"	-
1"	100
3/8"	60-100
Nº 4	50-85
Nº 10	40-70
Nº 40	25-45
Nº 200	10-25

**Quadro 1** - Faixa de projeto D, segundo USACE  
 Fonte: DNIT, 2006

Na Figura 8 são indicadas as curvas de compactação percententes às amostras de 1 a 10. Mostra-se com maior clareza os ensaios de compactação das 10 amostras, as suas diferenças umidades e densidades, embora sejam amostra do mesmo material, esta variabilidade é esperada, tendo em vista a heterogeneidade do material.



**Figura 8** – Curvas de compactação das amostras  
 Fonte: Autor, 2019.

PEm relação aos valores de CBR adquiridos nos ensaios (Tabela 1), houve variação entre 80,3% e 114,8%, o que atende às necessidades da camada de base. Os valores de expansão variaram de acordo com a amostra de 0% a 0,2%, obedecendo, portanto, à regra de expansibilidade menor ou igual a 0,5% para base de pavimento.

### 3.2. Análise de custos

Serão apresentados os custos de utilização de resíduos de construção e demolição para aplicação como base do pavimento da obra em estudo, levando em consideração os custos do material e transporte da usina até a obra, com materiais tradicionalmente empregados em pavimentação.

As composições foram elaboradas para o mês referente a março de 2014, utilizando os coeficientes da Secretaria de Infraestrutura Municipal de Fortaleza (SEINF)

e os preços unitários dos insumos das tabelas do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), da Secretaria da Infraestrutura do Estado do Ceará (SEINFRA). Utilizaram-se, também, duas cotações de preços de mercado, referentes ao mês de julho de 2017, para a brita graduada reciclada e para o solo brita reciclado. Destaca-se que os preços dessas cotações de mercado foram retroagidos para o mês de março de 2014, de modo a proporcionar um preço global para os serviços brita graduada simples reciclada e solo brita reciclado.

Os materiais escolhidos para serem comparados com o material de RCD, foram a brita graduada simples (BGS) e o solo brita com 50% de brita. No Quadro 2 são apresentados os custos unitários de serviço para execução da camada de base, utilizando material proveniente de jazida natural.

Custos Unitários de Serviços				
Local	Material	Tabela	Unid.	Custo
Jazida Natural	Base em brita graduada simples (BGS)	SEINF	m <sup>3</sup>	R\$81,33
		SINAPI	m <sup>3</sup>	R\$83,42
		SEINFRA	m <sup>3</sup>	R\$83,25
	Base em solo brita com 50% de brita	SEINF	m <sup>3</sup>	R\$94,78
SEINFRA		m <sup>3</sup>	R\$57,66	

**Quadro 2** - Custo unitário de serviço para execução da camada de base, utilizando material da jazida natural.  
 Fonte: Autor, 2019.

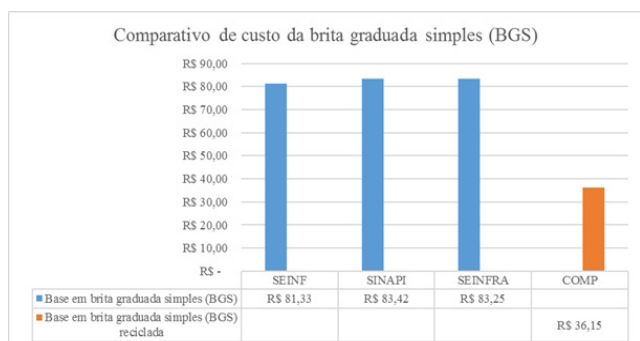
De acordo com a tabela acima, para a execução da camada de base de brita graduada simples (BGS), pela tabela da SEINF, temos seu custo de R\$ 81,33 por m<sup>3</sup>, pela tabela da SINAPI temos seu custo de R\$ 83,42 e pela SEINFRA temos R\$ 83,25. Tornando assim a BGS o material com o melhor custo-benefício.

No Quadro 3, são apresentados os custos unitários de serviços provenientes de material reciclado de RCD, utilizando na composição um insumo com custo de brita graduada simples reciclada de R\$ 21,39 e solo brita com 50% de brita reciclada de R\$ 25,67.

Custos Unitários de Serviços				
Local	Material	Tabela	Unid.	Custo
Jazida Natural	Base em brita graduada simples (BGS) reciclada	COMP	m <sup>3</sup>	R\$36,15
	Base em solo brita com 50% de brita reciclada	COMP	m <sup>3</sup>	R\$40,43

**Figura 4** – Custo unitário de serviço para execução da camada de base, utilizando material reciclado  
 Fonte: Autor, 2019.

Para a realização da camada de base de um pavimento, oriundo de agregado reciclado, o BGS, conforme a composição realizada, tem um custo de R\$ 36,15, tornando-o o material mais econômico em relação ao solo brita com 50% de brita, que pela composição realizada tem um custo de R\$ 40,43. Na Figura 9 é apresentado um comparativo do custo unitário do BGS proveniente de jazida natural e reciclado.



**Figura 9** – Comparativo do custo unitário do BGS, tanto da jazida natural  
**Fonte:** Autor, 2019.

Na Figura 10 é realizado um comparativo do custo unitário do solo brita com 50% de brita e material reciclado.



**Figura 10** – Comparativo do custo unitário do solo brita e da jazida natural  
**Fonte:** Autor, 2019.

Como mostrado no gráfico, o custo da BGS reciclada realizada pela composição é de 56,67% mais econômico do que o BGS da jazida natural, pela tabela SEINFRA. Já o solo brita com 50% de brita reciclado de acordo com a composição realizada é acessível pois tem uma economia de 29,88% em vista do mesmo material proveniente da jazida natural pela tabela SEINFRA.

#### 4. CONCLUSÃO

Diante do estudo realizado, nota-se que o crescimento da cidade de Fortaleza está interligado ao aproveitamento de agregados de resíduos nas camadas de pavimentos urbanos, visto que, após o processo de reciclagem, o RCD se tornou uma alternativa segura de utilização em

pavimentos, uma vez que os resultados dos ensaios em laboratórios mostram que esses materiais reciclados têm a capacidade de substituição de agregados naturais usados na pavimentação, além disso se enquadram nos padrões normativos da ABNT e DNIT.

O custo da utilização de um material reciclado interfere nitidamente no orçamento de uma obra pública de pavimentação, visto que chega a ter uma economia de 56,67% em relação a um material natural. Esta economia não somente beneficia o órgão público, como também a população e o meio ambiente, visto que a disposição correta de resíduos de construção civil tem um impacto benéfico.

Além disso, os resultados do CBR que é o principal ensaio para caracterização dos pavimentos, mostram-se com valores dos resultados acima do necessário, variando de 80,3% a 114,8%, de acordo com as especificações do DNIT (2006), na qual cita 80% o valor mínimo para uso na camada de base.

Assim como o CBR, os resultados dos ensaios de curva granulométrica, cujo valores estão limitados na faixa de projeto D do método USACE e de compactação, na qual o valor das 10 amostras do mesmo material tem uma pequena variação de densidade máxima e umidade ótima próxima a média da mesma, que é de 7,69%, conseguiram atender as normas da NBR 15.115/2004, na qual define as condições para uso do material na base de pavimentos.

#### REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10.004: Resíduos Sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 15.115: Agregados reciclados de resíduos sólidos da construção civil – Execução de camadas de pavimentação – Procedimentos. Rio de Janeiro: 2004.
- BAGATINI, Felipe. Resíduos de Construção Civil: Aproveitamento como base e sub-base na pavimentação de vias urbanas. 2011. 72 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.
- BRASIL. Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Lei 12.305) – Ministério do Meio Ambiente. Brasília, DF: Governo Federal, 2010.
- BRASIL. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, 2002.
- BRASIL. Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, 2002.
- DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA DE TRANSPORTES - DNIT. Manual de Pavimentação. 3. ed.



Rio de Janeiro, 2006. 274 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Pesquisa Nacional de Saneamento Básico - PNSB, Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

LIMA, J.D. Gestão De Resíduos Sólidos Urbanos No Brasil. Rio de Janeiro. ABES, 2002. 267 p.

SECRETARIA MUNICIPAL DE MEIO AMBIENTE E CONTROLE URBANO - SEMAM. Portaria 48/2011. Fortaleza, CE. Publicada em 31 de maio de 2011.

SCHENINI, P. C.; BAGNATI, A. M. Z.; CARDOSO, A. C. F. Gestão de Resíduos da Construção Civil. COBRAC 2004 - Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário. Anais UFSC, Florianópolis, 2004. Disponível em <[http://www.geodesia.ufsc.br/geodesia-online/arquivo/cobrac\\_2004/092.pdf](http://www.geodesia.ufsc.br/geodesia-online/arquivo/cobrac_2004/092.pdf)> Acesso em: 08 fev. 2018.

SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO E MEIO AMBIENTE - SEUMA. Manual para Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Fortaleza, Ceará. 2015. Disponível em: <[https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/manuais/manual\\_para\\_gerenciamento\\_de\\_residuos\\_solidos.pdf](https://urbanismoemeioambiente.fortaleza.ce.gov.br/images/urbanismo-e-meio-ambiente/manuais/manual_para_gerenciamento_de_residuos_solidos.pdf)>

VIEIRA, G. L.; DAL MOLIN, D. C. C. Viabilidade Técnica da Utilização de Concretos com Agregados Reciclados de Resíduos de Construção e Demolição. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 47-63, dez. 2004.

ZORDAN, S. E., A Utilização do Entulho como Agregado na Confecção do Concreto, 1997. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Estadual de Campinas.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7217-1883>

**JOYCE OLIVEIRA SANTOS** | Universidade de Fortaleza | Engenharia Civil | Fortaleza, (CE) - Brasil | E-mail: joyceoliveira@outlook.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6311-0440>

**CARLA BEATRIZ COSTA DE ARAÚJO, M.Sc.** | Universidade Federal do Ceará | Engenharia Civil | Fortaleza, (CE) - Brasil | Correspondência para: Rodovia BR-226, Km 03, s/n, Crateús - CE, 63700-000 | E-mail: carlabeatriz7@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7217-1883>

**THIAGO MOURA DA COSTA AYRES** | Universidade de Fortaleza | Engenharia Civil | Fortaleza, (CE) - Brasil | E-mail: thiagoayres1@hotmail.com

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

SANTOS, Joyce Oliveira; ARAÚJO, Carla Beatriz Costa de; AYRES, Thiago Moura da Costa. Análise da Utilização de RCD em Obras de Pavimentação na Cidade de Fortaleza. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 65-72, jul. 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.n3.65-72>.

**DATA DE ENVIO:** 13/03/2019

**DATA DE ACEITE:** 01/07/2019

# MATERIAIS PARAMÉTRICOS: UM ESTUDO DE CASO

## PARAMETRIC MATERIALS: A CASE STUDY

EDEYN MICHELE TENEDINI, M.Sc. | USJT

LUIS O. P. L DE FARIA E SILVA, Dr. | USJT

### RESUMO

Desde de o início da década de 70 vem aumentando a preocupação da sociedade, governo e mercado, com os impactos ambientais que o planeta vem sofrendo ao longo do tempo. Como resultado desta preocupação várias entidades realizaram estudos, planejaram estratégias e criaram ações e regulamentos visando promover um desenvolvimento sustentável. A construção Civil é um setor de grande importância nos aspectos que envolvem esse desenvolvimento sustentável, principalmente por gerar grandes impactos ambientais negativos. A construção de edificações sustentáveis se tornou imprescindível para os empreendedores desse setor, sendo um fator determinante para o mercado. Nesse contexto análises feitas por simuladores (BIM) tem uma valiosa contribuição para o processo de projeto sustentável proporcionando assim estudos referentes aos materiais utilizados, aberturas e iluminação natural, facilitando o moroso trabalho de listar os materiais. O presente artigo expõe a importância e a necessidade de se definir indicadores, padrões e normas como uma forma de mensurar o desempenho das ações sustentáveis implementadas em um empreendimento, mostrando um estudo de caso no qual foram utilizadas as diretrizes de Certificação Ambiental das edificações, que através da definição de critérios, segue estratégias e regulamentos que apontam objetivamente os resultados obtidos a partir das ações implantadas, quantificando a eficiência da edificação.

**PALAVRAS CHAVE:** Eficiência energética; Materiais, Parametrização, BIM, Certificação.

### ABSTRACT

*Since the beginning of the 1970s, the concern of society, government and the market has increased with the environmental impacts that the planet has been suffering over time. As a result of this concern, several entities have carried out studies, planned strategies and created actions and regulations aimed at promoting sustainable development. Civil construction is a sector of great importance in the aspects that involve this sustainable development, mainly for generating great negative environmental impacts. The construction of sustainable buildings became essential for the entrepreneurs of this sector, being a determining factor for the market. In this context, analyzes made by simulators (BIM) have a valuable contribution to the sustainable design process, thus providing studies on the materials used, openings and natural lighting, facilitating the time-consuming work of listing the materials. This article presents the importance and necessity of defining indicators, standards and norms as a way of measuring the performance of the sustainable actions implemented in an enterprise, showing a case study in which the Environmental Certification guidelines of the buildings were used. through the definition of criteria, follows strategies and regulations that objectively point out the results obtained from the implemented actions, quantifying the efficiency of the building.*

**KEY WORDS:** Energy efficiency; Materials; Parameterization; BIM; Certification.



## 1. INTRODUÇÃO

O setor da Construção Civil é uma área de grande importância na economia brasileira, que envolve a sociedade como um todo, sendo responsável por grande movimentação no mercado. Por um outro ângulo, esse setor é responsável pelo elevado consumo de recursos naturais, enorme geração de resíduos e desperdícios diversos, causando um imensurável impacto ambiental negativo.

Por este motivo, a Construção Civil está sempre envolvida nas discussões sobre desenvolvimento sustentável, principalmente no que diz respeito a diminuição desses impactos negativos gerados por esta disciplina.

No âmbito da Arquitetura, Engenharia e construção (AEC), a definição de “sustentabilidade” nem sempre foi prioridade na elaboração dos projetos e construções, porém, devido a essas questões ambientais, sociais e econômicas, nos dias atuais este conceito vem sendo utilizado com grande destaque, como referencial de projetos. Verifica-se que tanto as instituições públicas, quanto as privadas exigem cada vez mais que profissionais da construção projetem e construam edifícios com impacto ambiental (AZHAR et al., 2009a).

Dentro deste contexto, o desenvolvimento de projetos sustentáveis na construção civil está se tornando urgente e é um processo relevante. Mas é de grande importância que se garanta que as práticas, materiais e tecnologias utilizados nesses projetos sejam realmente eficientes e apresentem de fato os resultados almejados, qual sejam a redução eficaz dos impactos negativos ao meio ambiente, o bem-estar dos usuários do empreendimento e um desenvolvimento sustentável para a comunidade.

A garantia de que uma edificação é de fato sustentável pode ser dada através da obtenção de uma certificação ambiental. As certificações são definidas por critérios de avaliação que visam refletir as expectativas da sociedade e dos profissionais envolvidos na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) (RÓMERO; REIS, 2012). Ao alcançarem um nível mínimo de desempenho, o edifício pode obter o certificado ambiental conforme parâmetros pré-determinados, além disso é importante observar os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Este trabalho vai destacar um dos aspectos utilizados nas análises de eficiência energética que é determinante para se alcançar um bom resultado: a definição, identificação e caracterização dos materiais envolvidos no projeto e a correta e precisa inserção dos dados e informações sobre esses materiais nos sistemas de simulação.

O BIM (Building Information Modeling) será apresentado como uma solução para auxiliar e facilitar a realização das simulações e análises da eficiência energética das edificações.

Por se tratar de uma tecnologia que possui a modelagem paramétrica como uma das suas características relevantes, o BIM pode oferecer ferramentas que contribuem significativamente na identificação, definição e parametrização dos materiais utilizados em um projeto sustentável.

Este artigo pretende demonstrar através do estudo sobre a parametrização dos materiais na execução de simulações computacionais a importância de se fornecer parâmetros corretos para os objetos da simulação, inserir dados de materiais que condizem exatamente com o que será utilizado, prover o software com as informações precisas. Quanto mais precisa for a parametrização dos objetos melhores serão as análises apresentadas e os resultados alcançados.

## 2. CONSTRUÇÃO CIVIL E SUSTENTABILIDADE

O setor da construção civil, é um grande consumidor de recursos naturais e energia, assim como um grande gerador de resíduos. Ele utiliza, mundialmente, mais da metade dos recursos naturais extraídos do planeta na produção e manutenção do ambiente construído (DIXON, 2010).

Por esse motivo esse setor passou a buscar a utilização de novas práticas e ações que visam melhorar o desempenho energético de seus projetos, reduzindo os impactos ambientais inerentes ao seu trabalho e proporcionando melhor qualidade de vida aos seus usuários. Para isso é importante que os profissionais desse setor tenham conhecimento dos conceitos de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável.

Existe na literatura várias definições sobre os temas sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, o conceito mais conhecido é o proposto pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (World Commission on Environment and Development – WCED, 1987), no Relatório Brundtland, que afirma que desenvolvimento sustentável é o processo que “satisfaz as necessidades presentes, sem comprometer a capacidade das gerações futuras de suprir suas próprias necessidades”. O referido relatório não sugere uma parada no crescimento econômico, mas aponta para uma convivência desse com as questões ambientais e sociais. Da análise do documento acima descrito pode-se verificar que um de seus objetivos era definir estratégias de desenvolvimento sustentável nos aspectos econômicos, social, e em especial no aspecto ambiental.

Com a aplicação dos conceitos e princípios de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável a área de arquitetura, engenharia e construção passa a desenvolver projetos sustentáveis, não só com a preocupação de reduzir os impactos negativos do setor, mas também atender melhor aos anseios da sociedade e ganhar mais espaço no mercado

atual, que passam a procurar por edificações sustentáveis. O mercado vem exigindo da AEC o desenvolvimento de projetos sustentáveis, com a implantação de todos os conceitos da sustentabilidade, se comprometendo em projetar espaços saudáveis, confortáveis, economicamente viáveis e sensíveis às necessidades sociais.

Com o crescente custo da energia e crescentes preocupações ambientais, a demanda por instalações sustentáveis de construção com impacto ambiental mínimo está aumentando. (AZHAR at al., 2009).

Para atender a essa exigência do mercado, uma das soluções é buscar certificação de entidades respeitadas. Existem no mercado diversos certificados que confirmam consistência técnica ao empreendimento, distinguindo-o dos demais. A certificação é a principal garantia de sustentabilidade do empreendimento. (PINHEIRO, 2006). Essas certificações, avaliam as edificações do início ao fim do projeto, através de critérios, requisitos ou parâmetros e classificam os empreendimentos de acordo com o desempenho energético e o nível de sustentabilidade que tal edificação alcança.

É importante destacar, no entanto, que, no Brasil, essas certificações ambientais possuem caráter voluntário, sendo obrigatórias apenas em casos bem específicos e definidos pela legislação; além de poder apresentar um custo inicial bastante elevado. Por outro lado, esses fatores não impedem que vários empreendedores da área de arquitetura, engenharia e construção, também se preocupem com a realização de projetos sustentáveis, o que pode ser feito por profissionais em pequenas construtoras ou escritórios. Ações ou práticas de construção que abordam uma visão diferente de projetar podem trazer resultados positivos a uma edificação, mesmo que o principal objetivo dessa não seja obter uma certificação ambiental, como o BID na figura 1, seu principal objetivo nunca foi uma certificação.



**Figura 1** – Fachada Edifício BID.  
**Fonte:** Relatório - BID

Deve-se ressaltar que, é fundamental que ocorra a definição dessas ações ou práticas sustentáveis de construção desde o início do projeto.

As decisões mais efetivas relacionadas ao projeto sustentável de uma instalação de construção são feitas nos estágios iniciais de projeto e pré-construção (AZHAR at al., 2009).

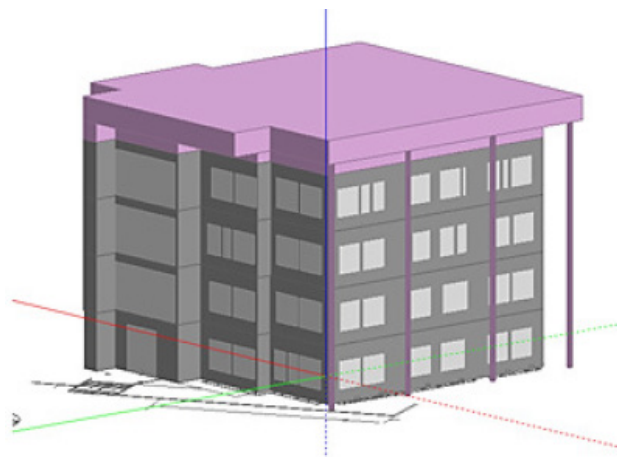
Desta forma, pode-se destacar que uma das decisões iniciais mais relevantes a se tomar no desenvolvimento de um projeto sustentável é a definição, caracterização e parametrização dos materiais a serem utilizados.

### 3. A PARAMETRIZAÇÃO DOS MATERIAIS E A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA.

A utilização racional de energia, chamada simplesmente de eficiência energética, consiste em usar menos energia para fornecer a mesma quantidade de valor energético. Por sua vez, eficiência energética é uma atividade que procura aperfeiçoar o uso das fontes de energia.

Segundo Lamberts at al (2013) a eficiência energética na arquitetura representa a possibilidade de se alcançar conforto térmico, visual e acústico utilizando-se o mínimo de energia possível, sendo considerada um atributo inerente ao edifício; ou seja, um projeto é mais eficiente que o outro, quando promove as mesmas condições ambientais com menor consumo de energia.

A figura 2 apresenta o modelo computacional desenvolvido no programa DesignBuilder, nessa simulação são observados os elementos que possuem influência direta no desempenho térmico da edificação.



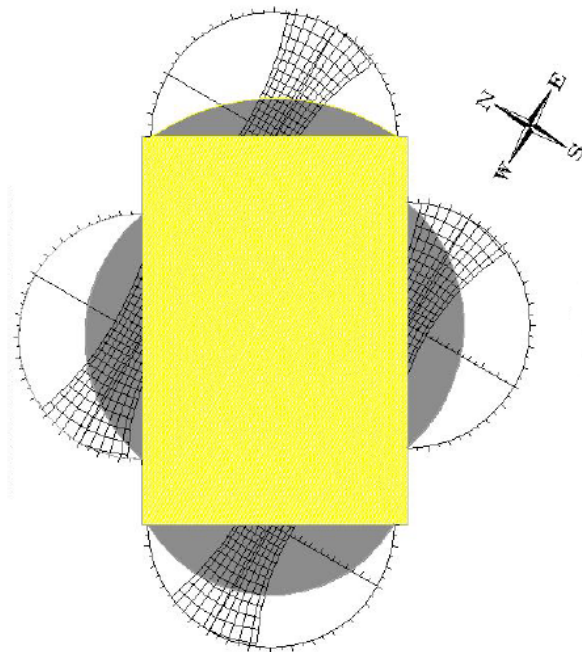
**Figura 2** – Simulação conforto térmico.  
**Fonte:** Relatório – BID.

Diante disso, a primeira etapa de qualquer projeto de edificações que pretende ser energeticamente eficiente deve ser a obtenção de um bom conhecimento dos aspectos que

influenciam no consumo de energia do edifício. A integração de ações com o objetivo de reduzir o consumo de energia significa realizar um planejamento inteligente.

Para avaliar realisticamente o desempenho do edifício nas fases iniciais de projeto e pré-construção, é necessário ter acesso a um conjunto abrangente de conhecimentos sobre a forma, os materiais, o contexto e os sistemas técnicos de um edifício. (AZHAR et al., 2009).

A preocupação com a orientação do edifício em relação ao sol, o aproveitamento da luz natural e a correta utilização dos materiais podem ser ações que proporcionam um levado ganho no desempenho energético de uma edificação. A figura 3 mostra em amarelo a indicação da área do terreno e o estudo de sombreamento necessário para proteção da radiação solar direta por meio de cartas solares.



**Figura 3** – Estudo dos ângulos de sombreamento  
 Fonte: Relatório – BID.

A definição e a classificação do material em detrimento de outro devem ser feitas considerando sua capacidade de reduzir o consumo de energia. Segundo Souza (2004) os materiais e tecnologias utilizados em um projeto vão favorecer mais ou menos o aproveitamento dos recursos naturais e contribuir para a redução do consumo de energia na edificação (SOUZA, 2004).

Mais uma vez pode-se constatar a necessidade de se conhecer com precisão os materiais definidos para a construção de um edifício sustentável.

A determinação dos materiais para o projeto faz parte das diretrizes para a sustentabilidade sendo um critério que pode definir o nível de sustentabilidade de uma edificação. Do estudo realizado entre as várias certificações vigentes no Brasil, pode-se constatar que elas utilizam como um dos seus critérios de avaliação uma análise sobre os materiais utilizados no projeto.

Como parte da presente pesquisa, foi estudado o caso do Banco Interamericano de Desenvolvimento - BID, no qual foi solicitado pelo Grupo Justi, um relatório de sustentabilidade, realizado pela empresa Quali-A, um Organismo de Inspeção de Eficiência Energética de Edifícios acreditada pelo INMETRO. Para esse projeto foram considerados os requisitos e diretrizes necessárias, assim como as preocupações existentes para se alcançar a sustentabilidade do projeto, e foram definidas as principais metas, focando na satisfação e qualidade de vida dos usuários.

Segundo Lamberts (2008) a definição das diretrizes de sustentabilidade é feita buscando estabelecer para o projeto, desde sua concepção, as premissas de economia de energia e água, redução da produção de resíduos nos canteiros de obras, redução de custos ao longo da vida útil do empreendimento e bem-estar do usuário.

No caso do BID, objeto de estudo do presente trabalho, para o desenvolvimento desse projeto sustentável, foram utilizados além das diretrizes, critérios e regulamentos dos Programas PBE Edifica e AQUA, softwares específicos dessas certificações que promovem a simulação das condições bioclimáticas, de iluminação natural, conforto térmico, envoltória, condicionamento de ar, entre outros critérios.

O PBE Edifica é um sistema de Etiquetagem que compõe o PBE (Programa Brasileiro de Etiquetagem) e foi desenvolvido pela Eletrobrás/PROCEL em parceria com o Inmetro, que promove a avaliação da eficiência energética de edificações residenciais, comerciais, de serviços e públicas, em parceria com o Inmetro. (PBE EDIFICA, 2018)

O Processo AQUA-HQE é uma certificação de construção sustentável baseada na certificação francesa Démarche HQE (Haute Qualité Environnementale), e desde 2008, foi implementada no Brasil pela Fundação Vanzolini. Ao ser aplicada no Brasil essa certificação foi adaptada à realidade das normas e práticas brasileiras, visando uma Alta Qualidade Ambiental do Empreendimento de Construção (VANZOLINI, 2018).

Os softwares utilizados no desenvolvimento do projeto do BID, com a finalidade de realizar as simulações dos critérios definidos pelas certificações foram o Revit



Architecture que segundo Justi (2008), é uma plataforma que pode ser utilizada em todas as fases do projeto, desde o design arquitetônico até a geração de documentação, ele está segmentado em Revit Architecture, para o arquitetônico, Revit Structure, para o estrutural e Revit MEP, para as instalações prediais; o EnergyPlus, que está embutido no Revit, analisa tanto o consumo de energia para aquecimento, resfriamento, ventilação, iluminação e cargas de plug e processo, como também o uso da água em edifícios; o ENVI-met, que é um software gratuito, oferece um modelo microclimático tridimensional para simular as interações entre o solo, a superfície (vegetação, área urbana) e atmosfera na microescala urbana (BRUSE e FLEER, 1998), entre outros.

O projeto do BID foi realizado para a construção do edifício no município de Manaus, e alcançou as duas certificações ambientais, a saber PBE Edifica e AQUA-HQE. Para esse projeto verificou-se que as escolhas dos materiais corretos puderam garantir a durabilidade e a adaptabilidade, assim como podem facilitar a conservação e diminuir os impactos socioambientais da edificação.

Restou claro, dos estudos realizados nessa pesquisa, que o projeto de arquitetura é responsável por relacionar com o máximo de clareza o maior número de informações possível sobre a exigência do produto e do fornecedor. É importante enfatizar que deve haver atenção com relação a essas informações, pois uma especificação incompleta pode gerar erros de compras por parte da construtora, comprometendo a qualidade do empreendimento.

Foi possível constatar também que, inserir os parâmetros desejados de forma correta e precisa é determinante para o projeto; como exemplo pode-se citar que deve ser informada no memorial do projeto a previsão de vida útil do edifício desejada, de acordo com adaptabilidade dos materiais. O memorial deve demonstrar que a escolha dos materiais considerou a vida útil destes e a evolução do edifício ao longo do tempo.

No projeto do BID, uma edificação certificada, desenvolvida na Plataforma BIM, foram previstas possíveis adaptações do edifício para diferentes necessidades de uso. Foram realizadas reflexões e medidas para permitir uma mudança ou uma evolução do uso do edifício (estrutura, redes).

A empresa Quali-A, recomendou ainda, nesse projeto, a utilização do mesmo módulo de forro, piso, luminárias, portas, divisórias e esquadrias visando facilitar esta visão de adaptação do layout ao longo do tempo, destacando dessa forma como a parametrização dos materiais é uma ação determinante no projeto.

Nesse mesmo contexto, é importante destacar ainda que na especificação dos materiais (piso, tetos, paredes, esquadrias, vidros, fachadas, dispositivos de sombreamento, telhados e coberturas), o projeto deve deixar claro que a escolha é feita em função da conservação desses materiais, e que eles possuam um baixo impacto ambiental (energia, CO<sub>2</sub> ou resíduos). A precisão dessas informações é tão importante que, segundo a Quali-A, os fabricantes devem comprovar os dados e o arquiteto deve ter o catálogo ou laudo técnico de todos os produtos especificados, para comprovar e garantir respaldo em sua especificação.

Além de todos esses procedimentos com relação a correta e precisa parametrização dos materiais e produtos utilizados em um projeto sustentável, deve-se procurar sempre que possível, especificar produtos com certificados confiáveis, e no caso de não encontrar no mercado, buscar evidências (provas) da inviabilidade do uso do produto. Ressalta-se que é fundamental se ter conhecimento da procedência e rastreabilidade dos recursos naturais empregados.

Deve-se salientar também da análise do projeto do BID a existência de outras recomendações com relação a escolha dos materiais a serem utilizados na obra, reforçando mais uma vez a relevância da definição e identificação correta desses materiais, assim como sua caracterização e parametrização nos sistemas de simulação. Algumas dessas recomendações são: na especificação de matérias, deve-se buscar produtos que estejam mais próximos à obra, para diminuição de emissões de CO<sub>2</sub> com o transporte; especificar madeiras e produtos de madeira certificados, FSC, PEFC ou Cerflor; e conhecer o impacto sanitário dos produtos de construção na qualidade do ar interno, entre outras.

Outrossim, é importante salientar que não só a escolha dos produtos, sistemas e materiais são importantes, mas ao se processar uma simulação, uma análise ou um estudo é de suma importância a correta definição, caracterização e parametrização de todos os elementos que vão compor o processo, a ferramenta online Webprescritivo (figura 4), foi utilizada para uma avaliação preliminar da envoltória.

Dados Dimensionais da Edificação		Características das Aberturas	
ATOT	1782.55 m <sup>2</sup> ? FA: 0.17 ?	FS	0.42 ?
Apcob	297.94 m <sup>2</sup> ?	PAF <sub>T</sub>	26.5 % ?
Ape	366.17 m <sup>2</sup> ?	PAF <sub>O</sub>	23 % ?
VTOT	6367.33 m <sup>3</sup> ? FF: 0.24 ?	AVS	0 ° ?
AEW	1527.35 m <sup>2</sup> ?	AHS	0 ° ?

**Figura 4** – Ferramenta Webprescritivo.  
Fonte: Labee-UFSC

O objetivo dessa ferramenta é automatizar os procedimentos de avaliação da edificação conforme as normas Brasileiras e neste contexto, o Building Information Modeling (BIM) pode auxiliar na realização de análises complexas de desempenho de edifícios para garantir um projeto de construção sustentável otimizado.” (AZHAR et al., 2009).

### 3.1. O BIM e a parametrização dos materiais em um projeto sustentável

O Building Information Modeling (BIM) representa o processo de desenvolvimento e uso de um modelo gerado por computador para simular o planejamento, projeto, construção e operação de uma instalação de construção. O modelo resultante, um Building Information Model, é uma representação digital inteligente, paramétrica e orientada a objetos, rica em dados, a partir da qual as visualizações e os dados apropriados às necessidades de vários usuários podem ser extraídos e analisados para gerar informações que possam ser usadas para tomar decisões e melhorar o processo de entrega da instalação (AZHAR et al., 2009).

O BIM fornece um ambiente virtual de todos os componentes da construção, incluindo conjuntos de dados específicos, como componentes geométricos e de material, para gerar um modelo de produto de construção (EASTMAN et al., 2008).

Como o BIM permite que informações multidisciplinares sejam sobrepostas em um modelo, ele cria uma oportunidade para que medidas de sustentabilidade e análise de desempenho sejam realizadas durante todo o processo de design (AUTODESK, Inc., 2008; SCHUETER e THESSLING, 2008).

Uma das características relevantes da plataforma BIM é a modelagem paramétrica, que é um conceito de desenvolvimento que trabalha com a orientação a objetos,

o que significa que cada objeto é definido individualmente pelos seus detalhes e, posteriormente, organizados e classificados de acordo com a similaridade ao modelo, nesta forma de desenvolvimento são definidos atributos fixos e variáveis aos objetos. Os atributos são informações relativas às diversas características destes objetos. Os atributos fixos são definidos a partir de propriedades como forma, custo, utilidade, entre outras; os atributos variáveis são estabelecidos a partir de parâmetros e regras de forma que os objetos possam ser automaticamente ajustados de acordo com as alterações do projeto efetuadas pelo usuário (EASTMAN et al., 2011).

Utilizando-se da parametrização dos objetos, atualiza-se automaticamente os modelos e o banco de dados do projeto através da variação dos parâmetros e regras definidas e alteradas pelo usuário. Esta característica pode ser considerada o divisor de águas entre os softwares de desenvolvimento de projetos CAD e os da plataforma BIM (EASTMAN, C. et al., 2011).

A capacidade de modelagem paramétrica do BIM permite a geração e gestão da informação do edifício (SACKS et al., 2004).

A modelagem paramétrica traz como um dos seus maiores benefícios a diminuição dos erros de desenho e a facilidade nas modificações de projeto, sendo que os profissionais da área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) devem sempre estar atentos na precisão e correção das informações e dados inseridos no sistema.

Além disso, a capacidade de modelagem paramétrica do BIM ajuda os arquitetos a examinar várias alternativas de projeto (RAHMANI Asl et al., 2014).

O grau de precisão da modelagem paramétrica será determinado pela variedade e a qualidade das regras e parâmetros estabelecidos (RUSCHEL, ANDERY, et al., 2010).

Nessa medida, os métodos de projeto paramétrico baseados em BIM podem ser integrados à arquitetura cinética para sugerir um processo de decisão de projeto sistemático que permita que os edifícios respondam a mudanças climáticas sazonais específicas, incluindo as variações da radiação solar e direção do vento (WANG et al. 2010)

Diante de todo o exposto, constata-se que o BIM pode facilitar os processos muito complexos de design sustentável, tais como iluminação natural e acesso solar, bem como automatizar o trabalho penoso de atividades como inventários de materiais, estimativa de custos e cronogramas de construção durante a captura e coordenação de informações em um único modelo integrado (AZHAR et al., 2009).

Os softwares BIM possuem ferramentas que realizam de forma bastante precisa o estudo solar, de iluminação e apresentam soluções para se alcançar um nível de eficiência energética elevado, porém é de grande importância a correta entrada das informações e dados nos softwares, para que todas as simulações possam alcançar a solução mais precisa para o projeto. A inserção dos dados de materiais é uma ação fundamental no processo de simulação e análise da eficiência energética de uma edificação.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a crescente preocupação mundial com o meio ambiente e o aumento desgovernado nos impactos negativos causados pelas ações do homem durante as últimas décadas, começam a surgir movimentos no sentido de trazer soluções para promover o desenvolvimento sustentável do planeta.

O setor da Construção Civil, sendo uma parte de grande relevância econômica e social neste processo, deve ter uma participação ativa da adoção de ações sustentáveis visando promover uma melhor qualidade de vida e a preservação do meio ambiente.

Nesse contexto, surge a necessidade de se identificar um empreendimento realmente sustentável e de se definir qual o grau de sustentabilidade esse empreendimento possui.

Uma forma de se mensurar o nível de eficiência energética de uma edificação a definição de critérios, parâmetros e requisitos que devem ser atendidos por ela.

Constatou-se, na presente pesquisa, que um dos critérios fundamentais para se construir um edifício sustentável é a correta e precisa identificação, classificação e escolha dos produtos e materiais a serem utilizados.

Restou demonstrado, através da análise do relatório do BID, uma edificação certificada por duas entidades, que a definição e especificação de materiais e produtos constitui uma ação de grande importância para o projeto.

O presente trabalho demonstrou ainda que para que a escolha e definição dos materiais sejam realmente eficientes, deve-se utilizar ferramentas computacionais que auxiliam na correta parametrização dos materiais do projeto. Para isso foi apresentado o BIM como uma solução para realização da simulação computacional, que através de uma de suas principais características, a modelagem paramétrica, oferece estudos e memórias completos sobre o uso dos materiais.

Por fim, foi salientado pela autora que não apenas a escolha correta e precisa dos materiais é importante para um resultado eficiente de um projeto sustentável, mas também a inserção das informações, parâmetros, dados e características desses materiais deve ser precisa e correta.

#### REFERÊNCIAS

- Autodesk, Inc. (2008). **Improving Building Industry Results through Integrated Project Delivery and Building Information Modeling**. White Paper, Disponível em: <https://www.autodesk.com/>
- AZHAR, S.; FAROOQUI, R. U.; BROWN, J. ASC Annual International Conference. **BIM-based sustainability Analysis: An Evaluation of Building Performance Analysis Software**, Florida, 2009.
- AZHAR, at al. (2009a). **BIM for sustainable design: Results of an industry survey**. Journal of Building Information Modeling. 4. 27-28.
- BRUNDTLAND, G. H. et al. **Nosso Futuro Comum - Relatório de Brundtland**. Rio de Janeiro: FGV, 1987.
- BRUSE, M.; FLEER, H. **Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model**. Environmental Modelling & Software, v. 13, p. 373-384., 1998. ISSN 10.1016/S1364-8152(98)00042-5.
- CARLO, J. C.; LAMBERTS, R. **Development of Envelope Efficiency Labels For Commercial Buildings: effect of different variables on electricity consumption**. Energy and Buildings, Oxford, v. 40, p. 2002-2008, 2008.
- DIXON, Willmott. **The Impacts of Construction and the Built Environment**. Briefing Note. [S.l.]: 2010. Disponível em: [www.willmottdixon.co.uk/asset/download/9462](http://www.willmottdixon.co.uk/asset/download/9462)
- EASTMAN, C. et al. **BIM Handbook: a guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors**. 1. ed. [S.l.]: Wiley, 2008.
- JUSTI, A. R. **Implantação da Plataforma Revit nos critérios Brasileiros**. Gestão e Tecnologia de Projetos, Rio de Janeiro, p. 140-152, 2008.
- LABEEE. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações, 2015. Disponível em <http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/webprescritivo/index.html>
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L; PEREIRA, F.O.R.. **Eficiência energética na Arquitetura**. Rio de Janeiro: Eletrobrás Procel, 2013.
- PBEEDIFICA. **Programa Brasileiro de Etiquetagem. PBE edifica**, 2005. Disponível em: <http://www.pbeedifica.com.br> Acesso em: 6 setembros 2018.
- PINHEIRO, M. D. **Ambiente e Construção Sustentável**. 1 ed. Português: Instituto do Ambiente, 2006, 243 p. Portal VANZOLINI, 2018. **Processo AQUA – Construção Sustentável**. <https://vanzolini.org.br/aqua/> Acesso em: 15/05/2018.
- RAHMANI Asl, Mohammad & XU, Weili & SHANG, Jin

& Tsai, et al., 2014. **REGRESSION-BASED BUILDING ENERGY PERFORMANCE ASSESSMENT USING BUILDING INFORMATION MODEL (BIM)**.

ROMÉRO, M. A.; REIS, L. B. **Eficiência Energética em Edifícios**. [S.l.]: Manole, v. 1, 2012.

RUSCHEL, R. C.; ANDERY, P. R. P.; MOTTA, S. R. F.; VEIGA, A. C. N.R. **Building Information Modeling para projetistas**. In: FABRICIO, M.M.; ORNSTEIN, S.W. (org.). Qualidade no projeto de edifícios. São Carlos: Rima Editora, ANTAC, 2010.

SACKS, R, EASTMAN, C and LEE, G 2004, 'Parametric 3D modeling in building construction with examples from precast concrete', Automation in Construction, 12, pp. 291-312.

SCHUETER, A., and THESSLING, F. (2008). "Building Information Model Based Energy/Exergy Performance Assessment in Early Design Stages". Automation In Construction. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.07.003>

SOUZA, M. A. S. **Energia e arquitetura: a importância dos padrões de consumo e produção da sociedade frente ao desafio da sustentabilidade**. Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável, 1.; Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 10., 2004, São Paulo. Anais... São Paulo, 2004.

Wang, J, Li, J and Chen, X 2010 'Parametric design based on building information modeling for sustainable buildings', **Challenges in Environmental Science and Computer Engineering** (CESCE), 2010 International Conference on, pp. 236-239

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1412-6814>

**LUIS OCTAVIO PEREIRA LODES DE FARIA E SILVA, Dr.** | Universidade São Judas Tadeu - USJT | Mestrado em Arquitetura e Urbanismo | São Paulo - SP, Brasil | Email:

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2304-6701>

**EDEYN MICHELE TENEDINI, M.Sc.** | Universidade São Judas Tadeu - USJT | Mestrado Em Arquitetura E Urbanismo | São Paulo - SP | Brasil. Endereço - SQS 402 BL - L Apto 203 Brasília-DF, 70236-120 | Email: [mtnedni@gmail.com](mailto:mtnedni@gmail.com)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

SILVA, Luis Octavio Pereira Lodes de Faria e; TENEDINI, Edeyn Michele. Materiais Paramétricos: Um Estudo de Caso. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 73-80, jul. 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.n3.73-80>

**DATA DE ENVIO:** 13/03/2019

**DATA DE ACEITE:** 29/07/2019

# OPORTUNIDADES PARA A DIFUSÃO DA ENERGIA EÓLICA E SOLAR EM SISTEMAS ISOLADOS NO BRASIL: BARREIRAS E FACILIDADES EVIDENCIADOS NA LITERATURA

*OPPORTUNITIES FOR THE DIFFUSION OF WIND AND SOLAR ENERGY IN SYSTEMS ISOLATED IN BRAZIL: BARRIERS AND FACILITIES EVIDENCED IN THE LITERATURE*

---

**ANNY KEY DE SOUZA MENDONÇA, Dra.** | UFSC  
**ANTONIO CEZAR BORNIA, Dr.** | UFSC

## RESUMO

Com a intenção de ampliar a produção de energia limpa e sustentável, o Brasil adotou várias estratégias para incentivar a geração de energia renovável. Esta pesquisa tem como objetivo analisar as oportunidades para a difusão da energia eólica e solar em sistemas isolados no Brasil, bem como mapear os instrumentos regulatórios, e de incentivos do setor elétrico. Para a consecução destes objetivos, realiza-se pesquisa bibliográfica e documental, bem como a revisão da literatura relacionada ao tema. Conclui-se que embora o Brasil tenha desenvolvido várias regulamentações para o setor elétrico, à falta de planejamento do setor e de execução das políticas públicas, dificulta o desenvolvimento de cadeia produtiva nacional, criando várias barreiras para sua difusão.

**PALAVRAS CHAVE:** Energia eólica; Aerofólios cabeados; Energia solar; Política energética; Sistemas isolados

## ABSTRACT

*With the intention of increasing the production of clean and sustainable energy, Brazil has adopted several strategies to encourage the generation of renewable energy. This research aims to analyze the opportunities for the diffusion of wind and solar energy in isolated systems in Brazil, as well as to map the regulatory instruments and incentives of the electric sector. In order to achieve this objective, bibliographical and documentary research is carried out, as well as the literature review related to the theme. It is concluded that although Brazil has developed several regulations for the electric sector, lack of planning of the sector and implementation of public policies, it hinders the development of the national productive chain, creating several barriers for its diffusion.*

**KEY WORDS:** Wind Energy; Wired airfoils; Solar energy; Energy Policy; Isolated Systems





## 1. INTRODUÇÃO

A matriz energética mundial está passando por profundas transformações. Os recursos convencionais de combustível, estão esgotando-se rapidamente, e parecem não ser capazes de atender à demanda crescente de eletricidade no futuro, além de que, a poluição causada por esses recursos trazem preocupações ambientais (MAHESH E SANDHU, 2015).

Em virtude da crescente necessidade de eletricidade pela sociedade, sobretudo, nos países em desenvolvimento, o estabelecimento de novas políticas energéticas passam a ser um grande desafio (BANOS *et al.*, 2011). Se por um lado o crescimento populacional e das economias dos países exigem um aumento na oferta de energia, por outro lado a crescente preocupação com o meio ambiente e com as mudanças climáticas causada pela ação do homem sobre o planeta, impõem restrições na nova composição da matriz energética, sobretudo com ênfase nas estratégias de economia de energia e na sustentabilidade (DOVI *et al.*, 2009; KAYGUSUZ, 2009; FRIEDLER, 2010).

O acesso à eletricidade está profundamente ligada ao desenvolvimento humano. No entanto, um grande percentual da população mundial ainda não tem acesso à eletricidade e seu potencial benefício. De acordo com dados presentes no Energy Access Outlook 2017 (IEA, 2017), estima-se que 1,1 bilhão de pessoas, 14% da população mundial não tenha acesso à eletricidade. Aproximadamente 84% da população que não têm acesso à eletricidade, residem em áreas rurais e vivem em países em desenvolvimento. Inúmeros são os benefícios que a eletrificação rural pode trazer a uma comunidade com forte influência no índice de desenvolvimento humano (IDH). Hoje, muitas comunidades rurais, exploram a madeira, velas e querosene para suprir suas necessidades energéticas e a biomassa para cozinhar (IEA, 2017).

No Brasil, o acesso à eletricidade é um direito de todos e estabelecido pela Lei 10.438 de abril de 2002 (ANEEL, 2003). Em novembro de 2003, foi criado o Decreto n. 4.873 que instituiu o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica, "LUZ PARA TODOS" com o objetivo de suprir 100% da população brasileira até 2008 (ANEEL, 2003). No entanto, este objetivo não foi alcançado. De acordo com o último censo demográfico brasileiro realizado em 2010, cerca de 716.000 residências ainda não tinham acesso à eletricidade (IBGE, 2010). O programa "LUZ PARA TODOS" foi prorrogado para 2018, agora com o objetivo restrito à eletrificação de comunidades isoladas através de sistemas off-grid.

Este artigo tem por objetivo contextualizar a matriz energética brasileira e analisar as oportunidades para a difusão da energia eólica e solar em sistemas isolados, bem como mapear os instrumentos regulatórios, e de incentivos do setor elétrico, expondo ações que possam resolver problemas econômicos, técnicos e regulatórios que talvez sejam entraves para a geração de energia elétrica em localidades isoladas. Estimulando os negócios do setor energético, com benefícios ao desenvolvimento do país como um todo.

A metodologia é baseada em levantamento de pesquisa bibliográfica e documental. Embora muitas pesquisas se concentrem em sistemas fotovoltaicos, muitas conclusões podem ser úteis para outros sistemas de energia renovável. O artigo está organizado da seguinte forma: em primeiro lugar, é feita uma descrição dos sistemas de energias renováveis em sistemas isolados – sistemas eólicos, solar fotovoltaico e híbrido na Seção 2; o mercado de energia elétrica, a estrutura política funcional dos agentes do setor elétrico brasileiro, o ambiente de comercialização, os modelos utilizados para avaliar o comportamento estratégico de agentes de mercado e sua regulamentação, incentivos e barreiras são apresentados na Seção 3; e na Seção 4, é apresentada uma proposta para o desenvolvimento de sistemas híbridos em sistemas isolados. Finalmente, na seção 5 é apresentado a conclusão.

## 2. SISTEMAS DE ENERGIAS RENOVÁVEIS EM SISTEMAS ISOLADOS

Os sistemas de energias renováveis são fontes que possuem ampla disponibilidade na natureza, como por exemplo, a energia eólica, a solar, a biomassa, a de mares, a geotérmica, dentre outros, e que sua utilização para a geração de energia não produz poluição por queima de combustíveis fósseis, emissões de gases de efeito estufa ou radiação. A geração de energia eólica e solar fotovoltaica são uma das mais poderosas e promissoras fontes de energias renováveis e ambientalmente amigável, sem custos com combustíveis (ARGATOV E SHAFRANOV, 2016). Os sistemas de energias renováveis em sistemas isolados são sistemas de energia elétrica que não estão conectados à rede de distribuição, nomeadamente, ao Sistema Interligado Nacional -SIN. Normalmente, no Brasil os sistemas isolados são microrredes de energia elétrica que operam de maneira ilhada e apresentam como principal solução o uso de sistemas de geração a diesel (ANEEL, 2012a). No entanto, com a evolução nos custos dos sistemas de geração de energia eólica e solar fotovoltaica criou-se a oportunidade de reduzir os custos gerais de suprimento e implantar uma alternativa ambientalmente correta e mais sustentável.

## 2.1. Sistemas de energia eólica

A energia cinética do vento pode ser explorada na geração de eletricidade por meio de turbinas eólicas ou aerofólios cabeados acoplados a geradores elétricos embarcados ou em solo. A geração de energia eólica é uma poderosa e promissora fonte de energia renovável, seu potencial energético global foi avaliado em (ARCHER E CALDEIRA, 2009; ARCHER *et al.*, 2014). Mundialmente, a energia eólica vem ganhando destaque e (AHRENS *et al.*, 2013) aponta três principais razões para o seu desenvolvimento:

- O vento, assim como o sol, é uma das poucas fontes de energias renováveis que podem suprir a necessidade energética da humanidade como um todo;
- Dispositivos eólicos (turbinas e mais expressivamente aerofólios cabeados) podem atingir altitudes maiores aproveitando-se de ventos mais fortes e constantes;
- Mudanças tecnológicas nas turbinas eólicas e o avanço das pesquisas com aerofólios cabeados desempenharam um papel fundamental para a redução dos custos dos sistemas.

À medida que mais e maiores parques eólicos são construídos e a tecnologia avança, os custos da tecnologia lentamente serão reduzidos (SWISHER *et al.*, 2001). É bem conhecido na literatura que a energia disponível no fluxo de vento para a geração de energia, não aumenta apenas linearmente com a velocidade do vento, mas sim, com o cubo da velocidade do vento (ARCHER E CALDEIRA, 2009; ARCHER *et al.*, 2014). Uma importante avaliação econômica da geração de energia eólica está associada à quantidade de energia que pode ser extraída do fluxo de vento a uma altura específica (por exemplo, à 80, à 150 metros do solo ou mais). Recentemente, uma avaliação econômica de um sistema de turbinas eólicas e aerofólios cabeados em grande escala foi desenvolvido por (DE LELLIS *et al.*, 2016) com base em métodos estabelecidos para sistemas convencionais de conversão de energia eólica.

A expansão da oferta de energia elétrica foi estimulada com a criação da Lei 10.438 (BRASIL, 2002), e ampliado pelo decreto nº 4.873 que instituiu o programa nacional de universalização do acesso e uso da energia elétrica, denominado “Luz para todos” (ANEEL, 2003). Os sistemas isolados de energia obtiveram seus primeiros incentivos com a Lei nº 12.111 de 2009, que determinou o atendimento da totalidade dos seus mercados por meio de licitação, na modalidade de concorrência ou leilão, a ser realizado pela Agência Nacional de Energia Elétrica -ANEEL (BRASIL,

2009). Outro incentivo foi a resolução normativa n. 493 de 2012, que estabeleceu os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de microsistemas isolados de geração e distribuição de energia elétrica ou sistema individual de geração de energia elétrica com fonte intermitente (ANEEL, 2012a). A energia eólica recebeu incentivos em 2012 através da possibilidade de conexão à rede de distribuição e com a participação no sistema de compensação de energia elétrica, regulamentados pela REN 482/12 (ANEEL, 2012b).

## 2.2 Sistemas fotovoltaicos

O Brasil é um mercado bem desenvolvido para energias renováveis em geral e em desenvolvimento para a energia solar fotovoltaica em particular. Os painéis solares podem ser combinados com geração a diesel para redução do consumo de combustíveis fósseis, ou até eliminá-los quase por completo ao incorporar sistemas de armazenamento. A resolução normativa n. 482 de 2012 da ANEEL (ANEEL, 2012b), permitiu o acesso de micro e minigeração distribuída aos sistemas de energia elétrica nacional. A microgeração e a minigeração de energia compreende um sistema gerador de energia elétrica próprio, oriundo de fontes renováveis como solar, eólica, biomassa, hidráulica ou cogeração quantificada com potência:

- Microgeração distribuída: Sistema gerador de energia elétrica, com potência instalada inferior ou igual a 75 kW (Redação dada pela REN ANEEL 687, de novembro 2015);
- Minigeração distribuída: Sistema gerador de energia elétrica, com potência instalada superior a 75 kW e menor ou igual a 5MW (Redação dada pela REN ANEEL 786, de outubro de 2017).

Os painéis fotovoltaicos produzidos em larga escala são desenvolvidos com silício mono-cristalino e multi-cristalino, sua eficiência de conversão aumentou aproximadamente de 12 para 17% nos últimos dez anos (FRAUNHOFER, 2014). A energia solar representa na matriz energética brasileira, aproximadamente 1% de capacidade total de geração (ANEEL, 2018b). Apesar de possuir um grande potencial para geração de energia a partir da radiação solar, muito pouco é aproveitado. Para exemplificar, no local menos ensolarado no Brasil, é possível gerar mais eletricidade solar do que no local mais ensolarado da Alemanha, que é um dos líderes no uso da energia solar fotovoltaica no mundo (IDEAL, 2018). Segundo o Atlas Brasileiro de Energia Solar, a incidência

diária de radiação solar que poderia ser aproveitada para geração de energia no país é de aproximadamente 4.444 a 5.483 Wh/m<sup>2</sup>. A energia solar pode ser considerada uma opção para alimentar a indústria, nossas casas, edifícios e sistemas isolados.

### 2.3 Sistemas híbridos eólico/solar fotovoltaico

Sistemas híbridos são sistemas que utilizam mais de uma fonte de geração de energia elétrica como por exemplo, turbinas eólicas, aerofólios cabeados, módulos fotovoltaicos, gerador a diesel, baterias, e etc. Os sistemas de energia eólica e solar funcionam normalmente em modo isolado, ou conectado à rede, sendo o sistema mais difundido devido à sua natureza de geração limpa que favorece ao meio ambiente (MAHESH E SANDHU, 2015). No entanto, a eficiência dessas fontes de geração de energia é menor devido à natureza estocástica dos recursos eólicos e solares.

Os Sistemas híbridos de energias renováveis (HRES) são uma combinação de duas ou mais fontes de energia renovável incorporado à rede de distribuição ou em sistemas isolados (off-grid) que superam a desvantagem de ser uma fonte de natureza imprevisível. De acordo com (KHARE *et al.*, 2016), estes sistemas tem capacidade de operação com menor risco de interrupção, assegurando maior confiabilidade quando comparados aos sistemas que possuem um único tipo de gerador, pois tem a possibilidade de uma fonte de geração suprir a falta da outra ou mesmo à menor geração temporária de outra fonte devido as características de complementaridade. Normalmente, os sistemas híbridos apresentam características de sistemas isolados e incorporam os seguintes equipamentos:

- Aerogeradores, turbinas hidráulicas, módulos fotovoltaicos – tecnologias de conversão de fontes renováveis;
- Geradores a diesel, a gás natural ou a gasolina – tecnologia de conversão de fontes não renováveis;
- Banco de baterias – subsistema de armazenamento de energia elétrica;
- Controladores de carga, Inversores de tensão e retificadores – sistema de condicionamento de potência.

O HRES, que combina recursos de energia eólica e solar, opera em dois modos, simultâneo e sequencial. No modo simultâneo, o sistema de geração eólico e solar produzem energia simultaneamente, enquanto que no modo sequencial, a geração ocorre alternadamente (ELHADIDY E SHAAHID, 2004).

### 3. MERCADO DE ENERGIA ELÉTRICA

O mercado de energia elétrica no Brasil de acordo com (ZUCARATO, 2003), enfrenta desafios diários para se desenvolver e melhorar, de modo a oferecer eficiência e desenvolvimento econômico por meio da competitividade e da sustentabilidade. O preço da eletricidade, deixou de ser praticado em função dos custos, e começou a ser guiado por forças econômicas, onde a eletricidade passou a ser analisada como uma commodity competitiva, dos quais os preços são resultados de leis de mercado (HOGAN, 1998; ILIC *et al.*, 2013; SCHWEPPE *et al.*, 2013).

O mercado apresenta diferentes arranjos competitivos de formação de preços, os quais estão ligados a sua própria característica de mercado. No entanto, os mercados de energia desregulamentados, independentemente do arranjo competitivo, possuem necessidades de métodos quantitativos e qualitativos orientados para avaliar o mercado, incluindo a investigação do comportamento de seus agentes e como suas relações induzem o desempenho do mercado. São apresentados na Tabela 1, dois modelos econômicos de mercado de eletricidade para formação de preço, que permitem aos agentes controle sobre as atividades comerciais.

Modelo de mercado Pool	Neste modelo as transações envolvendo a eletricidade são feitas no curto prazo, já no mercado futuro as transações envolvidas são feitas no médio e longo prazo. O ambiente de mercado <i>pool</i> envolve basicamente três tipos de sub-mercados: mercados do dia seguinte (fechado com 24 ou 38 horas de antecedência), mercados de ajuste intra-diários, e os mercados de tempo real ou equilíbrio (divergem quanto ao número de fechamento diários e a antecedência) O <i>pool</i> tem como objetivo minimizar o custo total do sistema, podendo ser classificado como dois mecanismos distintos, modelo de despacho e formação de preço: a) baseados em custos e b) baseados em ofertas. No modelo de despacho e formação de preço baseados em custos - os agentes de geração fornecem dados técnicos sobre suas usinas, que incluem os custos variáveis de operação e suas disponibilidades, ou indicam a disponibilidade de suas usinas ao operador do mercado, sendo que nenhuma oferta de preço é considerada. No modelo de despacho e formação de preço baseados em ofertas - os agentes vendedores submetem ao <i>pool</i> , suas ofertas de preço e quantidade de energia que estão dispostos a vender. Os vendedores competem pelo direito de suprir energia ao sistema. Os consumidores também podem participar fazendo ofertas de preço e quantidade a que estão dispostos a comprar de energia.
Modelo Bilateral	Os agentes estabelecem contratos de compra e venda de energia sem a necessidade de submetê-los ao <i>pool</i> , os contratos são estabelecidos diretamente entre consumidores e geradores, sem interferência, onde as quantidades e os preços são especificados entre as partes. Todas as transações bilaterais devem ser comunicadas ao operador do sistema, que analisa as contratações para cada período e determina sob certas regras, quais contratos são viáveis para serem despachados de acordo com as configurações e restrições da rede de transmissão.

Tabela 1 – Modelos econômicos de mercado de eletricidade para formação de preço.  
Fonte: Adaptado de (ZUCARATO, 2003; CONEJO *et al.*, 2010)

### 3.1. Estrutura Política Funcional dos Agentes do Setor Elétrico Brasileiro

A reestruturação do sistema elétrico brasileiro, foi concebida sob um ideal de equilíbrio institucional entre agentes de governo, agentes públicos e privados. Esta reestruturação introduziu novas instituições na estrutura política do setor elétrico brasileiro como mostra a Figura 1.

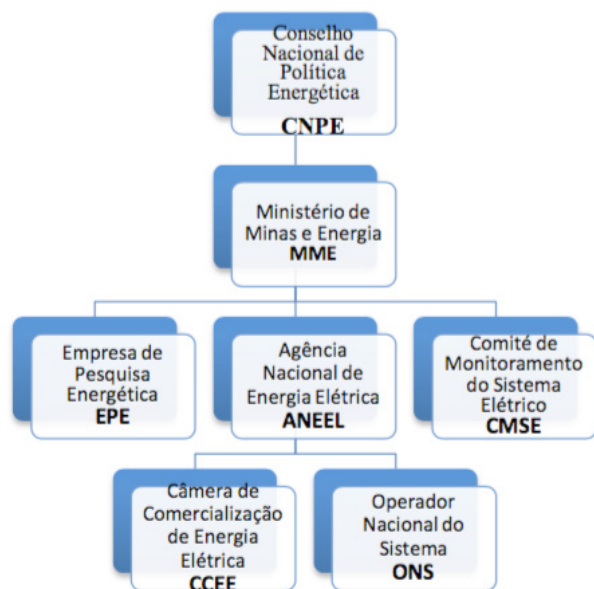


Figura 1 – Estrutura Organizacional do Setor Elétrico Brasileiro.  
Fonte: Adaptado de (CCEE, 2018).

As principais alterações e funções atribuídas às instituições existentes são:

- Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) - órgão vinculado à Presidência da República e presidido pelo Ministro de Estado de Minas e Energia, tem como principais atribuições formular políticas e diretrizes de energia e assegurar o suprimento energético em todas as regiões no país, sendo responsável por revisar periodicamente as matrizes energéticas das diversas regiões do país e estabelecer diretrizes para programas específicos, como os de uso do gás natural, do álcool, da biomassa, do carvão e da energia termonuclear, além de estabelecer diretrizes para a importação e exportação de petróleo e gás natural (CNPE, 2018);
- Ministério de Minas e Energia (MME) - órgão da administração do Governo Federal representa a União como Poder Concedente, criou por meio da Lei n.9.478 o CNPE, é responsável pela condução das políticas energéticas do país, tendo como principais competências a formulação e implementação de políticas para o setor energético, bem como estabelecer o

planejamento do setor energético nacional, monitorar a segurança do suprimento energético e definir ações preventivas para restauração da segurança de suprimento no caso de desequilíbrio entre oferta e demanda de energia de acordo com as diretrizes definidas pelo CNPE (MME, 2018);

- Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL)- criada pela Lei nº 9.427/1996, é uma entidade governamental vinculada ao Ministério de Minas e Energia, encarregada da regulação e fiscalização das atividades voltadas ao setor elétrico, como geração, transmissão, distribuição, comercialização, entre outras. Permite outorgas de concessões, permissões e autorizações de novas instalações e serviços de energia elétrica, sendo responsável por garantir a modicidade tarifária, por estimular a competição e o uso eficiente da energia elétrica pelos agentes de mercado (ANEEL, 2018a);
- Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) - entidade privada sem fins lucrativos, cujas principais atribuições foram definidas como operar, supervisionar e controlar a operação do sistema, efetuar o despacho centralizado da geração, propor ampliações e reforços nas instalações que compõem o Sistema Interligado Nacional (ONS, 2018).

As principais alterações e funções atribuídas às novas instituições são:

- Empresa de Pesquisa Energética (EPE) - tem como função principal elaborar estudos de longo prazo no que se refere a definição da Matriz Energética, incluindo também, elaborar estudos de planejamento da expansão do setor elétrico - geração e transmissão, elaborar estudos de viabilidade de empreendimentos de geração e obtenção de Licença Prévia Ambiental junto aos órgãos competentes (EPE, 2018);
- Comitê de Monitoramento de Setor Elétrico (CMSE) - responsável pelo monitoramento das atividades relacionadas ao setor elétrico, tais como, acompanhar o desenvolvimento das atividades de geração, transmissão, distribuição, comercialização, bem como propor ações ao Comitê Nacional de Política Energética no sentido de otimizar o uso da energia e minimizar o seu custo aos consumidores finais (CMSE, 2018);
- Câmara de Comercialização de Energia Elétrica (CCEE) - foi criada pela Lei nº 10.848/2004, é uma entidade privada sem fins lucrativos e sob regulação e fiscalização da ANEEL, sucedeu ao Mercado Atacadista

de Energia - MAE, absorvendo todas as suas funções, tem por finalidade possibilitar a comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários, autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como promover leilões de compra e venda de energia elétrica para as distribuidoras, exercer as funções de contabilização e liquidação do mercado de curto prazo nos ambientes de contratação livre e regulado (CCEE, 2018).

### 3.2 Ambiente de Comercialização

Com a finalidade de garantir a expansão da oferta de energia elétrica, o atual setor elétrico brasileiro, estabeleceu a contratação obrigatória, prévia e integral da demanda projetada pelas distribuidoras. Para a comercialização de energia elétrica dois níveis de mercado distintos foram criados, o Ambiente de Contratação Regulada (ACR) e o Ambiente de Contratação Livre (ACL). Todos os contratos realizados no ACR ou no ACL, têm seus registros na CCEE. A diferença entre os dois ambientes são apresentados a seguir.

- No Ambiente de Contratação Regulada (ACR), os participantes são geradoras, distribuidoras e comercializadoras. As comercializadoras podem negociar energia somente nos leilões de energia existente. A contratação é realizada por meio de leilões de energia promovidos pela CCEE, sob delegação da ANEEL, com contrato de comercialização de energia elétrica no ambiente regulado pela ANEEL, e o preço da energia é negociado em leilão.
- No Ambiente de Contratação Livre (ACL), são atendidos os consumidores livres e especiais, as geradoras, e comercializadoras. A contratação possui livre negociação entre os compradores e vendedores que também definem o preço, e o contrato é estabelecido via Contratos de Compra de Energia no Ambiente Livre – CCEAL.

### 3.3. Modelos para avaliar o comportamento estratégico de agentes de mercado

Vários modelos podem ser utilizados para avaliar o comportamento estratégico dos agentes de mercado, aqui apresentam-se três modelos:

**Modelo de Equilíbrio de Cournot** (competição por quantidade) - Este modelo estabelece que os agentes produzem produtos homogêneos e decidem as quantidades a serem ofertadas, já o preço de mercado é determinado pela relação entre a oferta e

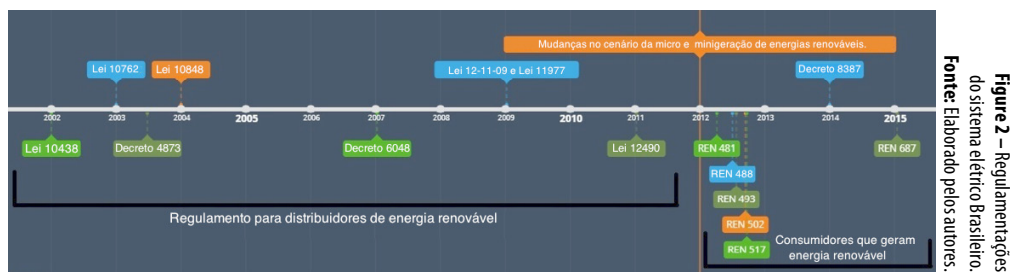
a curva de demanda do mercado. Os agentes competem por ofertas de quantidade de energia produzida. Na competição por quantidade (Cournot) ou por preço (Bertrand), o mecanismo de mercado é simulado por meio de um jogo. A empresa líder escolhe seu preço ou a quantidade produzida de forma a maximizar seu lucro, assumindo como conhecidas as decisões das outras empresas. O processo é repedido para cada empresa, que refaz sua decisão baseada nas decisões atualizadas das empresas, até se alcançar uma situação de equilíbrio, onde nenhuma empresa consegue elevar seus lucros dada as quantidades ofertadas pelas empresas. De acordo com (KELMAN *et al.*, 2001; FLACH *et al.*, 2010), o modelo de Cournot foi muito utilizado no setor de energia elétrica e continua sendo utilizado depois da reestruturação do mercado.

**Modelo de Stackelberg** (competição por quantidade) - Este modelo é semelhante ao de Cournot, pois a competição baseia-se em uma liderança de quantidade produzida. Considera a existência de um agente dominante, denominado agente líder, suas decisões devem levar em consideração as reações de agentes seguidores, os quais não possuem o conhecimento de como suas decisões afetam o agente líder.

**Modelo de Bertrand** (competição por preço) - Como no modelo de Cournot, os produtos são homogêneos e as decisões são simultâneas, o que os distingue é que a decisão de produção neste modelo, são tomadas em função do preço dos produtos. As empresas competem pelos preços, sendo que a quantidade gerada representa o resultado do equilíbrio, também conhecido como Equilíbrio de Nash.

**3.4. Regulamentação, Incentivos e barreiras**  
Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) - criada pela Lei nº 9.427/1996 é uma entidade governamental vinculada ao Ministério de Minas e Energia, encarregada da regulação e fiscalização das atividades voltadas ao setor elétrico, como geração, transmissão, distribuição e comercialização. Autoriza outorgas de concessões, permissões e autorizações de novas instalações e serviços de energia elétrica, sendo responsável por garantir a modicidade tarifária, por estimular a competição e o uso eficiente da energia elétrica pelos agentes de mercado (ANEEL, 2018b). A Tabela 2 e a Figura 2 apresentam algumas regulamentações do setor elétrico.





**Figure 2** – Regulamentações do sistema elétrico Brasileiro. Fonte: Elaborado pelos autores.

<b>Lei 10.438</b>	Dispõe sobre a expansão da oferta de energia elétrica emergencial, recomposição tarifária e cria o Programa de Incentivo às Fontes Alternativas de Energia Elétrica (Proinfa)
<b>Lei 10.762</b>	Dispõe sobre a criação do Programa Emergencial e Excepcional de Apoio às Concessionárias de Serviços Públicos de Distribuição de Energia Elétrica
<b>Decreto 4.873</b>	Cria o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS"
<b>Lei 10.848</b>	Dispõe sobre a comercialização de energia elétrica - A comercialização de energia elétrica entre concessionários, permissionários e autorizados de serviços e instalações de energia elétrica, bem como destes com seus consumidores, no Sistema Interligado Nacional - SIN, dar-se-á mediante contratação regulada ou livre.
<b>Decreto 6.048</b>	Alterado o Decreto nº 5163 de 2004 para permitir a realização de leilões de energia proveniente de fontes alternativas para atendimento ao ACR.
<b>Lei 11.977</b>	Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida e a regularização fundiária de assentamentos localizados em áreas urbanas
<b>Lei 12.490</b>	Altera as leis que dispõem sobre as políticas e as fiscalizações das atividades relativas ao abastecimento nacional de combustíveis, garantindo o fornecimento de biocombustíveis em todo o território nacional; a redução de emissão de poluentes por veículos automotores - incentiva a geração de energia a partir da biomassa e de subprodutos da produção de biocombustíveis, em razão do seu caráter limpo, renovável e complementar à fonte hidráulica;
<b>REN 481</b>	Estipula para a fonte solar um desconto de até 80% nas tarifas dos sistemas de transmissão e distribuição de energias desde que a usina tenha entrado em operação até 2017.
<b>REN 488</b>	Estabelece as condições para revisão dos planos de universalização dos serviços de distribuição de energia elétrica na área rural.
<b>REN 493</b>	Estipula os procedimentos e as condições de fornecimento por meio de Microsistema Isolado de Geração e Distribuição de Energia Elétrica ou Sistema Individual de Geração de Energia Elétrica com Fonte Intermitente
<b>REN 502</b>	Dispõe sobre o sistemas de medição de energia elétrica de unidades consumidoras do Grupo B.
<b>REN 517</b>	Altera a Resolução Normativa no 482/2012, e o Módulo 3 dos PRODIST, adequando o sistema de compensação de energia elétrica.
<b>Decreto 8.387</b>	Altera o Decreto nº 7.520/2011, que institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso e Uso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS".
<b>REN 687</b>	Altera a Resolução Normativa no 482/2012, e o Módulo 1 e 3 do PRODIST - que aborda sobre a microgeração distribuída, sobre a minigeração distribuída e sobre o sistema de compensação de energia.

**Tabela 2** – Regulamentação a micro e minigeração de energia elétrica. Fonte: Elaborado pelos autores com base nas leis e resoluções normativa da ANEEL.

Outras regulamentações do sistema de micro e minigeração de energia elétrica são apresentadas na Tabela 3.

Regulamentação/ Procedimentos	Intensão
Normas brasileiras - Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabeleceu normas para micro e minigeração de energia elétrica;	A ABNT apresentou um conjunto de requisitos para projetos eólico: IEC 61400-2:2006 parte 2: Requisitos de projeto para pequenas turbinas eólicas; IEC 61400-12-1 parte 12-1: Medições do desempenho de potência de aerogeradores; IEC 61400-21:2012 parte 21 - Medição e avaliação das características da qualidade da energia de aerogeradores conectados à rede; IEC 61400-22:2010 parte 22 - Teste de conformidade e certificação; IEC 61400-13:2015 parte 13 - Medição de cargas mecânicas
Estabeleceu normas para Turbinas eólicas;	A ABNT apresentou um conjunto de requisitos para projetos fotovoltaicos: IEC 62116:2012 - Tem como objetivo fornecer procedimento anti-ilhamento para sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica;
Estabeleceu normas para inversores fotovoltaicos.	ABNT NBR 16149:2013 - Estabelece recomendações específicas para a interface de conexão entre os sistemas fotovoltaicos e a rede de distribuição de energia elétrica e estabelece seus requisitos. ABNT NBR 16159:2013 - Estabelece procedimentos para verificar se os equipamentos utilizados na conexão entre o sistema fotovoltaico e a rede de distribuição de energia estão em conformidade com os requisitos da ABNT NBR 16149.
Nota Técnica nº 0004/2011SRD/ANEEL - Analisou as contribuições recebidas na Consulta Pública n. 15/2010, visando reduzir as barreiras para a instalação de geração de energia de pequeno porte, com fontes incentivadas.	Diminuir os obstáculos para o acesso de pequenas centrais geradoras aos sistemas de distribuição

**Tabela 3** – Outras Regulamentação. Fonte: Elaborado pelos autores com base na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Incentivos dos Programas de Energias Renováveis	Incentivadores ou Financiadores	Objetivo	Barreiras dos Programas de Energias Renováveis
Plano Inova Energia	BNDES, ANEEL e FINEP	Apoiar o desenvolvimento e a difusão de dispositivos eletrônicos, microeletrônicos, sistemas, soluções integradas e padrões para implementação de redes elétricas inteligentes (smart grids) no Brasil; Apoiar empresas brasileiras no desenvolvimento e domínio tecnológico das cadeias produtivas das fontes de energias renováveis alternativas: solar fotovoltaica, termossolar e eólica;	Implantação de redes elétricas inteligentes apenas em uma cidade no interior de SP. O prazo de instalação desse sistema era até final de 2017 e não foi cumprido, bem como, pouco foi feito com relação a expansão de sistemas inteligentes pelo país.
Fundo do clima, criado pela Lei 12.114 de 2009 e regulamentado pelo Decreto 7.343, de 2010.	BNDES	Desenvolver Cidades Sustentáveis e apoiar a mudança do clima - Apoiar projetos que aumentem a sustentabilidade das cidades, melhorando sua eficiência global e reduzindo o consumo de energia e de recursos naturais; Energias Renováveis - Investir em atividades voltadas para o desenvolvimento tecnológico dos setores de geração e distribuição local de energia renovável a partir do uso de biomassa, da energia solar, dos oceanos, da energia eólica no caso de sistemas isolados;	
Instalação de medidores na comunidade, Barueri - SP	FINEP		
Cadernos Temáticos Micro e Minigeração Distribuída	ANEEL	Dedicado a geração distribuída - Permite que o consumidor gere energia elétrica a partir de pequenos geradores de fontes renováveis (como eólica ou solar) ou mesmo combustíveis fósseis para consumo próprio.	
Programa de Pesquisa e Desenvolvimento Tecnológico do Setor de Energia Elétrica	ANEEL	Alocar recursos humanos e financeiros em projetos que demonstrem a originalidade, aplicabilidade, relevância e a viabilidade econômica de produtos e serviços, nos processos e usos finais de energia; Promover a cultura da inovação, estimular a pesquisa e desenvolvimento no setor elétrico brasileiro, criando novos equipamentos e aprimorando a prestação de serviços que contribuam para a segurança do fornecimento de energia elétrica; Promover a modicidade tarifária.	Por ser um programa de chamada pública com tema de pesquisa específico, acaba limitando o número de empresas participantes. Assim como os demais projetos e programas, o enfoque das pesquisas estão voltados a energia solar, tanto no consumo consciente quanto em melhorias na cadeia produtiva.
Projeto 50 telhados	Econova e Instituto IDEAL	Divulgar a geração distribuída a partir da geração de energia solar fotovoltaica, dando publicidade a Resolução Normativa 482/12. Este projeto busca instalar em edificações 50 telhados de micro ou minigeradores fotovoltaicos em diversas cidades brasileiras; Incentivar clientes e empresários a investirem em ações para a geração de eletricidade solar. O intuito inicial era atender 20 cidades até 2015, entretanto, o programa superou a meta. Os Estados que mais se beneficiaram foram: Ceará, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro, com mais de 60 instalações.	O projeto foi inserido e atendeu as metas pré-estabelecidas, no entanto devido a benefícios fiscais locais, algumas regiões brasileiras tiveram melhores desempenho.
Fundo Solar	Instituto IDEAL	Aprimorar a Resolução Normativa 482, publicada pela ANEEL em 2012; Conceder apoio financeiro a consumidores residenciais e empresários que queiram fazer uma instalação de microgeradores fotovoltaicos com uma potência de até 5 kW. O sistema deverá ser conectado à rede local, participar do sistema de compensação energética e ter o projeto desenvolvido por empresas com experiência em sistemas solares.	O projeto apoia exclusivamente o uso de sistemas fotovoltaicos. O projeto deverá participação no sistema de compensação de energia, que acabam ampliando os custos, sendo um empecilho para difusão da geração de energia renovável alternativa.
Estádios Solares	Instituto IDEAL	Solarizar todos os estádios que receberam os jogos da Copa do Mundo 2014; Incentivar a difusão da tecnologia solar.	Terminado o período da Copa do Mundo, não houve mais incentivos fiscais para as empresas que quisessem construir ou reformar outros estádios.
Selo solar	Instituto IDEAL e CCEE	Proporcionar meios para que os consumidores de energia reconheçam empresas que apoiam e consomem eletricidade produzida a partir do sol. Estimular novos projetos, promovendo o uso da energia fotovoltaica no país.	Envolve o uso exclusivo da energia solar. O projeto, apesar de ser bem divulgado entre as empresas, é pouco conhecido pela população.
Programa Luz para Todos	Governo Federal	Levar energia elétrica às áreas remotas para atender toda a população brasileira, com tarifas subsidiadas pelo Governo Federal, governos estaduais e distribuidoras	Falta de políticas públicas eficientes para cumprir a meta de levar eletricidade a toda população brasileira com prazo definido até 2018.
Sistema de compensação de energia		Permitir que qualquer pessoa gere energia elétrica e que a energia gerada em excedente pela unidade consumidora seja injetada na rede da distribuidora local. Permitir o uso do crédito gerado pela energia excedente disponibilizada na rede local.	Muitas exigências e demora na aprovação dos projetos para conexão à rede local.
Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (PROGD)	MME, ANEEL, EPE, CEPEL e CCEE	Gerar energia através de painéis solares instalados em unidades residenciais, comerciais, indústrias e órgãos públicos de forma a atender com energia solar até 2030 a metade do que é gerado pela usina hidrelétrica Itaipu.	Estímulo somente a geração de energia através de sistemas fotovoltaico, desestimulando o uso de outras fontes de energias renováveis.

**Tabela 4** – Incentivos do setor de micro e minigeração de sistemas isolados de energia elétrica

Fonte: Elaborado pelos autores.

O setor de micro e minigeração de energia no Brasil conta com programas de incentivos para o seu desenvolvimento tecnológico e econômico, proporcionado por instituições governamentais e privadas, apresentadas na Tabela 4.

Embora muitas regulamentações e incentivos tenham sido desenvolvido, barreiras foram identificadas e classificadas como, barreiras tecnológicas, de mercado e barreiras sociais, apresentadas na sequência.

#### *Barreiras Tecnológicas*

Identificou-se que a indústria brasileira é dependente da tecnologia externa e há falta de tecnologias para melhorar a qualidade da energia e dos mecanismos de proteção para conexão à rede. O uso de baterias não específicas para sistemas de micro e minigeração é um dos principais entraves, pois existe uma redução significativa da vida útil da mesma e um alto custo em aquisição e manutenção. Além disso, a tecnologia para sistemas híbridos são insuficientes, não há controle dos sistemas e nem banco de baterias com conexão à rede de distribuição. A falta de capacitação e investimento em pesquisas tecnológicas são uma das principais barreiras técnicas enfrentada pelo país. Apesar da ANEEL investir em projetos voltados ao desenvolvimento de tecnologias de energias renováveis, o investimento tecnológico das empresas brasileiras é pequeno, e há falta de mão de obra capacitada para este mercado. Os cursos técnicos e superiores oferecidos no Brasil, não atendem as necessidades da cadeia produtiva e os estímulos para este setor ainda é pequeno.

#### *Barreiras de Mercado*

Algumas distribuidoras tem uma certa preocupação com a disseminação dos sistemas de micro e minigeração de energia elétrica entre a população, principalmente pela incerteza gerada na hora da contratação de energia. As distribuidoras precisam realizar a contratação de energia até 5 anos antes (exigência da regulamentação) o que amplia o risco de contratar além do necessário e impactar no aumento dos custos. O alto custo dos equipamentos, projetos e instalações tornam os investimentos em sistemas de micro e minigeração elevados. Estes custos estão vinculados a cadeia produtiva brasileira incompleta, onde não há domínio tecnológico e os suprimentos essenciais são importados e não há subsídios ou incentivos fiscais aos produtos adquiridos externamente, desestimulando a indústria brasileira. Existem poucas empresas brasileiras produzindo equipamentos voltados a micro e minigeração, que tornam os preços dos produtos altos e o tempo de entrega longo. Os equipamentos estrangeiros

chegam ao mercado brasileiro com preços altíssimos por conta das taxas de importação, e por muitas vezes encarecem o produto em mais de 50%, o que desestimula consideravelmente os potenciais consumidores a investirem em sistemas de micro e ou minigeração.

#### *Barreiras Sociais*

O desconhecimento técnico e comercial dos consumidores é uma das principais barreiras a expansão da geração de energias renováveis. A grande maioria da população desconhece os tipos de energias renováveis e a possibilidade de instalação de sistemas de micro e minigeração em suas residências, bem como, as condições para avaliar o investimento e retorno do projeto, ou seja, se vale a pena o investimento ou não. A falta de conscientização do consumidor está vinculada a falta de divulgação destes sistemas para o grande público, apresentando as vantagens do uso das energias renováveis e as formas de melhor avaliarem o investimento.

## **4. PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS HÍBRIDOS EM SISTEMAS ISOLADOS**

As ações são proposta a Agencia Nacional de Energia Elétrica, as distribuidoras de energia, as universidades, as organizações sem fins lucrativos, e ou a outros agentes relacionados a regulamentação do setor elétrico em sistema isolados. As ações apresentadas na Tabela 5, podem auxiliar no desenvolvimento o setor no Brasil, com base em discussões existentes no setor e na análise dos aspectos mais relevantes para esta atividade, ou seja, os agentes regulatórios, de incentivos, de desenvolvimento tecnológico e profissional. Os agentes:

Regulatórios - devem criar meios para corrigir falhas de mercado, para maximizar ganhos a população, para produzir resultados positivos, para garantir robustez e para evitar incertezas em relação a custos.

De Incentivos – buscam o desenvolvimento de um ambiente que possibilite o crescimento do mercado de energia, promovendo o crescimento da demanda, e o desenvolvimento de novos modelos de negócios inovadores pelas empresas envolvidas no setor.

Desenvolvimento tecnológico – busca a competitividade entre as empresas que constituem a cadeia produtiva de sistemas eólicos e solar fotovoltaicos de pequeno porte no Brasil e o incentivo ao surgimento de novas empresas. Busca ações para melhorias de preço da tecnologia eólica e solar e a redução dos impostos destinados a importação de equipamentos por meio do desenvolvimento técnico e econômico do setor nacional.

Desenvolvimento profissional - para o desenvolvimento profissional, a CNI (2013) determina a ampliação da oferta de profissionais técnicos qualificados; da oferta de cursos superiores tecnológicos e da ampliação do número de alunos formados em cursos de engenharia.

### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um dos grandes desafios do Governo Federal consiste em fornecer energia elétrica a toda população brasileira, principalmente em localidades isoladas e áreas rurais. Ao tornar o acesso e uso da eletricidade um direito básico da população, o Brasil promoveu programas de eletrificação e criou regulamentações. Os primeiros incentivos de órgãos públicos, privados e da publicação de regulações voltadas para o crescimento do setor elétrico ressaltando-se a Resolução Normativa no 482 da ANEEL, ocorreu nos últimos anos. Estes incentivos propiciaram novas perspectivas para a geração de energia distribuída no Brasil, reduzindo barreiras para a conexão de pequenos geradores de energia elétrica em sistemas isolados. O sistema fotovoltaico é uma tecnologia comprovada e uma das mais adequadas para o fornecimento de energia em sistemas isolados, devido à sua modularidade e disponibilidade de recursos. No entanto a energia eólica com turbinas e com aerofólios cabeados tem se mostrado promissores. Com a análise do mercado de energia elétrica envolvendo aspectos relevantes ao desenvolvimento do setor como regulação, incentivos, desenvolvimento tecnológico e profissional, foi possível identificar possíveis barreiras que dificultam o rápido desenvolvimento do setor de energia em sistemas isolados no Brasil, concluindo que o seu desenvolvimento, e do setor elétrico como um todo, são falhos na composição de um ambiente favorável. Mas, é importante notar, que apesar das barreiras encontradas, o programa brasileiro de eletrificação é um dos mais ambiciosos do mundo, e tem vários méritos, já tendo atingido uma grande parte da população em comunidades isoladas.

### AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoa de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento deste projeto de pesquisa.

**Proporciona aumento de atratividade aos agentes**

Fonte: Elaborado pelos autores.

Agentes regulatórios	Incentivos	Desenvolvimento Tecnológico	Desenvolvimento profissional	Proposta						
				Sistema elétrico	Fabricantes nacionais	População	Clientes de distribuição	Clientes de distribuição	Distribuidora de energia	
Barreiras	Redução de tributação sobre a atividade									
	Tarifa diferenciada para energia injetada e consumida									
	Isenção da Tarifa do uso do sistema de transmissão e de distribuição – TUST e TUSD									
	Ampliação do mercado livre									
	Ampliação do prazo para entrada de operação previsto para 31/7/2017 - Resolução Normativa no 481									
	Regulamentação para sistemas híbridos									
	Regulamentação para multirredes isoladas									
	Dedução no imposto de renda									
	Char meios de divulgação, informação e conscientização									
	Crédito de projetos ecológicos com financiamento									
Cursos de aperfeiçoamento técnico	Desenvolvimento de projetos guiados									
	Pactaria entre Universidade - Empresa									
	Criação de um instituto de eficiência energética									
	Criação de um instituto de energias renováveis									
	Criação de metas para micro e minigeradores em sistemas isolados									
	Aquisição de equipamentos com incentivos fiscais									
	Desenvolvimento da Cadeia produtiva									
	Desenvolvimento nacional de turbinas eólicas e placas solares									

**Tabela 5** –Indicações para o desenvolvimento de agentes regulatórios, de incentivos, tecnológico e profissional.  
 Fonte: Elaborado pelos autores.

### REFERÊNCIAS

AHRENS, U.; DIEHL, M.; SCHMEHL, R. **Airborne wind energy**. Springer Science & Business Media, 2013. ISBN 3642399657.

ANEEL. **DECRETO no 4.873**, de 2003. Institui o Programa Nacional de Universalização do Acesso da Energia Elétrica - "LUZ PARA TODOS", 2003. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/2003/D4873.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/D4873.htm)>. Acesso em setembro de 2018.

\_\_\_\_\_. **Resolução Normativa n. 493**, de 2012. Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, 2012a. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012493.pdf>>. Acesso em setembro de 2018.

\_\_\_\_\_. **Resolução normativa No 482**, DE 17 DE ABRIL DE 2012. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>>. Acesso em



novembro de 2018. 2012b.

\_\_\_\_\_. **Agência Nacional de Energia Elétrica**, 2018(b). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/a-aneel>>. Acesso em setembro de 2018.

\_\_\_\_\_. **Matriz de energia elétrica**, 2018(a). Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/OperacaoCapacidadeBrasil.cfm>>. Acesso em outubro de 2018.

ARCHER, C.; CALDEIRA, K. **Global assessment of high-altitude wind power**. *Energies*, v. 2, n. 2, p. 307-319, 2009.

ARCHER, C. L.; DELLE MONACHE, L.; RIFE, D. L. **Airborne wind energy: Optimal locations and variability**. *Renewable Energy*, v. 64, p. 180-186, 2014. ISSN 0960-1481.

ARGATOV, I.; SHAFRANOV, V. **Economic assessment of small-scale kite wind generators**. *Renewable Energy*, v. 89, p. 125-134, 2016. ISSN 0960-1481.

BANOS, R. et al. **Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review**. *Renewable and sustainable energy reviews*, v. 15, n. 4, p. 1753-1766, 2011. ISSN 1364-0321.

BRASIL. **Lei 10.438**, de 26 de abril de 2002, Presidência da República, 2002. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2002/L10438.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2002/L10438.htm)>. Acesso em setembro de 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei 12.111**, de 9 de dezembro de 2009, Presidência da República. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L12111.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L12111.htm)>. Acesso em setembro de 2018.

CCEE. **História**. Câmara de Comercialização de Energia Elétrica, 2018. Disponível em: <[http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages\\_publico/quem-somos/historia?\\_adf.ctrl-state=3a2zfw58l\\_4&\\_afLoop=72550898324040](http://www.ccee.org.br/portal/faces/pages_publico/quem-somos/historia?_adf.ctrl-state=3a2zfw58l_4&_afLoop=72550898324040)>. Acesso em novembro de 2018.

CMSE. **Comitê de Monitoramento do Setor Elétrico**, CMSE, 2018. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cmse>>. Acesso em novembro de 2018.

CNPE. **Conselho Nacional de Políticas Energética**, CNPE, Ministério de Minas e Energia, 2018. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/conselhos-e-comites/cnpe>>. Acesso em novembro de 2018.

CONEJO, A. J.; CARRIÓN, M.; MORALES, J. M. **Decision making under uncertainty in electricity markets**. Springer, 2010.

DE LELLIS, M. et al. **Electric power generation in**

**wind farms with pumping kites: An economical analysis**. *Renewable energy*, v. 86, p. 163-172, 2016. ISSN 0960-1481.

DOVI, V. G. et al. **Cleaner energy for sustainable future**. *Journal of Cleaner Production*, v. 17, n. 10, p. 889-895, 2009. ISSN 0959-6526.

ELHADIDY, M.; SHAAHID, S. **Promoting applications of hybrid (wind+ photovoltaic+ diesel+ battery) power systems in hot regions**. *Renewable Energy*, v. 29, n. 4, p. 517-528, 2004. ISSN 0960-1481.

EPE. **Empresa de Pesquisa Energética**. Institucional, 2018. Disponível em: <<http://www.epe.gov.br/acessoainformacao/Paginas/institucional.aspx>>. Acesso em novembro de 2018.

FLACH, B.; BARROSO, L.; PEREIRA, M. **Long-term optimal allocation of hydro generation for a price-maker company in a competitive market: latest developments and a stochastic dual dynamic programming approach**. *IET generation, transmission & distribution*, v. 4, n. 2, p. 299-314, 2010. ISSN 1751-8695.

FRAUNHOFER. **Photovoltaics report**, 2014. Fraunhofer ISE,

FRIEDLER, F. **Process integration, modelling and optimisation for energy saving and pollution reduction**. *Applied Thermal Engineering*, v. 30, n. 16, p. 2270-2280, 2010. ISSN 1359-4311.

HOGAN, W. W. **Competitive electricity market design: A wholesale primer**. December, John F. Kennedy School of Government, Harvard University, 1998.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico**, 2010.

IDEAL. **Potencial solar no Brasil. América do Sol**, 2018. Disponível em: <<http://americadosol.org/potencial-solar-no-brasil/>>. Acesso em setembro de 2018.

IEA. **Energy Access Outlook 2017: World Energy Outlook Special Report**. IEA: Paris, France, 2017.

ILIC, M.; GALIANA, F.; FINK, L. **Power systems restructuring: engineering and economics**. Springer Science & Business Media, 2013. ISBN 1475728832.

KAYGUSUZ, K. **Energy and environmental issues relating to greenhouse gas emissions for sustainable development in Turkey**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 13, n. 1, p. 253-270, 2009. ISSN 1364-0321.

KELMAN, R.; BARROSO, L. A. N.; PEREIRA, M. V. F. **Market power assessment in hydrothermal systems**. *IEEE Transactions on Power Systems*, v. 16, n. 3, p. 354-359, 2001. ISSN 0885-8950.



KHARE, V.; NEMA, S.; BARENDAR, P. **Solar-wind hybrid renewable energy system: A review**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 58, p. 23-33, 2016. ISSN 1364-0321.

MAHESH, A.; SANDHU, K. S. **Hybrid wind/photovoltaic energy system developments: Critical review and findings**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 52, p. 1135-1147, 2015. ISSN 1364-0321.

MME. **Histórico do Ministério de Minas e Energia**, Ministério de Minas e Energia, 2018. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br/web/guest/aceso-a-informacao/institucional/o-ministerio>>. Acesso em novembro de 2018.

ONS. **Operador Nacional do Sistema Elétrico – ONS**, 2018. Disponível em: <[http://www.ons.org.br/institucional\\_linguas/o\\_que\\_e\\_o\\_ons.aspx](http://www.ons.org.br/institucional_linguas/o_que_e_o_ons.aspx)>. Acesso em novembro de 2018.

SCHWEPPE, F. C. et al. **Spot pricing of electricity**. Springer Science & Business Media, 2013. ISBN 1461316839.

SWISHER, R.; DE AZUA, C. R.; CLENDENIN, J. **Strong winds on the horizon: wind power comes of age**. *Proceedings of the IEEE*, v. 89, n. 12, p. 1757-1764, 2001. ISSN 0018-9219.

ZUCARATO, A. N. **Simulação de mercados de energia elétrica com predominância de geração hidrelétrica**. 2003, p. 81. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) –Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1640-8935>

**ANNY KEY DE SOUZA MENDONÇA, Dra.** | Universidade Federal de Santa Catarina | Engenharia de Produção | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Universidade Federal de Santa Catarina, CP 476, Campus Universitário - Trindade - Florianópolis, SC, CEP 88040970 | E-mail: [anny.mendonca@posgrad.ufsc.br](mailto:anny.mendonca@posgrad.ufsc.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3468-7536>

**ANTONIO CEZAR BORNIA, Dr.** | Universidade Federal de Santa Catarina | Engenharia de Produção | Florianópolis, SC - Brasil | Correspondência para: Universidade Federal de Santa Catarina, CP 476, Campus Universitário - Trindade - Florianópolis, SC, CEP 88040970 | E-mail: [cezar.bornia@ufsc.br](mailto:cezar.bornia@ufsc.br) COMO CITAR ESTE ARTIGO

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

MENDONÇA, Anny Key de Souza; BORNIA, Antonio Cezar. Oportunidades para a difusão da energia eólica e solar em sistemas isolados no Brasil: barreiras e facilidades evidenciados na Literatura. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 81-92, jul. 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.n3.81-92>

**DATA DE ENVIO:** 18/07/2018

**DATA DE ACEITE:** 26/06/2019

# SUSTENTABILIDADE EM MICROESCALA: ESTUDO DE CASO DE UMA PADARIA DE BAIRRO

*SUSTAINABILITY IN MICROSCALE: CASE STUDY OF A LOCAL BAKERY*

---

**JHENNYFER FELIZARDO DA SILVA** | FAP  
**RICARDO LUIZ FERNANDES BELLA, Dr.** | UFF  
**DOUGLAS VIEIRA BARBOZA, M.Sc.** | UFF  
**MARCELO JASMIM MEIRIÑO, Dr.** | UFF

## RESUMO

Este trabalho descreve um estudo de caso sobre como adaptar uma padaria aos princípios da sustentabilidade. Inicialmente apresenta uma revisão conceitual sobre a origem da panificação, até os dias atuais. A seguir, relata como ocorreu à implementação do conceito sustentável e os resultados obtidos pela empresa decorrente desta implementação, apresentando o processo de desenvolvimento sustentável e os ganhos após a utilização deste processo. Este estudo de caso teve como objetivo mostrar os passos para realização e os benefícios obtidos para a empresa.

**PALAVRAS CHAVE:** Desenvolvimento Sustentável; Setor Alimentício; Negócio Local

## ABSTRACT

*This work reveals a case study on how to adapt a country to the principles of sustainability. Initially it presents a conceptual review about the origin of baking, to this day. To follow, it describes how to implement the concerted sustainability of the results obtained by the company responsible for this implementation, presenting the process of sustainable development and gains after using this process. This case study aimed to show the steps to achieve and the benefits obtained for the company.*

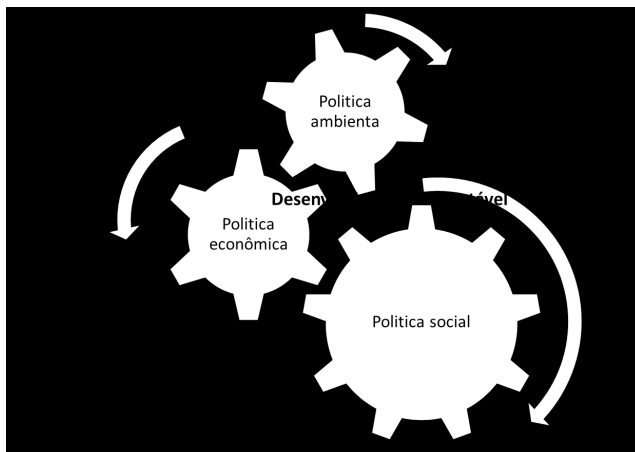
**KEY WORDS:** Sustainable Development; Food Sector; Local Business



## 1. INTRODUÇÃO

De acordo com Jappu e Franciscon (2018) muitas empresas possuem em seus planejamentos estratégicos, diversos objetivos a serem alcançados com o desenvolver dos anos e das atividades realizadas e que se relacionam ao desenvolvimento sustentável, com base nisto, o presente trabalho busca desenvolver uma análise e proposta dentro do setor de panificação, considerando a evolução do mercado e suas práticas sustentáveis. Assim seu objetivo principal é abordar práticas que vão impulsionar o negócio, adotando uma gestão eficiente em equilíbrio com a natureza e seus recursos essenciais e escassos, visando a adoção dos conceito sustentáveis desde a compra da matéria-prima necessária como a farinha e outros componentes para a formulação dos pães e outros produtos, até o momento que é entregue aos clientes.

Para isso, este estudo de caso lança mão de uma análise sobre a relação entre o mercado de panificação e o desenvolvimento local sustentável, visando transformar o ambiente de trabalho em um local de referência na região, podendo assim influenciar os moradores a contribuir com o meio ambiente, sociedade e economia de modo interconectado, conforme se pode perceber na Figura 1.



**Figura 1** – Interconexão das três dimensões do desenvolvimento sustentável  
Fonte: Barboza et al., 2019

Nota-se que as panificadoras vêm passando por profundas transformações em direção à modernização, aumento da produtividade e melhoria da qualidade, deixando de serem apenas estabelecimentos para produção artesanal e venda de pães frescos, biscoitos, bolos e outros produtos, frequentados pelos clientes em determinados horários, e se tornando centros de convivência, gastronomia e serviços.

Com isso, a evolução no comportamento, necessidades e preferências do consumidor ditam o futuro da panificação e confeitaria no Brasil e no mundo, exigindo que

tais empreendimentos se tornem cada vez mais acolhedora, que os clientes possam contar com conforto e bom atendimento para degustar, se alimentar, conversar e até se divertir e com a preocupação ambiental e social cada vez mais latente, é importante criar meios que possibilitem a adaptação de panificadoras ao conceito de sustentabilidade, cada vez mais exigido no mercado, logo realizar um estudo de caso em uma organização deste tipo pode trazer um referencial para a gestão sustentável de pequenos negócios em diferentes frentes de atuação.

Sendo assim, a principal contribuição deste trabalho esta na implementação da sustentabilidade no setor de panificação e como pode contribuir com a população local. Além disso, também, é esperada a geração de maior interesse para novas pesquisas relacionadas ao tema.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A Arte da Panificação

O homem deu um importante passo para a evolução quando passou a se dedicar a agricultura. Isso se deu quando descobriram que alguns grãos cresciam na natureza e poderiam ser cultivados e replantados, como a aveia, a cevada, o sorvo e o trigo é claro. Naquela época os grãos eram conhecidos como “selvagens”, pois não eram como conhecemos hoje em dia, que através dos séculos foram passando por grandes transformações. Diferentes povos utilizavam esses grãos na alimentação fazendo mingau ou cozinhando tipo um bolo, que ainda não considerado um pão (ABIP, 2015).

No início os cereais, inteiros ou esmagados, eram consumidos crus, e mais tarde passou a cozinhá-los. Assar os grãos facilitou na conservação como melhorou muito o sabor e na digestão. Começou a triturar com o auxílio de uma pedra grande pedra polida e outra para triturá-los usando suas forças. O resultado era uma farinha grossa que misturava a água e logo era consumida. Os demais grãos consumimos até hoje torrados como a cevada que substitui o café, os flocos de uma determinada espécie de milho fazem a pipoca, a farinha de cevada, o arroz, a polenta, o cânhamo e outros cereais que hoje são muito utilizados na indústria alimentícia primeira infância. O que provavelmente aconteceu, é que alguém deve ter deixado a farinha crua ao sol ou em contato com alguma fruta acida, ou leite azedo. A massa sobe efeito de fermentação começou a aumentar de volume e se transformou em um pão (BODINI et al., 2016).

A panificação é talvez uma das artes culinárias mais antigas e sua história permeia a própria história da humanidade. Mas não se sabe ao certo o ano da sua descoberta

(FARIA e RIBEIRO, 2009). Sendo, o uso do pão para a alimentação humana antiguíssimo. Pelo que se tem registro, sua produção remota a milhares de anos a. C. Inicialmente, eram assados sobre pedras quentes ou debaixo das cinzas, datando, ao que consta do VII milênio a. C. a utilização de fornos de barro para seu cozimento. Refere-se que os egípcios foram a primeira a usar os fornos, sendo lhes atribuída também à descoberta do acréscimo líquido fermentado para torná-la leve e macia (FONSECA, 2018).

A Associação Brasileira das Indústrias de Panificação e Confeitaria (2015) informa que o pão era um alimento básico já no Egito, onde o pão era amassado com os pés e, normalmente feito de cevada ou outras espécies de trigo de qualidade inferior. Os pães preparados com trigo de qualidade superior eram destinados apenas aos mais abastados. Com o pão também se pagavam salários: um dia de trabalho valia três pães e dois cântaros de cerveja. Os judeus também fabricavam seus pães na mesma época, porém não utilizava fermentos (pães ázimos = sem fermento) por acreditarem que a fermentação é uma forma de impureza. Na Europa, o pão chegou através dos gregos. Em Roma era feito em casa, mais tarde, fabricado em padarias dando origem ao ofício de padeiro.

No entanto, a grande mudança na produção dos pães veio com a Revolução Industrial, pela utilização de máquinas alterando-se progressivamente muitos processos produtivos. (FONSECA; LOPES; SARAIVA, 2006). A introdução de novos processos contribuiu muito para as melhorias na indústria da panificação, começando pela trituração dos grãos de trigo, em moinhos de pedra, posteriormente pelo movido a água e, finalmente, pelos de vento. Em 1784, apareceram os movidos a vapor, e em 1881 com a invenção dos cilindros, a produção de pães foi aprimorada consideravelmente (FREIRE, 2011).

## 2.2. A Panificação no Brasil

Segundo Silva Filho (2012), o primeiro pão produzido no Brasil, foi feito de milho moído e mandioca produzido pelos índios antes da descoberta do Brasil no ano de 1500. A massa era assada no sol, sobre quentes pedras e era à base da alimentação dos povos. A produção dos pães com a farinha de trigo começou por volta de 1534, por Martin Afonso de Souza, que foi ganhando espaço entre as outras culturas.

Quando a família real portuguesa mudou para o Brasil, o país passou por um período de desenvolvimento. O rei trouxe ao país a modernidade e o conforto encontrados apenas em Portugal, entre eles a indústria de panificação mais avançada e desenvolvida. Consta registro de

passagem de mestres padeiros francêss pela capital da colônia, no Rio de Janeiro. Passaram os ensinamentos e conhecimentos da produção de pães para os escravos, para que fossem passados para todas as pessoas para que estivesse a cultura de comer os pães. Apesar de grandes áreas de plantações de trigo, toda produção era exportada e a farinha utilizada para produção era exportada. Só no ano de 1819 foi criado no Brasil um moinho de trigo. Mas o grande desenvolvimento na panificação brasileira ocorreu no século XX com os imigrantes vindos da Europa. Italianos, alemães e portugueses trouxeram grandes conhecimentos sobre panificação e o mercado brasileiro passou por várias transformações (SILVA FILHO, 2012)

As empresas eram artesanais, o padeiro produzia os produtos em casa, colocava os produtos num carrinho e saía pelas ruas vendendo de porta em porta. As atividades foram se modificando com o passar do tempo e começaram a se multiplicar as padarias no país. Os donos das padarias passaram a ter funcionários para ajudar na produção dos pães. Nas décadas de 30 e 40 se descobriu a fermentação industrial e a panificação passou por mais uma revolução que acarretou aumento de seu desenvolvimento e profissionalização. Nesse mesmo período juntamente com o aprimoramento das técnicas, houve uma grande revolução tecnológica nos equipamentos que simplificou e facilitou muito todo o processo produtivo e grande expansão de padarias para todo território nacional (SILVA FILHO, 2012).

Nos anos 80 e 90 o setor da panificação brasileira passou por um processo de desenvolvimento. A expansão dos mercados e fronteiras comerciais, a globalização, começou a surgir feiras internacionais sobre o setor que passaram a ditar tendências a serem seguidas, tanto no Brasil como na Europa e Estados Unidos. Desta forma, o empresário do setor pôde se desenvolver mais e com isso pôde melhorar e modificar seus negócios, conforme Silva Filho (2012).

## 2.3. A Sustentabilidade Aplicada

Um dos principais benefícios com a busca para o desenvolvimento sustentável por uma organização pode ser o ganho com o marketing ambiental, também conhecido como marketing verde ou marketing ecológico, e que de acordo com Guimarães, Viana e Costa (2015) trata-se uma modalidade derivada do marketing básico, que visa atender às demandas dos clientes que possuem um comportamento diferenciado por se preocuparem com medidas sustentáveis e com danos à natureza, logo busca desenvolver a aplicação da promoção, produção e também na recuperação de produtos que são ecológicos e sensíveis ao meio ambiente.

O termo marketing verde, ecológico ou ambiental, surgiu na década de 1970 quando a American Marketing Association (AMA) realizou um workshop com a intenção de discutir o impacto do marketing sobre o meio ambiente. Existem dois objetivos principais para o marketing verde. O primeiro é que todas as atividades destinadas a satisfazer as necessidades humanas, de modo que esta satisfação ocorra gerando o mínimo impacto negativo possível ao meio ambiente. O segundo é projetar uma imagem de alta qualidade e sensibilidade ambiental tanto no trajeto produtivo como em suas características. (BUOGO; ZILLI; VEIRA, 2015)

Neste sentido, Marsili (2002) acredita que para o marketing verde dar certo, a organização tem que estar mobilizada e ser responsável em todas as atividades, e isso não é uma medida fácil de ser realizada, pois significa uma mudança cultural da organização.

Na visão de Maia e Vieira (2004), é um mecanismo que serve de embasamento no acompanhamento dos diversos processos de elaboração e projeção, produção, entrega ao cliente e o descarte de um produto, estimulando a busca por parte das organizações, por um lucro obtido de forma ética, responsável e com ações ambientalmente corretas. Os autores ainda afirmam que esta estratégia consiste em todas as atividades desenvolvidas para gerar e facilitar quaisquer trocas com a intenção de satisfazer os desejos e necessidades dos consumidores, desde que esta satisfação ocorra com o mínimo de impacto sobre o meio ambiente.

Esta ferramenta direciona os olhares para a redução de danos ambientais e não obrigatoriamente para eliminar esses danos. Portanto, agrega valor aos serviços e produtos, fazendo com que muitos consumidores que respeitam o meio ambiente valorizem as organizações com maior responsabilidade ambiental (MAIA E VIEIRA, 2004).

### 3. METODOLOGIA

A unidade de análise deste estudo é uma empresa no setor de panificação, por este apresentar processos produtivos que geram impactos ambientais. A escolha da empresa foi feita por se situar no mesmo bairro do pesquisador. E porque o local precisa de um olhar novo, uma transformação no ambiente. Tanto empresarial, como o modo de agir de cada um que ali transita diariamente. Este estudo se caracteriza como uma pesquisa de natureza qualitativa do tipo de estudo de caso de caráter descritivo explicativa.

Quanto à forma de abordagem, o estudo se caracteriza como pesquisa qualitativa, que pode ser definida como um tipo de investigação voltada para os aspectos qualitativos

de uma determinada questão, considerando a parte subjetiva do problema, portanto sendo capaz de identificar e analisar dados não mensurados numericamente.

A abordagem foi feita diretamente pelo pesquisador, junto ao gestor respondente da empresa. A pesquisa foi feita através de observação, análise de características e a partir da revisão de literatura.

Como os resultados deste tipo de pesquisa não são apresentados através de recursos estatísticos, os dados obtidos não são, portanto, tabulados para obtenção de resultado. São apresentados através de relatórios que enfocam os pontos de vista observados.

Segundo Gil (1999) a observação constitui elemento fundamental para a pesquisa, pois é a partir dela que é possível delinear as etapas de um estudo: formular o problema, construir a hipótese, definir variáveis, coletar dados e etc.

Gil (1999) e Rúdio (2002) concordam que a observação é a aplicação dos sentidos humanos para obter determinada informação sobre aspectos da realidade. Rúdio (2002) reforça que o termo observação possui um sentido mais amplo, pois não trata apenas de ver, mas também de examinar e é um dos meios mais frequentes para conhecer pessoas, coisas, acontecimentos e fenômenos.

## 4. REVISÃO DE LITERATURA

### 4.1. Análise Setorial

O mercado de padarias e panificadoras vem passando por um momento de intensa inovação e desenvolvimento de novas tecnologias. O setor se beneficia do fato que o pão está entre os três alimentos mais consumidos pelos brasileiros diariamente (SEBRAE, 2016).

De acordo com o SEBRAE (2016), o setor possui cerca de 64 mil estabelecimentos em 2016, gerando 850 mil empregos diretos e mais de 1,85 milhão indiretos em todo o país, se englobando dentro das características de pequenas e microempresas que correspondem a 96,3% do mercado e, em 2014, 66% delas tiveram aumento ou estabilidade nas vendas. Assim são basicamente dois os modelos de panificadoras: de escala industrial e de processo artesanal. O primeiro grupo é voltado para o atacado, com foco na fabricação de pães embalados e congelados. O segundo, por sua vez, vende diretamente ao consumidor. Contudo, o mercado de padarias se diversifica cada vez mais, podendo ser classificada nas seguintes categorias: Tradicionais - pães e doces tradicionais, balcão de salgados e alimentos prontos para todas as refeições; Conveniência - ampla oferta de produtos, oferecendo toda a conveniência ao consumidor para que ele não necessite ir até outro local; Express - atendimento



ágil com serviço focado em lanches e refeições rápida ; Boutique - confeitaria ou panificadora com fabricação própria de pães que possua produtos com qualidade Premium e/ou reconhecimento de grife no mercado.

Uma forte tendência no setor é a inclusão de serviços de alimentação, revelando uma adaptação dos empreendimentos aos novos perfis e hábitos dos consumidores, logo abordar ações práticas relativas à sustentabilidade pode impulsionar seu negócio, ao adotar uma gestão moderna e eficiente, em equilíbrio com a natureza e seus recursos que, como se sabe, são essenciais, mas também escassos. Visto que ser sustentável é ser sábio na hora de planejar o negócio e na hora de pensar os mínimos detalhes do seu estabelecimento, do momento de compra da farinha de trigo e outros ingredientes até o instante em que o pãozinho sai do forno e é comprado pelo seu cliente. Assim, poderá analisar a cadeia produtiva desse setor, entender como montar um painel estratégico para facilitar seu planejamento e se aprofundar nos aspectos mais importante para a sustentabilidade de um empreendimento de sucesso (SEBRAE, 2016).

Custos diretos/variáveis na panificação estão relacionados com a compra de matérias-primas, impostos, fretes embutidos no preço das mercadorias e são desembolsados de acordo com a produção. Já os custos indireto-fixos não estão relacionados com o operacional, como aluguel, encargos sociais, sistema informatizado e impostos. Reduzir os custos operacionais tem relação direta na lucratividade da sua padaria, devendo estes somados aos impostos não ultrapassar 72% do lucro bruto para viabilizar o projeto (SEBRAE, 2016).

## 4.2. Benchmarking

### 4.2.1 Padaria Dart (Manaus)

Possui um telhado especial para luminosidade com aberturas que permitem a entrada de ar e de luz solar jardim vertical com dezenas de mudas plantadas em garrafas de plástico, o que ajuda a manter a temperatura interna o ambiente está sempre fresco e a abundância de iluminação natural faz com que a gente consiga trabalhar quase todo o expediente sem ligar as luzes. Para água: fazer fiscalização no encanamento para não haver vazamentos, também consultar as válvulas do vaso sanitário e vazamentos nas torneiras. Aproveitar água da chuva para limpezas gerais. Para equipamentos: investir na manutenção dos equipamentos eletrônicos para que não haja desperdícios de água e energia. Verificar quanto de energia gasta para gelar e conservar alimentos e gelados (refrigerantes sucos e outros).

### 4.2.2 Padaria Real (Rio de Janeiro)

Os colaboradores tomaram a iniciativa de diminuir o consumo de dois itens descartáveis usados na Real, internamente, lançando suas versões reutilizáveis. Disponibilizaram, então, para todos os colaboradores, squeezez para substituir os copos descartáveis (1.700 unidades/dia) e sacolas de TNT para poupar sacolas plásticas (500 unidades/dia).

### 4.2.3 Padaria Com Pão Delicatessen (Pernambuco)

Com a ajuda do SEBRAE, trocou do freezer por uma câmara fria e realizou uma reforma do quadro de luz com o qual conseguiu reduzir em 25% a conta de energia. Além disso, mostrou aos funcionários a importância de diminuir o gasto com água, resultado comemorado com a queda de 50% do consumo. As garrafas PET, o alumínio, o vidro e o papelão são doados para cooperativas de catadores de materiais recicláveis. Já o lixo é separado e entregue aos criadores de suínos.

### 4.2.4 Padaria Moinho (Cuiabá)

O moinho não é meramente o símbolo da padaria, afinal, através dele energia será gerada para abastecer a loja que conta com iluminação natural e gradual, que aumenta quando está escuro e diminui com a claridade. A sustentabilidade no conceito da Padaria Moinho propõe uma relação com o cliente, para que compre uma cesta que se encaixa no carrinho de compras e pode ser levada para casa. A cesta também é retrátil, e diminui de tamanho para não ocupar espaço. Retornável, a cesta e o carrinho são de plástico o que evita a galvanização do carro de aço, realizada a cada seis meses. O espaço da Padaria do Moinho será intuitivo. Nada de placas que gerem poluição visual. As estantes onde estarão dispostos os produtos são mais baixas que o padrão e permitem maior mobilidade aos clientes, para que possam encontrar as mercadorias sem se perder entre placas e prateleiras gigantescas. Toda a madeira utilizada é de reflorestamento.

### 4.2.5 Padaria CaPão (São Paulo)

Com um olho na gastronomia e outro na reciclagem. Lixo e comida, dois conceitos à primeira vista opostos, são os pilares de uma padaria artesanal comunitária que é uma referência de empreendedorismo social em São Paulo. Foi criada pelos irmãos José e Bruno moradores da comunidade Capão Redondo em São Paulo. A sustentabilidade, que é social e ambiental, começou na reforma do quintal da casa de José. No piso foi feito um mosaico com

pedaços de mármore descartados por um caminhão em uma favela nas redondezas. “Depois das pedras vieram plantas, vasos, cadeiras e o sofá, que foi revestido por um couro que também achamos”, diz José. “As pessoas não sabem, mas o lixo tem um potencial enorme, lixo é luxo. A gente pega uma coisa que está sendo jogada fora, pinta, customiza, melhora e põe em uso novamente. O Ateliê passou a se tornar real através disso”.

### 4.3. O Objetivo do Estudo

Em acordo com os objetivos estabelecidos para a execução do trabalho procederam-se visitas e coleta de dados na Padaria Ebenézer, localizada em Sacramento, bairro de São Gonçalo, na região metropolitana do Rio de Janeiro e que pode ter sua fachada observada na Figura 2.



Figura 2 – Fachada do Empreendimento Estudado  
Fonte: Autores

O início das atividades da empresa se deu após a percepção da necessidade de uma padaria na localidade, foram realizados levantamentos sobre a sistemática de funcionamento de uma padaria, valendo-se principalmente da experiência de outros estabelecimentos, assim buscou-se entender o seu modo de trabalhar através de entrevistas com profissionais do ramo e decidiu-se locar um espaço.

No dia 31 de maio de 2016 a Padaria Ebenézer iniciou suas atividades com o objetivo de proporcionar aos moradores um benefício de ter uma padaria próxima a sua residência, gerando maior comodidade e praticidade. De capital privado, a empresa conta hoje com sete funcionários.

A Missão da empresa é proporcionar momentos prazerosos aos clientes, por meio da produção dos produtos da casa e apresentando um novo modelo sustentável. Sua visão tornar-se o maior fornecedor de pães da região, sendo conhecida por clientes e consumidores pela qualidade e inovação dos produtos e pela prestação de serviços, de maneira sustentável, ética e contínua, promovendo o desenvolvimento dos colaboradores.

A Padaria Ebenézer tem como valores: Ser ético, justo e coerente com o que pensa; fala e faz. Ser referência na gestão socioambiental; Demonstrar respeito por todas as pessoas, mantendo o bom senso nas relações profissionais e pessoais; Estimular a participação, promovendo o reconhecimento e o crescimento profissional; Cultivar as boas relações comerciais, mantendo o compromisso de ser uma empresa admirada e respeitada por todos.

### 4.4. Análise Estratégica Ambiental

Realizou-se ainda uma análise estratégica do ambiente externo e interno (FOFA – forças, oportunidades, fraquezas e ameaças) para que se pudesse compreender melhor a organização atual da panificadora e poder modifica-la, assim referente ao ambiente interno foram identificados alguns pontos fracos (características internas do setor e que desfavorecem as panificadoras sendo passiva de melhoria ou devem ser observadas com cuidado): Dificuldade de incorporação sustentável para os funcionários; barreiras culturais; resistência a mudanças de hábitos e a dificuldade de aceitar e ter uma nova postura são os principais pontos destacados; A falta de planejamento e o apoio dos órgãos competentes como foi citado; uso de energia não renováveis; instalações elétricas inadequadas; uso de lâmpadas incandescentes; baixa conscientização do uso de água; uso excessivo de embalagem e copos descartáveis.

Como pontos fortes (características internas do setor e que favorecem as panificadoras): Hábito diário de consumo de pães; Toda produção excedente será destinada a pessoas em condição de vulnerabilidade social; Produção com menor impacto ambiental; Capacidade de aceitar mudanças nas atividades; Fidelização de clientes para obter lucros e ponto de venda com mix de produtos; Renovação de fornecedores pelos quais possuem padrões de qualidades e garantias de respeitos com meio ambiente e com os direitos de seus trabalhadores.

Em relação às oportunidades (características externas ao setor, relativas ao ambiente e que podem favorecer o setor) foram observadas: exposição do setor; uso de sacolas ecológicas e embalagens retornáveis; congelamento dos produtos da panificação diminuindo gastos processuais e aumento do mix de produtos oferecidos aos público pelo setor; reciclagem de grande quantidade de material; instalação de dispositivo para economia de água; troca do forno a gás por um elétrico; modernização dos equipamentos utilizados nas etapas de produção que favorecem a redução do consumo de energia elétrica.

Relacionado às ameaças (característica externa do setor, relativas ao ambiente externo, que pode desfavorecer o setor, sendo passivo de melhoria ou devem ser observadas com cuidado): Greve impedindo o tráfego de mercadorias.

Diante do que foi avaliado, iniciou-se a organização o planejamento estratégico ambiental. A capacidade de aceitar as mudanças no desenvolvimento das atividades pode proporcionar a organização um programa de conscientização dos consumidores para aceitação de sacolas ecológica e embalagens retornáveis. O diálogo setorial fortalecido através de reuniões com os funcionários, facilitam a troca de experiências, a busca de novas oportunidades, novidades estratégicas para o setor e a utilização da tecnologia como a construção de uma imagem homogênea mais positiva do setor e a diminuição da informalidade.

O uso excessivo de embalagem e descartáveis pode ter destino ecologicamente mais sustentável, como também o óleo utilizado na produção dos alimentos. A reciclagem e a substituição dos copos descartáveis por squeezes. A instalação de mecanismo de racionalização da água e energia, com a substituição das lâmpadas fluorescentes, pode auxiliar na diminuição com os gastos.

No setor de panificação, a geração de resíduos e utilização de energia não renovável são desafios para gestão do meio ambiente. A solução dos problemas ambientais ou a diminuição exige uma nova atitude dos governantes, empresários e administradores, que devem passar a considerar o meio ambiente em suas decisões e adotar propostas administrativas e tecnológicas que contribuam com o planeta.

#### **4.5. O Alinhamento aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentáveis (SDG)**

Alinhada ao objetivo 2 (i.e, acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição) a padaria irá destinar a produção diária excedente à pessoas na condição de rua ou de vulnerabilidade social, colaborando também para o Objetivo 12 (i.e, assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis) já que a produção não será desperdiçada.

Alinhada ao objetivo 15 (i.e, proteger, recuperar e promover o uso sustentável dos ecossistemas terrestres, gerir de forma sustentável as florestas, combater a desertificação, deter e reverter a degradação da terra e deter a perda de biodiversidade) a padaria evitará de utilizar insumos provenientes de áreas de desmatamento, além de promover a conscientização de funcionários e atividades externas de plantio de mudas algumas vezes por ano.

Alinhada ao objetivo 7 (i.e, assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível à energia para todos) a padaria buscará reduzir o consumo de energia pela padaria através de práticas de eficiência energética como alterações na estrutura das janelas e espelhamento para a maior utilização da luz natural do dia e intervenções inteligentes para a circulação de ar, reduzindo o uso de condicionamento. Além de investir em uma segunda etapa no emprego de painéis fotovoltaicos que reduziram a necessidade de utilização de energia do sistema interligado nacional, desta maneira contribuindo mesmo que em uma escala muito pequena para a diversificação da matriz energética renovável e pouco poluente.

Alinhada ao objetivo 6 (i.e, assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos) a padaria investirá em coleta de água da chuva e reuso para limpeza e banheiros, assim diminuindo a necessidade de utilização da rede pública na padaria que poderá ser mais distribuída e atenderá a mais famílias.

### **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este estudo foi desenvolvido com a finalidade de descrever os impactos ambientais causados pelas atividades produtivas das empresas do setor de panificação, assim como, analisar o conhecimento dos gestores com relação às boas práticas de sustentabilidade ambiental aplicadas nas panificações.

O objetivo principal deste artigo foi analisar a viabilidade de tornar uma padaria sustentável no município de São Gonçalo através das mudanças no cotidiano e algumas ações simples do dia a dia na empresa podem influenciar a comunidade que não está atenta aos conceitos ambientais e sociais a adotarem e exigirem das empresas de onde consomem a adoção de práticas sustentáveis.

Desta maneira, o estudo é importante no sentido de ter potencial para despertar nos gestores de diferentes organizações o interesse por ações que podem ser aplicadas no setor de serviços e alimentício, podendo servir de base para novas pesquisas e auxiliar a implementação de práticas sustentáveis em tais áreas de atividade empresarial.

Este trabalho propôs chamar a atenção para que cada vez mais as práticas sustentáveis sejam incorporadas à panificação. Porém como este foi um estudo preliminar apenas de cunho qualitativo sugere-se que estudos futuros abordem estatísticas de diferentes parâmetros e práticas, estudos que modelem o ganho econômico-financeiro com o marketing verde devido ao desenvolvimento de processos sustentáveis e que sejam feitos levantamentos mais abrangentes a partir de entrevistas com especialistas na área e com potenciais consumidores.

## AGRADECIMENTOS

À Padaria Ebenézer, seus proprietários e colaboradores por se manterem sempre de portas abertas, solícitos e cooperativos aos objetivos em prol da sustentabilidade organizacional propostos neste trabalho.

## REFERÊNCIAS

Associação Brasileira da Indústria de Panificação e confeitaria (ABIP). **História da Panificação**. Disponível em: <<http://www.abip.org.br/site/699-2/>> acesso em: 10 de outubro de 2018.

BARBOZA, D. V. et al. Aplicação da Economia Circular na Construção Civil. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 8, n. 7, e9871102, 2019.

BODINI, F.; PILOTTO, P.; STRADA, A.; ZANONCELLI, A. **Guia faça em casa: pães**. 1 ed. São paulo: on line editora, 2016.

BOFF, L. **Sustentabilidade: o que é - o que não é**. Petrópolis: Vozes, 2012.

BUOGO, F. P.; ZILLI, J. C.; VIEIRA, A. C. P. Marketing verde como diferencial competitivo: Um estudo em uma indústria química do Sul de Santa Catarina. **Revista eletrônica científica do CRA-PR**, v.2, n.2, p. 60-73, 2015.

CALDEIRA, J, C. **Buffet de café da manhã na padaria do moinho**, 29 de janeiro de 2015. Disponível em:< <http://www.destemperados.com.br/experiencias/buffet-de-cafe-da-manha-na-padaria-do-moinho>>. Acesso em: 26 de abril de 2019

FARIA, S. M.; RIBEIRO, K. D. F. O pão nosso de cada dia. In: Encontro nacional de ensino de química, 2010, Brasília. **Anais do XV Encontro Nacional de Ensino de Química**, 2010.

FONSECA, B. **História do pão**. 2018. Disponível em:<<https://pt.scribd.com/doc/32827684/historia-do-pao>>. Acesso em: 31 de março de 2019.

FONSECA, L; LOPES, A.; SARAIVA, J. **Segurança alimentar em padarias**. Viçosa: CPT, 2006.

FREIRE, F. C. O. **A deterioração fúngica de produtos de panificação no brasil**. 2011 (comunicado técnico).

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 5.ed. São Paulo: Atlas, 1999.

GUIMARÃES, C.; VIANA, L.; COSTA, P.H. de S. Os desafios da consciência ambiental: o marketing verde em questão. In: **c@lea- cadernos de aulas do LEA**. n.4 ,p94-104, Ilhéus – BA, 2015.

JAPPU, R. F; FRANCISCON, M. Indicadores de Sustentabilidade para uma Organização do Segmento da Construção Civil Pesada. **Mix Sustentável**, Florianópolis, v. 4, n. 3, p. 97-102, 2018.

MAIA, G. L.; VIEIRA, F. G. D. Marketing verde: estratégias para produtos ambientalmente corretos. **Revista de administração Nobel**, n. 3, p. 21-32, jan./jun. 2004.

MARSILI, B. **Fatores de marketing para a adoção de um programa de certificação ambiental em uma empresa exportadora brasileira**: estudo de caso artefama. 2002. 104f. Dissertação (mestrado em administração) – Instituto Coppead de Administração, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2002.

RUDIO, F. **Introdução ao projeto de pesquisa científica**. Tradução para Língua Portuguesa. Petrópolis: Vozes, 2002.

Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (Sebrae). **Minha Empresa Sustentável: Padaria**. Centro Sebrae de Sustentabilidade: Cuiabá, 2016.

SILVA FILHO, H. L. **Estratégia na pequena e média indústria de panificação**: um estudo multi casos. São paulo, 2012. 157p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Produção: Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, 2012.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2190-3340>

**JHENNYFER FELIZARDO DA SILVA, B.Sc.** | Faculdade Paraíso | Administração | São Gonçalo, RJ - Brazil | Correspondência para: R. Visc. de Itaúna, 2671 - Paraíso, São Gonçalo - RJ, 24431-005 | E-mail: [jhennyfer.silva2@yahoo.com](mailto:jhennyfer.silva2@yahoo.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2212-1789>

**RICARDO LUIZ FERNANDES BELLA, Dr.** | Universidade Federal Fluminense | Engenharia de Produção | Niterói, RJ - Brazil | Correspondência para: R. Passo da Pátria, 156 - 209 - São Domingos, Niterói - RJ, 24210-240 | E-mail: [ricardobella@id.uff.br](mailto:ricardobella@id.uff.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2653-8541>

**DOUGLAS VIEIRA BARBOZA, M.Sc.** | Universidade Federal Fluminense | Sistemas de Gestão Sustentáveis | Niterói, RJ - Brazil | Correspondência para: R. Passo da Pátria, 156, Sala 329 - Bloco E - São Domingos, Niterói - RJ, 24210-240 | E-mail: [douglasbarboza@id.uff.br](mailto:douglasbarboza@id.uff.br)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9165-2300>

**MARCELO JASMIM MEIRIÑO, Dr.** | Universidade Federal Fluminense | Engenharia Civil | Niterói, RJ - Brazil | Correspondência para: R. Passo da Pátria, 156, Sala 329 - Bloco E - São Domingos, Niterói - RJ, 24210-240 | E-mail: [marcelojm@id.uff.br](mailto:marcelojm@id.uff.br)

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

SILVA, Jhennyfer Felizardo da; BELLA, Ricardo Luiz Fernandes; BARBOZA, Douglas Vieira; MEIRIÑO, Marcelo Jasmim. Sustentabilidade em Microescala: Estudo de Caso de Uma Padaria de Bairro. **MIX Sustentável, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 93-102, jul. 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.n3.93-102>.

**DATA DE ENVIO:** 06/05/2019

**DATA DE ACEITE:** 02/07/2019





# SENSAÇÃO TÉRMICA NO SERVIÇO DE TRANSPORTE CIRCULAR DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

*THERMAL SENSATION IN THE CIRCULAR TRANSPORTATION SERVICE OF THE FEDERAL UNIVERSITY OF PARÁ*

**MATHEUS MELO DE SOUZA** | UFPR

**MARCUS VINÍCIUS GUERRA SERAPHICO DE ASSIS CARVALHO, Dr.** | UFPR

**MARIANNA AMADO DA SILVA VIEIRA** | UNICAMP

**CARLOS EDUARDO AGUIAR DE SOUZA COSTA, M.Sc.** | UFPR

**JOSIAS DA SILVA CRUZ, M.Sc.** | UFPR

**MARIA LUIZA RODRIGUES MOREIRA** | UFPR

## RESUMO

No Brasil, o sistema de transporte coletivo sofre com a falta de planejamento em termos de conforto térmico, podendo trazer a desaprovação dos usuários e, principalmente, sérios danos à saúde. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a sensação térmica do sistema de transporte circular da Universidade Federal do Pará, devido a diversidade de pessoas que utilizam o serviço diariamente. Primeiramente, realizou-se uma análise de tendência da temperatura na região para os últimos 20 anos, seguida por uma análise da temperatura de superfície na universidade para o ano de 2018. Na segunda parte efetuou-se a caracterização das paradas disponíveis para utilização dos usuários. Por fim, foram realizadas medições de temperatura radiante nas paradas e no interior dos coletivos. Houve tendência ao aumento de temperatura em 80% dos anos estudados, e a temperatura de superfície na universidade variou em 5,4 °C. As medições de temperatura radiante mostraram valores médios acima do máximo tolerado pelos padrões de conforto em normas, concluindo que há necessidade de intervenção em todos os pontos de ônibus, a fim de promover melhorias no serviço. Isto é fundamental para o planejamento institucional do sistema de transporte, além de contribuir com a função social de fornecer um serviço digno.

**PALAVRAS CHAVE:** Planejamento de transporte; Mobilidade urbana; Temperatura

## ABSTRACT

*In Brazil, the collective transportation system suffers from the lack of planning in terms of thermal comfort, which can lead to user disapproval and, mainly, serious damage to health. Thus, the objective of this work was to evaluate the thermal sensation of the circular transport system of the Federal University of Pará, due to the diversity of people who use the service daily. Firstly, a temperature trend analysis was performed in the region for the last 20 years, followed by a surface temperature analysis at the university for the year 2018. In the second part, the characterization of the available stops for users' use. Finally, measurements were made of radiant temperature in the stops and inside the collectives. There was a tendency to increase temperature in 80% of the studied years, and the surface temperature in the university varied in 5.4 °C. Radiant temperature measurements showed average values above the maximum tolerated by comfort standards in standards, concluding that there is a need for intervention at all bus stops in order to promote improvements in service. This is fundamental for the institutional planning of the transportation system, in addition to contributing to the social function of providing a decent service.*

**KEY WORDS:** Transportation planning; Urban mobility; Temperature



## 1. INTRODUÇÃO

O transporte público é um serviço de extrema importância para a sociedade como um todo e não somente para seus usuários. O serviço é o principal meio de deslocamento nas cidades e possibilita que as pessoas tenham acesso às oportunidades de trabalho, aos equipamentos públicos, aos serviços sociais e às atividades que garantem a dignidade humana e a integração social (FELTRAN, 2016), além de promover as atividades de consumo de maneira mais fácil, o que garante a movimentação da economia.

No Brasil existem diversos aspectos importantes para a avaliação dentro da perspectiva da mobilidade urbana ao sistema de transporte urbano por ônibus, tais como: acessibilidade, tempo de viagem, segurança e conforto. Para Figueiredo et al. (2016) o conforto é uma das principais características para avaliação de um sistema de transporte. Antunes e Simões (2013) afirmam que o conforto é determinado pela disponibilidade de assento, espaçamento entre assentos, acessibilidade, ruídos, iluminação, higiene, segurança, espaço para circulação interna, dimensões das portas, roleta, apoios, altura dos degraus e as condições ambientais, como conforto térmico.

O conforto térmico humano é definido pela *American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers* (ASHRE), como o estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente circundante (ASHRAE 55, 2014). O conforto térmico dentro dos veículos é considerado como um dos fatores mais importantes nos projetos urbanos. Uma sensação térmica confortável pode trazer aos ocupantes não apenas uma boa sensação física e mental, mas contribuir também para uma maior concentração e motivação no trabalho e mais qualidade de vida (ZHOU, 2013).

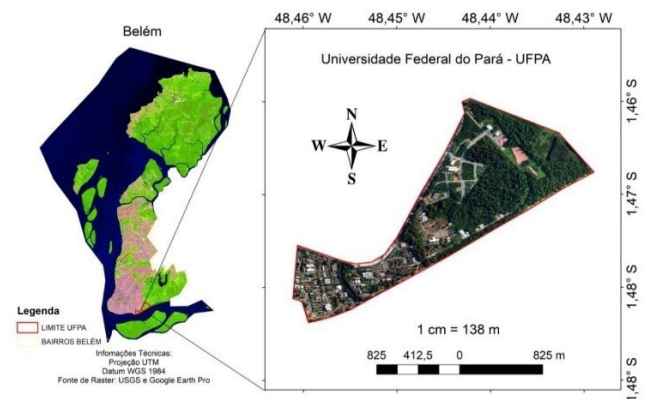
Assim, torna-se interessante analisar este fator em uma universidade, tendo em vista influência direta sobre a produtividade dos acadêmicos que dependem deste serviço. O sistema de transporte circular da Universidade Federal do Pará (UFPA) possui a função de transportar alunos, professores/pesquisadores, moradores do entorno ao longo da Cidade Universitária José da Silveira Netto. Importante ressaltar que o transporte também é fortemente utilizado por pacientes do Hospital Universitário Bettina Ferro de Souza, o que agrega a pesquisa um maior valor social, já que o conforto térmico também influencia diretamente na saúde dos usuários.

Diante desse contexto, faz-se necessário avaliar o nível da sensação térmica no sistema de transporte circular da UFPA, justamente porque a região amazônica possui altas temperaturas praticamente o ano todo. Esta avaliação é fundamental para o planejamento institucional do sistema de transporte, além de contribuir diretamente com a função social de fornecer um serviço digno. Busca-se também incentivar mais trabalhos como este, haja vista que estudos com este objetivo em universidades ainda são escassos.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1. Área de estudo

A UFPA possui uma área territorial de aproximadamente 3.328 km<sup>2</sup>, dividida em quatro campi: Básico (I), Profissional (II), Saúde (III) e Parque Tecnológico (IV), além de um fluxo diário de mais de 20 mil pessoas. O sistema de transporte coletivo da universidade surgiu em 1992 e hoje é administrado pela Superintendência de Assistência Estudantil da Universidade, transportando atualmente cerca de 4.200 pessoas (TEOBALDO et al., 2018). Na Figura 1 observa-se a localização da cidade universitária.



**Figura 1** – Cidade Universitária Professor José da Silveira Netto  
**Fonte:** Autores (2018)

O serviço do ônibus circular é gratuito e conta com uma frota de quatro veículos, possui as cores da instituição, azul e branco, e estão identificados com o nome da universidade (Figura 2). Os veículos contêm portas com acessibilidade para cadeirantes, letreiros digitais, e assentos com almofadas (ASCOM-UFPA, 2018). Em julho de 2018, após uma demanda histórica, a UFPA instalou ar condicionado em todas as linhas de circulares do campus e sequencialmente numeradas com algarismos arábicos entre parênteses e alinhados à direita, conforme modelo abaixo.



**Figura 2** – Veículo Circular da UFPA  
**Fonte:** Autores (2018)

De acordo com Teobaldo et al. (2018) o circular funciona de 7h às 22h, de segunda à sexta, ininterruptamente, com circulação simultânea de dois ônibus em sentido contrário. Cada ônibus possui 52 assentos, com a capacidade de 48 pessoas em pé. A rota de circulação é de aproximadamente 5 km e conta com 32 paradas ao longo dos quatro campus, sendo 16 paradas na ida e 16 na volta.

## 2.2. Avaliação de tendência de temperatura

A Cidade Universitária está localizada na cidade de Belém (PA). A temperatura é de 26,4 °C em média, e a umidade do ar média de 84%. O clima da cidade de Belém, segundo a classificação de Köppen é do tipo Af, com precipitação pluviométrica média anual é de 3.000 a 4.000 mm (ALVARES et al., 2013).

Para a avaliação da temperatura foram solicitados os dados de temperatura média de 1997 a 2017 do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), oriundos da estação 82191, localizada no bairro do Curió-Utinga, distante cerca de 2 quilômetros da UFPA. Foi aplicado o teste não-paramétrico de Mann-Kendall, utilizado para avaliar tendências em séries temporais de dados ambientais.

O método foi escolhido pela sua grande utilização para avaliar dados de temperatura, além da facilidade de aplicação. Segundo Salviano et al. (2016), o método é baseado em rejeitar ou não a hipótese nula ( $H_0$ ) de que não exista tendência na série histórica, portanto, adota-se um nível de significância ( $\alpha$ ). A interpretação do nível de significância é a probabilidade de se cometer o erro de rejeitar a  $H_0$  quando essa for verdadeira. No teste de Mann-Kendall, uma tendência é considerada negativa ou positiva, indicando diminuição ou aumento nos atributos da série histórica analisada, caso o escore de Mann-Kendall (Kendall's tau) for negativo ou positivo. Além disso, a tendência apontada é considerada significativa quando *p-value* apresentar um valor menor que 0,05.

## 2.3. Temperatura de superfície terrestre

A aquisição da imagem orbital do satélite Landsat 8 foi no site do *United States Geological Survey* (USGS), que passou pelo local de interesse no dia 26 de agosto de 2018, às 13:22:36 h. Desta cena foi utilizada o sensor infravermelho térmico da banda termal 10 (TIRS1).

A recuperação de temperatura de superfície terrestre (LST) das bandas L8-TIRS 10 e 11 baseia-se na inversão da equação de transferência radiativa (RTE) (Equação 1), que corrige as medições de radiação espectral do topo da atmosfera (TOA) realizadas por essas bandas TIR, e é causada por atenuação atmosférica e emissão de superfície (GARCÍA-SANTOS et al., 2018). Todos os fatores e constantes são encontrados no arquivo de metadados que vem junto com os arquivos gerados pelo satélite e foram utilizados para gerar um mapa térmico da universidade.

(1)

Em que  $L_{TOA,i}$  representa a radiância TOA medida pelo sensor TIR (em  $Wsr^{-1}m^{-2}\mu m^{-1}$ );  $i$  representa a emissividade da superfície;  $B_i(LST)$  representa a função de Planck de um corpo negro emissor na temperatura da superfície (LST);  $L_{hem,i}$  representam o parâmetro atmosféricos correspondentes à radiação de afinidade hemisférica;  $\tau_i$  transmissividade atmosférica;  $L_{atm,i}$  radiação de resurgência.

## 2.4. Caracterização das paradas do ônibus circular

A caracterização das paradas foi realizada entre os dias 16 e 17 de outubro de 2018. Consistiu na criação de um banco de dados classificando a quantidade e qualidade das paradas, além de registro fotográfico. A classificação quantitativa deu-se pela caracterização de rota de ida e volta. Já a qualitativa, acerca da infraestrutura das paradas foi dividida baseada na presença de dois parâmetros principais do ponto de vista ergonômico e estrutural: banco e cobertura.

Tendo em vista que o ato de sentar proporciona o conforto físico, é importante analisá-lo como influenciador direto do conforto térmico. Já a cobertura influencia na incidência direta de radiação solar e, portanto, na troca de calor. A exposição direta ao sol pode provocar rapidamente a produção de suor, desconforto físico e psicológico (MENDES; TOMMASELLI, 2016).

## 2.5. Medição da temperatura radiante nas principais paradas e no circular

Para a avaliação da temperatura, foi definido um horário crítico, que de acordo com Oliveira e Costa (2005), na UFPA, ocorre entre 13 e 15h. A importância da escolha justifica-se, pois, além de possuir as maiores temperaturas, o horário crítico coincide com o término do turno matutino

e começo do turno vespertino, além do funcionamento dos Restaurantes Universitários, que aumentam o fluxo de usuários no transporte circular.

A temperatura radiante média é uma das diversas variáveis mensuráveis utilizadas na avaliação de conforto térmico de um ambiente e, portanto, é um fator importante na definição do estado térmico ao qual o ambiente se adequa (SIMION et al., 2016). Ressalta-se que pela dificuldade na aquisição de equipamentos necessários para avaliar os outros critérios em tempo hábil, optou-se por analisar apenas a variável temperatura radiante média.

As medições de temperatura radiante no interior dos ônibus circulares foram obtidas entre os dias 7 e 15 de novembro de 2018, dentro do horário crítico (13h às 15h). O período de medição foi definido dessa maneira de modo a não prejudicar as outras etapas do trabalho, tendo em vista a disponibilidade de equipamentos e pessoal para a realização das atividades. Os ambientes escolhidos foram: teto, piso, banco e janelas. A razão da escolha foi a área de contato com o usuário, área de exposição à energia solar e características dos materiais.

Já a medição da temperatura radiante nas paradas foi realizada entre os dias 29 de outubro a 16 de novembro de 2018. Nas paradas os ambientes escolhidos foram piso, teto e banco. A razão foram as características dos materiais, as interações com os usuários e as trocas de calor por radiação que ocorrem no ambiente da parada. A medição da temperatura radiante foi realizada por termômetro infravermelho da fabricante GM, modelo GM320.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1. Análise de tendência de temperatura

A Tabela 1 apresenta os resultados da análise de tendência anual. Assim, pode-se verificar que dentro do universo amostral de 20 anos, 16 anos apresentaram tendências de aumento de temperatura média no município de Belém – PA, o que corresponde a 80% das amostras. Não diferente disto, a análise realizada com toda a série de 20 anos também apresentou uma tendência positiva. Deste modo, com base nos resultados do teste de Mann-Kendall, podemos afirmar que há uma tendência significativa de aumento de temperatura média na cidade. Em estudo semelhante de análise de tendência feito por Salviano et al. (2016), também foi encontrada tendência de aumento na temperatura média para a cidade de Belém.

Ano	Tau	P-Value	Verificação
1997	0,778	0,0004702	Há tendência
1998	0,061	0,8370115	Não
1999	0,727	0,0012690	Há tendência
2000	0,667	0,0031920	Há tendência
2001	0,909	0,0000000	Há tendência
2002	0,697	0,0020303	Há tendência
2003	0,727	0,0012690	Há tendência
2004	0,485	0,0335242	Há tendência
2005	0,333	0,1498607	Não
2006	0,576	0,0111748	Há tendência
2007	0,364	0,1147567	Não
2008	0,848	0,0001623	Há tendência
2009	0,606	0,0074879	Há tendência
2010	0,455	0,0467449	Há tendência
2011	0,545	0,0163933	Há tendência
2012	0,697	0,0020303	Há tendência
2013	0,485	0,0335242	Há tendência
2014	0,879	0,0000000	Há tendência
2015	0,455	0,0467449	Há tendência
2016	0,333	0,1498607	Não
2017	0,606	0,0074879	Há tendência

**Tabela 1** – Avaliação das temperaturas médias através da metodologia de Mann-Kendall  
**Fonte:** Autores (2018)

O aumento da temperatura pode estar relacionado ao fenômeno *El Niño* Oscilação Sul (ENOS), que é classificado, segundo Salazar-Gáscon e Ferreira (2018) como um padrão climático que resulta da interação das temperaturas da superfície do mar e os ventos no oceano pacífico, que podem resultar também na diminuição da precipitação pluviométrica e ocorrência de estiagens, diminuindo a umidade e afetando a sensação térmica. Somados aos efeitos do ENOS, que são variáveis naturais, as variáveis antrópicas também influenciam diretamente o aumento da temperatura na região, alguns fatores decisivos podem ser citados, tais como: crescente impermeabilização do solo devido ao uso e ocupação, do número de automóveis movidos a combustíveis fósseis, e por consequência, maior emissão de gases do efeito estufa.

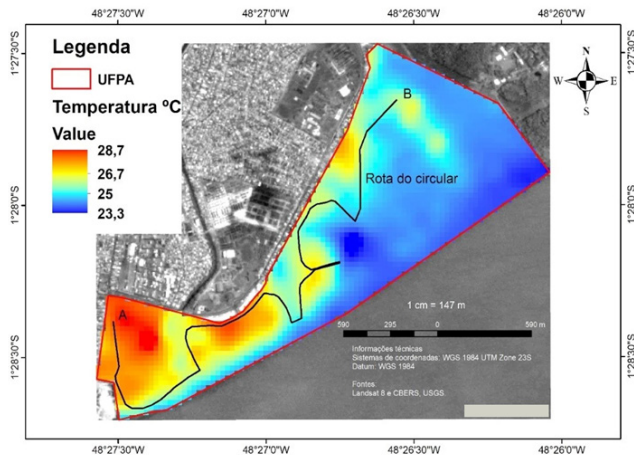
Com a tendência de aumento da temperatura, as condições sensíveis de calor se tornarão cada vez mais desconfortáveis no sistema de transporte da UFPA, com probabilidade de influência no desempenho e na saúde de alunos, servidores da instituição e pacientes que são atendidos pelo Hospital Universitário.

#### 3.2. Temperatura de superfície na cidade Universitária



A Figura 3 apresenta o mapa temático de temperatura dentro da cidade Universitária e a rota do ônibus circular. A temperatura de superfície se apresenta de modo não uniforme para o mesmo horário do dia, deste modo, em alguns pontos a temperatura é de 23,3 °C e em outros chega a 28,7 °C. Portanto, uma diferença de 5,4 °C.

Assim, os locais de temperaturas mais amenas ficam localizados onde existe maior cobertura vegetal e nas proximidades do rio Guamá. Os ambientes mais quentes são os que estão em proximidades com a área urbanas e os estacionamentos com variação de temperatura entre 26,7 °C a aproximadamente 28,5 °C, sendo essa variação devida ao tipo de material utilizado na impermeabilização do solo, ficando a temperatura máxima (28,7 °C) para as coberturas de alguns prédios em que o material utilizado são telhas de amianto.



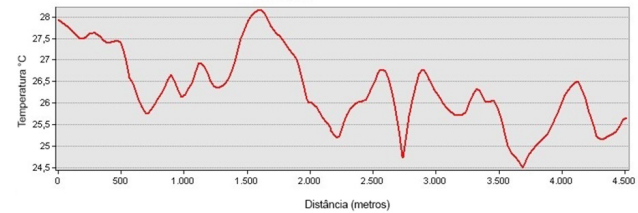
**Figura 3** – Temperatura de superfície pelo satélite Landsat 8 e a rota do ônibus circular no campus da UFPA  
**Fonte:** Autores (2018)

Santana (2015) analisou imagens de temperatura de superfície terrestre em Brasília, utilizando a mesma metodologia, porém com imagens do satélite Landsat 5, e encontrou a formação de ilhas de calor em vários pontos da cidade, principalmente nos locais urbanos e onde havia solo exposto. Isso pode demonstrar uma eficácia neste método para avaliação de temperaturas urbanas, o que pode incentivar outros estudos a uma análise semelhante.

De acordo com Sagris e Sepp (2017), as ondas de calor são um dos principais riscos climáticos que afetam as cidades em relação às mudanças climáticas contemporâneas e futuras. Os mesmos autores afirmam que as ondas de calor são acompanhadas por outro fenômeno - o efeito de ilha de calor urbana - em que a expansão de superfícies impermeáveis e atividade humana leva ao aumento

da temperatura, poluição do ar e consumo de energia.

Portanto, o ônibus circular trafega em sua maioria por áreas mais quentes da universidade, exceto quando passa próximo ao bosque Benito Calzavara e quando cruza a ponte para o campus de saúde, conforme o apresentado na Figura 4. Segundo Chan et al. (2015), as respostas ao microclima podem ser inconscientes, o que pode levar o ser humano a um estado de stress e fadiga, diminuindo assim, a sua produtividade laboral e acadêmica.



**Figura 4** – Perfil de temperatura de superfície na UFPA na rota do ônibus circular (Ponto A-B)  
**Fonte:** Autores (2018)

### 3.3. Caracterização das paradas do ônibus circular

A caracterização das paradas engloba uma avaliação qualitativa e quantitativa dos aspectos de infraestrutura que influenciam diretamente a sensação térmica no ambiente, conforme as Tabelas 2 e 3.

Paradas	Local	Cobertura	Banco
1	Transporte	Não	Não
2	Segurança	Não	Não
3	Rest. Univ.	Não	Não
4	Mir. do Rio	Não	Não
5	Vadião	Sim	Sim
6	Incubadora	Não	Não
7	ICA	Não	Não
8	Terminal	Sim	Não
9	NAEA/ICJ	Não	Não
10	ICSA	Não	Não
11	Odontologia	Não	Não
12	Nutrição	Não	Não
13	Hosp. Bettina	Não	Sim
14	Genoma	Não	Não
15	Esp. Inovação	Não	Não
16	INPE	Não	Não

**Tabela 2** – Caracterização das paradas de ida do Circular  
**Fonte:** Autores (2018)

Paradas	Local	Cobertura	Banco
17	Esp. Inovação	Não	Não
18	Genoma	Não	Não
19	Hosp. Bettina	Não	Sim
20	Nutrição	Não	Não
21	Odontologia	Não	Não
22	ICSA	Não	Não
23	NAEA/ICJ	Não	Não
24	Terminal	Não	Não
25	ICA	Não	Não
26	Incubadora	Não	Não
27	Vadião	Não	Não
28	Reitoria	Não	Não
29	ICEN	Não	Não
30	Ginásio	Não	Não
31	CAPACIT	Não	Não
32	Transporte	Não	Não

**Tabela 3** – Caracterização das paradas de volta do Circular  
**Fonte:** Autores (2018)

A avaliação concluiu que das 32 paradas, apenas a parada 5 (Complexo Vadião) possui as condições mínimas de conforto, como a presença de bancos e cobertura, ainda que de maneira ineficaz e com a presença de materiais inadequados para o clima na região, como coberturas metálicas e telhas de amianto. Ao todo, são 93,75% de paradas com ausência de coberturas e 90,63% sem assentos. As únicas paradas com presença de banco e/ou cobertura são as paradas 3, 8 e 13/19, correspondendo aos 12,5% restantes.

A Figura 5 ilustra as paradas 3 (Restaurante Universitário - RU), parada 5 (Complexo Vadião), parada 8 (Terminal) e 13/19 (Hospital Universitário Bettina) que apresentaram as características mínimas de análise de conforto térmico.



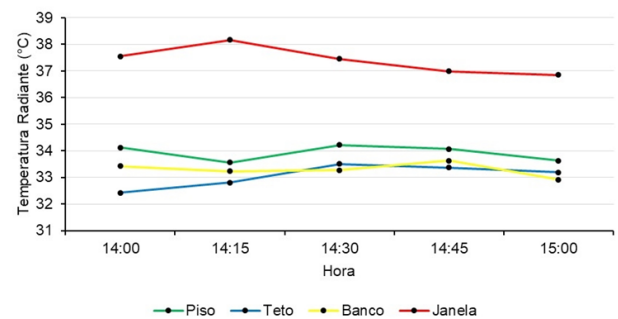
**Figura 5** – a) parada 3 (RU), b) parada 5 (Complexo Vadião), c) parada 8 (Terminal) e d) parada 13/19 (Hospital Bettina)  
**Fonte:** Autores (2018)

O uso de materiais como plástico e matérias biocompostos, como telhados verdes, melhorariam o conforto térmico no ambiente. Assim como o trabalho de Rehan (2013), onde o autor afirma a importância destes dispositivos na paisagem urbana como uma abordagem para proporcionar um ambiente sustentável atraente e seguro, principalmente em paradas de coletivos urbanos. O que justifica isso são os resultados obtidos da temperatura de superfície da universidade, que explanam as melhores temperaturas em áreas com maior vegetação.

Estudos como de Minella e Krüger também ressaltam a importância disto, onde os autores analisam como introduzir áreas verdes pode diminuir o estresse térmico do pedestre em dias de muito calor. Essas ações são diretamente voltadas à mobilidade urbana que podem sim considerar a inserção de áreas verdes como estratégia de requalificação da paisagem urbana.

### 3.4. Medição da temperatura radiante no circular

A medição da temperatura radiante no circular foi realizada durante os dias 7 de outubro a 15 de novembro de 2018. O horário de medição foi realizado no intervalo de 13 às 15 horas também, e os resultados apresentaram valores aproximadamente iguais em todos os veículos. O intervalo de medição foi estabelecido como 15 minutos, tempo este necessário para aclimação do ambiente interno devido às paradas e fluxo de pessoas. Os valores médios estão representados na Figura 6.



**Figura 6** – Valores médios de temperatura radiante no circular  
**Fonte:** Autores (2018)

Observa-se que os maiores valores de temperatura foram observados nas janelas do veículo, com valores entre 36,87 °C e 38,17 °C, e a média foi de 37,41 °C. O valor corresponde ao mais alto devido a condutividade térmica do vidro, que mesmo com película consegue transmitir níveis altos de energia térmica para dentro do ônibus, causando assim, desconforto térmico.

O teto do ônibus recebe calor irradiado diretamente do sol, com uma superfície completamente exposta. Porém, a pintura em cor branca auxilia na não absorção de toda a energia térmica advinda. Além disso, o sistema de ar condicionado, que é posicionado no teto do ônibus também garante o equilíbrio da temperatura na parte superior. Os valores encontrados durante as medições variaram entre 32,41 °C e 33,37 °C e a média a média foi de 33,05 °C, correspondendo na maioria das vezes às menores temperaturas medidas no interior do ônibus.

O piso apresentou valores entre 33,56 °C a 34,21 °C e a média foi de 33,92 °C, este valor está acima do valor máximo definido como limite de temperatura do chão, 26 °C de acordo com a ASHRAE-55 e 29 °C de acordo com a norma ISO 7730. Esses valores representam o calor irradiado do piso do ônibus, que por sua vez transmite o calor dos componentes do motor embaixo do ônibus, além do calor irradiado do asfalto.

Em relação ao banco de passageiros, ele apresentou valores entre 32,91 °C a 33,63 °C, e a média foi de 33,29 °C. Os valores de temperatura refletem a capacidade do banco de absorver o calor devido a sua constituição acolchoada, além de receber do piso do ônibus e trocar energia térmica com os usuários. A constituição do banco possui a característica de isolante térmico, a fim de proporcionar conforto os usuários, porém, a constituição do material pode ser incorreta se tratando de uma região tropical com altas temperaturas ao longo do ano, proporcionando, então, desconforto ao usuário.

Esta avaliação concluiu que os microclimas dentro do ônibus foram os principais responsáveis pelas diferenças de conforto dentro do mesmo ambiente. O lado onde qual o sol estava irradiando calor diretamente sempre apresentou um desconforto maior em relação ao da sombra e a temperatura radiante média global do ônibus foi de 34,42 °C.

### 3.5. Medição da temperatura radiante nas principais paradas

#### 3.5.1. Parada 3 (RU)

A parada 3 está situada na borda de uma passarela de pedestres alguns usuários improvisaram troncos de madeira como bancos, porém, a quantidade é pequena e no horário de pico, durante o funcionamento do RU, é ineficaz. Os troncos ainda obstruem a passagem do fluxo de pedestres na passarela.

As medições apresentaram valores médios de temperatura radiante do teto entre 43,99 °C e 48,70°C. O teto é composto de um material metálico, com alta condutividade

térmica, o que proporciona uma alta sensação de desconforto. O piso é feito em concreto e absorve muito calor, porém em quantidades bem menores se comparado ao material metálico do teto e apresentou uma medições entre 34,20 °C e 43,17 °C. Já os resultados do piso acompanharam os do teto, porém, dadas as características intrínsecas do material, o fluxo de calor é menor no segundo. A alta impermeabilização do solo na região também contribui para o desconforto, pois a área correspondente à parada 3 foi uma das primeiras regiões de uso e ocupação do solo na cidade universitária, conforme a Figura 7.

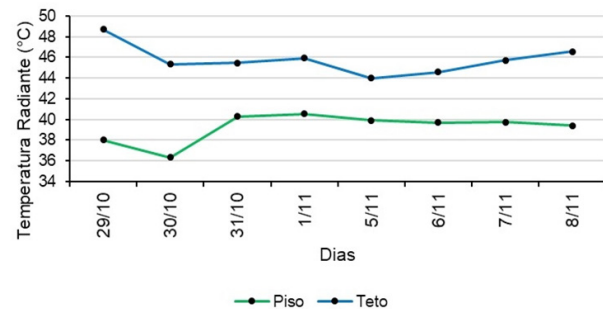


Figura 7 – Média da Temperatura Radiante na Parada 3 (RU)  
Fonte: Autores (2018)

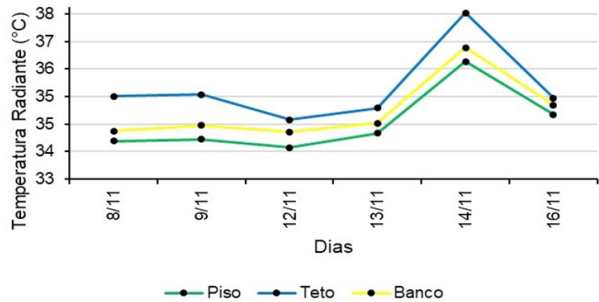
A média da temperatura radiante no piso foi de 39,25 °C acima dos valores máximo definidos como limite de temperatura do chão (ASHRAE-55 e ISO 7730). No teto, a média foi de 45,79 °C. A temperatura radiante média global da parada foi de 45,52 °C.

#### 3.5.2. Parada 5 (Complexo Vadião)

A parada 5 foi a única que apresentou os três requisitos mínimos de infraestrutura responsável pelo conforto e boa sensação térmica na parada de ônibus do circular. Entretanto, ainda que presente, nenhum dos dois requisitos proporciona bem-estar ao usuário. A avaliação constatou que o banco é feito de concreto e subdimensionado para a quantidade de pessoas que ali circulam, além disso, o material do teto, tal como na parada 3, também é constituído de componentes inadequados para o clima regional e, portanto, oferecem desconforto ao usuário.

De acordo com a Figura 8, a parada 5 apresentou valores médios de temperatura radiante no teto entre 34,73 °C e 37,83 °C. O material utilizado na cobertura possui alta condutividade térmica, e irradia muito calor, contribuindo para o desconforto para os usuários. Já o banco, por ser constituído de concreto irradia menos calor, porém, existe a troca calor com o usuário sentado, sua temperatura variou de 34,38 °C a 36,82 °C. O piso, também de concreto,

apresentou valores entre 33,91 °C e 36,42 °C. De maneira geral, a parada 5 apresenta os melhores índices de conforto e sensação térmica devido a infraestrutura básica da parada, com a presença de banco e cobertura, mas suas deficiências são graves e poderão se sobrepor às vantagens em um curto tempo caso não haja intervenção.



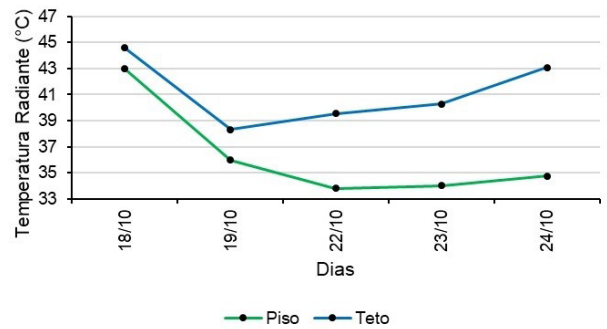
**Figura 8** – Média da Temperatura Radiante na Parada 5 (Complexo Vadião)  
 Fonte: Autores (2018)

A média da temperatura radiante no piso foi de 36,63 °C, também está acima do valor máximo definido como limite de temperatura do chão. Já em relação ao teto, a média foi de 35,64 °C. Em relação ao banco, o valor foi de 34,99 °C. A temperatura radiante média global da parada foi de 35,09 °C.

### 3.5.3. Parada 8 (Terminal)

A parada 8 é a parada com o maior fluxo de usuários da cidade universitária, seus usuários são oriundos dos institutos do campus profissional, pavilhões de aula, laboratórios de cursos e principalmente de usuários do transporte público de Belém. A maioria vem de outros locais dentro do campus para se deslocar para diversos pontos através do sistema de transporte coletivo urbano ou está chegando para utilizar os serviços ofertados na universidade ao longo de seus quatro campus. A parada 8 não possui bancos, o teto é feito de material incorreto para o clima da cidade e até mesmo suas dimensões são subdimensionadas para a quantidade de usuários.

Os valores de temperatura radiante emitidos pelo teto oscilaram entre 38,52 °C e 44,8 °C. Além do material ser inadequado, a área onde a parada está situada possui alto uso e ocupação do solo, com grande área impermeabilizada, destinada a estacionamento, além da proximidade com o terminal de ônibus municipal, que possui fluxo intenso de ônibus e assim, emissão de gases do efeito estufa em grande quantidade, que contribuem diretamente para o aumento da temperatura. A temperatura no piso variou entre 34,95 °C e 43,17 °C e suas características são oriundas do tipo de material, que no caso é concreto, e da impermeabilização do solo, de acordo com a Figura 9.

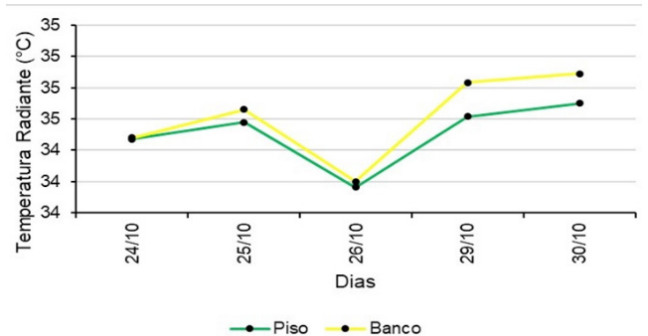


**Figura 9** – Média da Temperatura Radiante na Parada 8 (Terminal)  
 Fonte: Autores (2018)

### 3.5.4. Parada 13/19 (Hospital Universitário Bettina)

A parada 13/19 é a parada que atende o Hospital Universitário e está localizada no campus de saúde. A taxa de uso e ocupação do solo na região é a segunda menor da cidade universitária, tendo como efeitos a amenização da temperatura no local, a presença de grandes áreas verdes e árvores no entorno contribuem para a sensação térmica do ambiente. Porém, apesar da localização auxiliar, a infraestrutura da parada é inadequada, pois a ausência de cobertura e de bancos uniformizados inserem o usuário em uma condição de desconforto. Dois fatores são importantes na avaliação dessa parada em especial, a suscetibilidade às intempéries, como chuva e as condições psicobiológicas dos usuários, tendo em vista que a maioria se dirige ao hospital para tratamentos, consultas e operações.

Na parada 13/19, os valores de temperatura radiante emitidos pelo piso oscilaram entre 34,14 °C e 34,70 °C. Apesar do material ser concreto, os valores foram os mais baixos encontrados durante a análise. A temperatura nos bancos variou entre 34,20 °C e 34,89 °C e suas características são oriundas do tipo de material, concreto, porém, considerando a característica da parada, este material é inadequado e causa desconforto, conforme a Figura 10.



**Figura 10** – Média da Temperatura Radiante na Parada 13/19 (Hospital Bettina)  
 Fonte: Autores (2018)



#### 4. CONCLUSÕES

A avaliação de tendência de temperatura demonstrou que de 1997 a 2017, 16 dos 20 anos tiveram tendência de aumento, algumas razões responsáveis são a crescente expansão da universidade, intenso uso e ocupação do solo e impermeabilização dele, além de fenômenos climáticos. O microclima dentro da cidade universidade universitária varia entre 23,3 °C a 28,7 °C, sendo os locais com as temperaturas mais amenas os que têm proximidades com a área vegetada e com a margem do rio Guamá. A caracterização das paradas demonstrou que das quatro avaliadas neste trabalho, apenas a 5 (Complexo Vadião) apresenta características mínimas de conforto.

As temperaturas radiantes nas paradas apresentaram valores críticos, variando de 38 °C a 50 °C, sendo a parada 3 (RU) responsável pelos maiores valores, oriundos do teto, com valores entre 44 °C e 48,7. Já a medição nos bancos atingiu valores, entre 34 °C e 35 °C. Em relação ao piso, os resultados oscilaram entre 34°C e 36°C e atingiram valores acima do proposto pelas normas estudadas em todos os casos. Dentro do ônibus, o piso, teto e banco atingiram valores entre 32 °C e 34,5 °C. Os valores críticos foram determinados nas janelas, variando de 36,87 °C a 38,17 °C.

Por fim, conclui-se que a gestão do sistema de transporte circular vai além do cuidado apenas com o ônibus, sendo as paradas o maior problema (do ponto de vista térmico), pois o tempo de viagem dentro do circular é relativamente curto em relação ao tempo de espera nas paradas. A construção de uma infraestrutura adequada nas paradas, como telhados verdes nas coberturas, e bancos de plástico, propiciaria uma melhora nos indicadores ergonômicos, elevaria o nível de satisfação do usuário com o serviço, atrairia investimentos, bens e serviços para a cidade universitária, além de contribuir para a mobilidade urbana sustentável no campus, estimulando o transporte coletivo em detrimento do transporte particular, reduzindo custos econômicos para os usuários.

#### REFERÊNCIAS

ALVARES, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANTUNES, Eloisa Maieski; SIMÕES, Fernanda Antonio. Urban applied engineering: a study on quality of public transport in mid-sized cities. **URBE - Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 5, n. 2, p. 51-62, 2013.

ASHRAE - Standard 55 (2014). **Thermal environmental conditions for human occupancy**. American

Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Inc., Atlanta.

Assessoria de Comunicação da UFPA-ASCOM. **Circular "encurta" distâncias na UFPA e transporta diariamente milhares de passageiros**. Disponível em: <<https://portal.ufpa.br/index.php/ultimas-noticias2/8727-circular-encurta-distancias-na-ufpa-e-transporta-diariamente-milhares-de-passageiros-2>>. Acesso em 16 de novembro de 2018.

CHAN, Albert; SONG, Wenfang; YANG, Yang. Meta-analysis of the effects of microclimate cooling systems on human performance under thermal stressful environments: potential applications to occupational workers. **Journal of Thermal Biology**, v. 49, p. 16-32, 2015.

FELTRAN, Fernanda Rodrigues. Instrumentos de Efetivação do Direito à Cidade a Lei 12.587/2012-Política Nacional de Mobilidade Urbana como Instrumento de Efetivação do Direito à Cidade. **Revista Direito & Dialogicidade**, v. 7, n. 1, p. 86-104, 2016.

FIGUEIREDO, Marilu Alcântara de Melo; SILVA, Luiz Felipe; BARNABÉ, Tiago Leão. Transporte coletivo: vibração de corpo-inteiro e conforto de passageiros, motoristas e cobradores. **Journal of Transport Literature**, v. 10, n. 1, p. 35-39, 2016.

GARCÍA-SANTOS, Vicente et al. Comparison of three methods for estimating land surface temperature from landsat 8-tirs sensor data. **Remote Sensing**, v. 10, n. 9, p. 1450, 2018.

ISO 7730 – ISO: 2005. **Ergonomics of thermal environmental – Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria**. Geneve, 2005.

MENDES, Lidiana Pinho; TOMMASELLI, José Tadeu Garcia. De Sol a Sol: Reflexões sobre A Vivência do Clima Urbano Através da Rotina Laboral da(o)s Varredora(e)s de Ruas de Presidente Prudente - SP. **PEGADA-A Revista da Geografia do Trabalho**, v. 17, n. 1, 2016.

MINELLA, Flavia Cristina Osaku; KRÜGER, Eduardo Leite. Proposição do índice "fração vegetada" e sua relação com alterações na temperatura do ar e no conforto térmico no período diurno e em situação de verão para Curitiba. **Ambiente Construído**, v. 17, n. 1, p. 353-371, 2017.

OLIVEIRA, Luciellen Araújo; COSTA, AC da. Influência da arborização na temperatura e umidade do ar no campus da UFPA. In: XIV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. 2005. p. 26-27.



REHAN, Reeman Mohammed. Sustainable streetscape as an effective tool in sustainable urban design. **HBRC Journal**, v. 9, n. 2, p. 173-186, 2013.

SAGRIS, Valentina; SEPP, Mait. Landsat-8 TIRS Data for Assessing Urban Heat Island Effect and Its Impact on Human Health. **IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters**, v. 14, n. 12, p. 2385-2389, 2017.

SALAZAR-GASCÓN, Ruth Estefania; FERREIRA, Cassia De Castro Martins. Influência dos Eventos Extremos ENOS e AMO Entre 2003-2014 no Clima e Regimes de Fogo na Gran Sabana, Parque Nacional Canaima, Guiana Venezuelana. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 22, 2018.

SALVIANO, Marcos Figueiredo; GROppo, Juliano Daniel; PELLEGRINO, Giampaolo Queiroz. Trends Analysis of Precipitation and Temperature Data in Brazil. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 31, n. 1, p. 64-73, 2016.

SANTANA, N. C. Investigation of Heat Islands in Brasília: Multi-Temporal Analysis with Focus on Land Cover. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 7, n. 6, p. 1044-1054, 2015.

SIMION, Mihaela; SOCACIU, Lavinia; UNGURESAN, Paula. Factors which influence the thermal comfort inside of vehicles. **Energy Procedia**, v. 85, p. 472-480, 2016.

TEOBALDO, Felipe Meireles; CRUZ, Joellen Silva; FERREIRA, Regina Célia Brabo. Estudo Acerca do Transporte Coletivo Circular-UFGA: Diagnóstico e subsídios para melhoria do serviço na universidade. **Revista Científica Semana Acadêmica**, n. 000121, 2018.

USGS, Department of the interior U.S Geological Survey. **Landsat 8 (L8) Science Data Users Handbook Version 2**. Washington, DC, USA, 2016.

ZHOU, Qiao. **Thermal comfort in vehicles**. Faculty of Engineering and Sustainable Development, 2013.

## AUTORES

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8133-4963>

**MATHEUS MELO DE SOUZA, Engenheiro** | Universidade Federal do Pará | Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval | Belém, PA - Brasil | Correspondência para: Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, Belém - PA, 66075-110 | E-mail: matheus\_melo96@hotmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4548-7708>

**MARCUS VINÍCIUS GUERRA SERAPHICO DE ASSIS CARVALHO, Dr.** | Universidade Federal do Pará | Programa de Pós-Graduação em Engenharia Naval | Belém, PA - Brasil | Correspondência para: Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, Belém - PA, 66075-110 | E-mail: mseraphico@ufpa.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8809-3525>

**MARIANNA AMADO DA SILVA VIEIRA, Engenheira** | Universidade Estadual de Campinas | Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | Campinas, SP - Brasil | Correspondência para: Rua Saturnino de Brito, 224 - Cidade Universitária Zeferino Vaz, Campinas - SP, 13083-889 | E-mail: marianaamado@gmail.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7238-6892>

**CARLOS EDUARDO AGUIAR DE SOUZA COSTA, M.Sc.** | Universidade Federal do Pará | Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | Belém, PA - Brasil | Correspondência para: Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, Belém - PA, 66075-110 | E-mail: cecosta@ufpa.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6885-7471>

**JOSIAS DA SILVA CRUZ, M.Sc.** | Universidade Federal do Pará | Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil | Belém, PA - Brasil | Correspondência para: Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, Belém - PA, 66075-110 | E-mail: josiasacruz@ufpa.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3469-7104>

**MARIA LUIZA RODRIGUES MOREIRA** | Universidade Federal do Pará | Faculdade de Administração | Belém, PA - Brasil | Correspondência para: Rua Augusto Corrêa, 1 - Guamá, Belém - PA, 66075-110 | E-mail: luizadriguesmoreira@hotmail.com

## COMO CITAR ESTE ARTIGO

SOUZA, Matheus Melo de; CARVALHO, Marcus Vinícius Guerra Seraphico de Assis; VIEIRA, Marianna Amado da Silva; COSTA, Carlos Eduardo Aguiar de Souza; CRUZ, Josias da Silva; MOREIRA, Maria Luiza Rodrigues. Sensação térmica no serviço de transporte circular

da universidade federal do Pará. **MIX Sustentável**, [S.l.], v. 5, n. 3, p. 103-114, jul. 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.n3.103-114>.

**DATA DE ENVIO:** 06/05/2019

**DATA DE ACEITE:** 02/07/2019



# ANÁLISE COMPARATIVA DE DESEMPENHO TÉRMICO E ACÚSTICO ENTRE VEDAÇÕES INTERNAS DE ALVENARIA DE BLOCO CERÂMICO E BLOCO DE CONCRETO CELULAR AUTOCLAVADO

CAROLINA MARIELI ATAÍDE | UNIJUÍ  
TENILE RIEGER PIOVESAN, M.Sc. | UFSM

## 1. INTRODUÇÃO

Com o passar do tempo os materiais da construção civil evoluíram, tornando-se mais leves e esbeltos. Dessa forma, acarretou-se na redução da massa e espessura das paredes constatando-se uma piora quanto ao conforto e desempenho destes materiais (PINTO, 2011).

O objetivo deste estudo é realizar a comparação de parâmetros de desempenho em relação ao comportamento térmico e acústico do bloco de concreto celular autoclavado e do bloco cerâmico vazado verificando se atendem a norma e qual material possui os melhores índices através da observação de resultados de ensaios já realizados.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O isolamento sonoro pode ser definido como a capacidade de uma divisória, parede ou até mesmo de um ambiente, em isolar, bloquear sons e ruídos, ou parte desses, propagados pelo ar (PINTO, 2011). Dessa forma, é avaliada a diferença padronizada de nível ponderada ( $DnT_w$ ) e isolamento de ruído ( $R_w$ ).

Já ao que se refere a condição térmica, um dos critérios a serem avaliados é condutividade térmica que pode ser definida como uma propriedade que apresenta o fluxo de calor através da superfície do material (MOTA, 2001).

## 3. METODOLOGIA

Foram utilizados ensaios realizados por estudantes, dados recentemente possibilitando maior veracidade e convicção dos resultados. Os estudos foram efetuados em campo e em laboratório. A partir disso, houve a comparação dos índices de condutividade térmica e índices de isolamento sonora ( $R_w$ ) e diferença padronizada de nível ponderada entre ambientes ( $DnT_w$ ) dos blocos selecionados para o estudo.

## 4. RESULTADOS

Realizando a comparação dos resultados obtidos através da análise dos ensaios encontrados quanto ao desempenho acústico, pode-se verificar que o BCCA possui melhores índices tanto no campo quanto em laboratório, alcançando 48dB em campo (ASSMANN, 2016) e 51dB em laboratório (CELUCON, 2018) com espessura de 20cm. Já o bloco cerâmico vazado fica em torno de 44 dB em campo (PINTO, 2011) com uma espessura de 20cm e 35dB em laboratório (NETO E BERTOLI, 2010).

Da mesma forma ocorre quanto a condutividade. O BCCA possui o melhor índice, cerca de 0,152 (W/mK) (CELUCON, 2015) enquanto o bloco cerâmico vazado tem índice que varia de 0,70 a 1,05 (W/mK) (LAMBERTS; DUTRA E PEREIRA, 2014). Dessa forma, a tecnologia do bloco de concreto celular autoclavado atende ao que é solicitado por norma e também quanto ao conforto disponibilizado para seus usuários. Atualmente com a valorização da NBR 15575 (ABNT, 2013) houve a introdução de novos sistemas construtivos e a busca por materiais de alta qualidade e a racionalização, que além de atender os usuários, atende a empresas e construtoras facilitando a execução e diminuindo custos.

## REFERÊNCIAS

- PINTO, Rodrigo Barcelos. Determinação experimental e numérica da redução sonora aérea em paredes de alvenaria utilizadas em habitações. Dissertação de Mestrado – UFSM, Santa Maria. 2011. 97 p.
- MOTA, Jacqueline A. R. Influência da junta vertical na resistência à compressão de prismas em alvenaria estrutural de blocos de concreto e blocos de concreto celular autoclavado. Dissertação de mestrado na UFMG. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil. Belo Horizonte. 2001. 223 p.
- ASSMANN, Lucas Vinícius. Comparação entre sistemas de alvenaria de vedação: bloco de concreto celular autoclavado e bloco cerâmico racional. Trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil na UNISC. Santa

Cruz do Sul, 2016. 108p.

CELUCON, Concreto Celular Autoclavado. Catálogo Digital. 2018. 10 p.

NETO, Maria de Fatima Ferreira; BERTOLI, Stelamaris Rolla. Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmico: uma comparação entre Brasil e Portugal. *Ambiente Construído*, v. 10, n.4, p. 169-180. Porto Alegre, 2010. 12p.

CELUCON, Concreto Celular Autoclavado. Relatório de ensaios de condutividade térmica. Relatório de Ensaio nº 253/2015. 2015. 2p.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R. *Eficiência Energética na Arquitetura*. 3ª ed. 2014. 382 p.



# PARQUE URBANO – UMA BUSCA SUSTENTÁVEL NA SÍNTESE ESPACIAL DA URBANIZAÇÃO

ISADORA DE JESUS PACHÊCO CUTRIM | UEMA

## 1. RESUMO

O artigo teve como objetivo, desenvolver uma requalificação paisagística, em nível de estudo preliminar de um parque urbano localizado numa área urbana da cidade de São Luís - MA, que venha a propor como um novo espaço de lazer e preservação de elementos naturais locais.

## 2. MÉTODOS

O artifício geral do artigo utilizado foi o levantamento bibliográfico e análise dos conceitos exposto sobre a sustentabilidade por autores selecionados.

Elaborou-se a composição através dos conceitos de parque urbano, funcionamento e características, especificações às oposições que foram concebidas com o tempo e como os distintos colocações frente às adversidades sucederam em um conceito vasto e não consensual.

Discussão e análise de Projetos de Referência, junto à interpretação dos dados obtidos. Esta etapa foi dividida em dois estudos de Parques Urbanos com as seguintes preliminares: localização, tratamento do sítio, zoneamento e fluxos, concepção projetual, programa de necessidades, traçados e composições vegetais, acessibilidade, equipamentos e materiais.

Condicionantes e aplicação de questionários na comunidade para obter critérios e sustentar o anseio do meio urbano, para a elaboração do estudo preliminar do Parque Urbano junto à interpretação dos dados.

A primórdio, para assimilar a situação complexa das temáticas principais, que despertou algumas questões pertinentes para a análise das condições e por fim a percepção sobre as definições de parque urbano e suas condicionantes e para compreender no âmbito da sustentabilidade urbana.

## 3. RESULTADOS

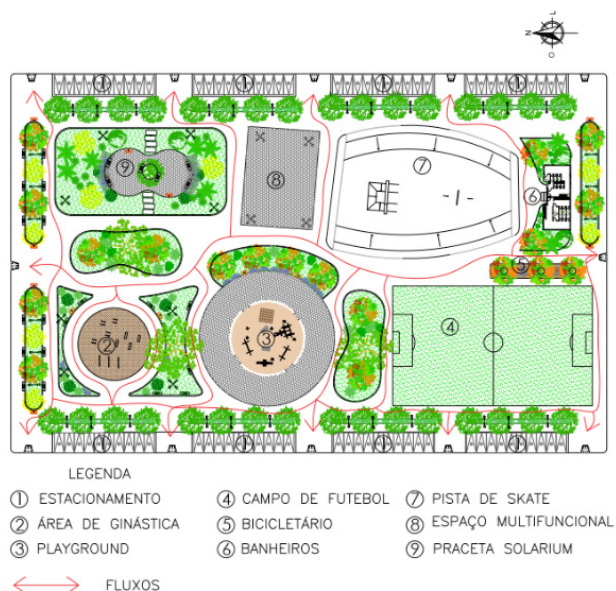


Figura 1 - Implantação do Parque Urbano

Fonte - Isadora Cutrim.



Figura 2 - Vista do Campo de Futebol

Fonte - Isadora Cutrim.



**Figura 3** - Vista da Praça  
**Fonte** - Isadora Cutrim.



**Figura 1** - Vista da Praceta  
**Fonte** - Isadora Cutrim.

Para Melazo e Colesanti (2003), afirma que:

os parques urbanos representam na dinâmica das cidades, um “espaço verde” fundamental no contexto de crescimento e desenvolvimento econômico e urbano, pois, através deles, proporcionam para a comunidade dos bairros que os cercam, como também para toda a cidade, um espaço destinado ao lazer, ao contato com a natureza, onde o homem se encontra totalmente inserido.

## REFERÊNCIAS

MELAZO, G. C; COLESANTI, M. T. M. Parques Urbanos: Importantes “espaços verdes” na dinâmica ambiental das cidades In: II Simpósio Regional de Geografia “Perspectivas para o cerrado no século XXI”, Universidade Federal de Uberlândia –Uberlândia, nov. 2003.

# INSTITUIÇÃO DE LONGA PERMANÊNCIA PARA IDOSOS E CENTRO DE EDUCAÇÃO INFANTIL

THIERRY GHISLERI MINATTO | UNESC  
ALINE EYNG SAVI CORREIO | UNESC

## 1. INTRODUÇÃO – CONCEITUAÇÕES E ESCOLHA DO RECORTE

A Instituição de Longa Permanência para Idosos (ILPI), é definida através da Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) nº 283, de 2005, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), como uma instituição governamental ou não, tendo como finalidade o abrigo de caráter residencial para pessoas com 60 anos ou mais, “com ou sem suporte familiar, em condição de liberdade, dignidade e cidadania” (BRASIL, 2005).

Além da ILPI, a educação infantil também é alvo de estudo no trabalho. Sendo a mesma definida como a primeira etapa da educação básica, tem como previsão a assistência através de instituições públicas ou privadas. Visa o desenvolvimento de forma integral da criança até a idade de seis anos “em seus aspectos físicos, psicológicos, intelectual e social” (LDB, 1996, art. 29).

Desta forma, o trabalho desenvolve uma pesquisa acerca da implantação de uma Instituição de Longa Permanência para Idosos (ILPI) e de um Centro de Educação Infantil (CEI) para crianças de zero a seis anos. Implantado no município de Araranguá, pertencente ao estado de Santa Catarina, o projeto visa a integração entre as diferentes faixas etárias a partir de atividades em conjunto, possibilitadas através da arquitetura.

A escolha do local de inserção do projeto leva em consideração fatores de apoio ao público do bairro centro com o CEI. Também, busca uma aproximação entre o idoso e a cidade, considerando-se que as festividades municipais acontecem no bairro em questão. Confere também apoio a um conjunto habitacional de interesse social vizinho ao recorte escolhido.

## 2. O PROJETO

Cria-se uma edificação que sedia duas instituições de extrema importância para a sociedade: a primeira, instituição de longa permanência para idosos (ILPI), ampara um público cada vez maior. O segundo equipamento, Centro de Educação Infantil (CEI), assiste o bairro centro do município com a instituição voltada para a área da educação.

Enquanto ILPI, Visa-se a acessibilidade e os parâmetros da psicologia ambiental a fim de se proporcionar um edifício que não seja apenas um abrigo, e sim um lar. A psicologia ambiental também é abordada no CEI, porém, de forma adaptada ao diferente público: busca possibilitar a apropriação do espaço e o desenvolvimento de um ambiente que estimule a criança em seus diversos aspectos, trabalhando com o “lúdico” desde a própria arquitetura.

Outra intenção de projeto foi a de se desenvolver um pequeno espaço público que exerça apoio aos equipamentos e também ao conjunto habitacional vizinho, além da comunidade em geral. Por fim, as duas instituições são trabalhadas de forma integrada. É possibilitado o contato entre os públicos idoso e infantil através do próprio programa, de forma interna e externa, potencializando, assim, os benefícios obtidos por parte de ambos os grupos.



**Figura 1** - Perspectiva geral do projeto  
**Fonte** - Autores.

## REFERÊNCIAS

BRASIL ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC Nº 283**, 26/09/2005. Disponível em: <[http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC\\_283\\_2005\\_COMP.pdf/a38f2055-c23a-4eca-94ed-76fa43acb1df](http://portal.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_283_2005_COMP.pdf/a38f2055-c23a-4eca-94ed-76fa43acb1df)> Acesso em: 10 de agosto de 2018.

BRASIL. **Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. Lei n.º 9.394/96, de 20 de dezembro de 1996**. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/leis/L9394.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/leis/L9394.htm)> Acesso em: 30 de agosto de 2018.

# A VIABILIDADE DO REUSO DE ÁGUAS CINZAS EM UM EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR – ESTUDO DE CASO

MARIA GABRIELA CORAL MACCARINI | UNESC  
FLÁVIA CAUDURO, M.Sc. | UFSC

## 1. RESUMO

Ações para racionalizar o consumo de água devem ser implantadas. Alternativas como o uso de águas pluviais e o reuso de águas cinzas ambas para fins não potáveis em edificações são maneiras possíveis de racionalizar e gerenciar os recursos hídricos em grandes centros. O presente estudo de caso, tendo como objeto um edifício residencial, objetiva estudar a viabilidade do sistema de reuso de águas cinzas. No dimensionamento do estudo foram consideradas a demanda e a oferta de águas cinzas, sistema de tratamento, economia gerada, quantitativo e custos de materiais, serviços e mão de obra para implantar o sistema. Com os custos de implantação, manutenção e economia de água foi realizada a análise financeira. O investimento do sistema mostrou ser economicamente viável com economia anual de R\$7.783,64 e retorno do investimento menor que 11 anos. Desde o início da implantação do sistema a edificação tem ganhos intangíveis com a preservação dos recursos ambientais, sociais, econômicos e a valorização da edificação.

## REFERÊNCIAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 13969. Rio de Janeiro, 1997.  
ALFAMEC. Estação de tratamento de água para reuso. Ribeirão Pires, SP: 2017.  
ANA/FIESP/SINDUSCON-SP. Conservação e reuso de água em edificações. São Paulo, Prol Editora Gráfica, 2005.  
BIO: Revista Brasileira de Saneamento e Meio Ambiente. Rio de Janeiro, jan/mar, 2002.  
CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. Tarifa residencial: Disponível em: <<http://www.casan.com.br/menuconteudo/index/url/residencial#300>> Acesso em: 02 mar. 2017.  
FERNANDES, ET AL. Avaliação qualitativa e quantitativa do reuso de águas cinzas em edificações. Ambiente Construído, Porto Alegre, 2006.

FILHO, N. C. e KOPITKE, B. H. Análise de Investimentos. 9ª Ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000.  
GONÇALVES, R. F. et al. Uso Racional da Água em Edificações. Vitória: ABES, 2006.  
HOCHHEIM, N. Engenharia Econômica. IBAPE. Florianópolis, 2002.  
LEME, Manual prático de tratamento de águas residuárias, 2. ed. São Carlos. SP: 2014.  
TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; RODRÍGUEZ, S. L. Gerenciamento e Recuperação das Bacias Hidrográficas dos Rios Itaqueri e do Lobo e da Represa Carlos Botelho (Lobo-Broa). IIE, IIEGA, PROAQUA, ELEKTRO, 2003  
WINES, J. Green Architecture. Milan: Taschen, 2000.





# USO DE SISTEMAS SUSTENTÁVEIS APLICADO A NEGÓCIO ECO EFICIENTE

LUIZ V. A. MACIEL FILHO | UFPE

AMILTON J. VIEIRA DE ARRUDA, Dr. | UFPE

THAMYRES O. CLEMENTINO, M.Sc. | UFCG

## 1. INTRODUÇÃO

O uso de recursos naturais e seu extrativismo para a sobrevivência do ser humano e atendimento de suas necessidades básicas sempre foi necessário, mas com o passar do tempo, a sociedade foi crescendo e junto a isto, outras necessidades foram surgindo, baseadas em questões relacionadas ao status e poder. Estes fatores fomentaram a produção e uso desenfreado de recursos naturais.

Neste cenário, foi criada toda uma geração de consumidores preocupados com o que a moda dita, motivados pela vontade de fazer parte de um grupo seleto de privilegiados que possuem determinado produto. Estes produtos muitas vezes, já são projetados para serem descartáveis, em uma lógica mercadológica que preza pela rápida troca do produto, com lançamentos de novos objetos que ocorrem em curto período de tempo, tornando-o obsoleto - obsolescência programada (Garcia, 2014).

Essa sociedade de consumo foi e tem sido fortalecida, pela globalização (CHIAVENATO, 2004).

Utilizando do uso massivo de publicidade com apoloia ao consumo, essas empresas associaram a compra de bens à liberdade, originando a crise do “tempo contemplativo”, que é definida por Manzini (2006) como o tempo apreciativo, reflexivo, usado para caminhar, conversar e buscar o estado de paz. Antes, este tempo era considerado um privilégio dos ricos, mas desapareceu por causa de dois fenômenos: a saturação (preenchimento dos espaços vazios do dia, com diversas atividades) e aceleração (realização de tarefas em menos tempo, ou fazer várias ao mesmo tempo para ter a sensação de fazer mais ao longo do dia).

Este cenário foi previsto por alguns estudiosos que tiveram a visão de se preocupar com o uso desenfreado dos recursos naturais, em sua maioria não renováveis. Logo, estas preocupações foram postas em evidência, e dando origem à movimentos em todo mundo, uma corrida para a sustentabilidade, que teve sua primeira publicação oficial de alerta com o livro Primavera Silenciosa (Carson, 1964). Estas

preocupações foram difundidas e em 1972 a ONU promoveu a primeira conferência para tratar de questões relacionadas ao meio ambiente, conhecida como Conferência de Estocolmo. Em 1984 Papanek, trazia seus pensamentos para o desenvolvimento de artefatos sustentáveis, não apenas em seu produto final, mas em toda sua produção, na obra *Design for the real world* (Papanek, 1984).

Atualmente é possível identificar um movimento no modo de consumir do usuário, que está cada vez mais preocupado com o resultado de suas ações e das consequências de seu consumo. De acordo com a AKATU (2018), o número de pessoas indiferentes às práticas diárias que promovem a preservação ambiental tem diminuído, e as práticas de consumo consciente aumentado. Temos um consumidor preocupado em buscar informações sobre os produtos que consome, e também sobre as atitudes das empresas que os concebem, se estas contribuem com o desenvolvimento sustentável.

Devido ao custo um pouco mais elevado de produtos eco eficientes, os consumidores muitas vezes ficam restritos às classes A e B, mas os da classe C e D ainda têm vontade de participar deste movimento, uma alternativa encontrada por estas pessoas tem sido dá preferência aos artefatos frutos da economia solidaria, fabricados na comunidade local. Identificando nestes produtos a possibilidade de consumir algo de boa qualidade que é resultado da reutilização e/ou reciclagem, e que substitui com eficiência e estilo estético produtos não sustentáveis que promovem valores do consumismo.

## 2. OBJETIVO

Desenvolver artefato para negócio sustentável com estudo baseado em mobiliário sustentável, que utilize o máximo de identificadores desta qualidade, visando facilitar a escolha de consumidores conscientes e a atração de novos adeptos à sustentabilidade.

## 2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Pesquisar e listar identificadores da sustentabilidade e sua aplicação em peças de mobiliário;

Analisar mercado atual e produtos que possuem a sustentabilidade como base ideológica;

Aplicar resultados obtidos na pesquisa, aliados a técnicas artesanais e utilização de matéria prima adequada aos princípios da sustentabilidade, na fabricação do produto.

## REFERÊNCIAS

ABRAS. (1999). **ABRAS Brasil**. Acesso em 06 de Dezembro de 2018, disponível em [www.abras.com.br](http://www.abras.com.br): <http://www.abras.com.br/paleta-pbr/>

AKATU. (2018). **Panorama do consumo consciente no Brasil: desafios barreiras e motivações**. Akatu. Fonte: [https://www.akatu.org.br/arquivos/Pesquisa\\_akatu\\_apresentacao.pdf](https://www.akatu.org.br/arquivos/Pesquisa_akatu_apresentacao.pdf)

CANTI, T. (1999). **O Móvel no Brasil - Origens, Evolução e Características**. Rio de Janeiro: Fress Lisboa.

CARSON, R. (1964). **Primavera Silenciosa**. São Paulo: Melhoramentos.

CHIAVENATO, J. J. (2004). **Ética e Globalização & Sociedade de Consumo**. São Paulo: Moderna.

CLEMENTINO, T. O., & ARRUDA, A. V. (05 de 201). A influência dos requisitos projetuais sustentáveis na estética dos artefatos ecologicamente orientados. **ENSUS - Encontro de Sustentabilidade em Projeto, II**, pp. 307-317.

EQUIPECYCLE. (2013). **Sustentabilidade: origens históricas para a criação do conceito**. Acesso em 26 de 10 de 2018, disponível em eCycle: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/63/3010-sustentabilidade-origens-historicas-para-a-criacao-do-conceito-homem-natureza-desenvolvimento-revolucao-industrial-eletricidade-homem-sociedade-humano-consequencias-ambientais-debates.html>

GARCIA, D. (2014). **O que é obsolescência programada**. Acesso em 26 de 10 de 2018, disponível em Super Interessante: <https://super.abril.com.br/mundo-estranho/o-que-e-obsolescencia-programada/>

LIMA, M. M. (2006). **Introdução aos Materiais e Processos para Designers**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Moderna LTDA.

MANZINI, E., & VEZZOLI, C. (2002). **O desenvolvimento de produtos sustentáveis: os requisitos ambientais dos produtos industriais** (1º ed.). (A. d. Carvalho, Trad.) São Paulo: Edusp. Editora da Universidade de São Paulo.

MODELLI, L. (2017). **'O prazer do desapego': minimalistas defendem que ter menos coisas cria mais**

**liberdade**. Acesso em 29 de 11 de 2018, disponível em BBC Brasil: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-41077549>

MOVÉIS DE VALOR. (2016). **A madeira dos seus móveis é sustentável? - Movéis de Valor**. Acesso em 15 de 12 de 2018, disponível em Portal Movéis de Valor: <https://www.moveisdevalor.com.br/portal/a-madeira-do-seus-moveis-e-sustentavel>

NEUFERT, P., & NEFF, I. (2012). **Casa. Apartamento. Jardim** (2º ed.). Barcelo: Gustavo Gili.

PAPANÉK, V. (1973). **Design for the real world**. New York: Bantom Books.

PAPANÉK, V. (1995). **The Green Imperative: Ecology and Ethics in Design and Architecture**. Londres: Thames & Hudson.

PAZMINO, A. V. (2015). **Como se cria: 40 métodos para design de produtos**. São Paulo: Edgard Blucher Ltda.

PEREIRA, A. F. (2013). **Madeiras Brasileiras: Guia de combinação e substituição**. São Paulo: Blucher.

PRADO, E. (2012). **Sobre a empresa: Essência - Móveis de Design**. Acesso em 20 de 10 de 2018, disponível em Site da Essência - Móveis de Design: <https://www.essenciamoveis.com.br/blog/historia-dos-moveis-a-ideia-principal-da-mobilia/>

REVISTA ARTESANATO. (2013). **Mesa de centro diferente feita com caixotes de madeira**. Acesso em 16 de 12 de 2018, disponível em Revista Artesanato: <https://www.revistaartesanato.com.br/mesa-de-centro-diferente-feita-com-caixotes-de-madeira/>

RYBCZYNSKI, W. (1986). **Casa - Pequena História de uma Idéia**. New York: Viking.

SENAI. (2014). **Madeira: matéria-prima para o design**. (R. d. Silva, Ed.) São Paulo: SENAI-SP.

THISCHNER, U. (2001). **Tools for Eco-design and Sustainable Product Design**. Reino Unido: Greenleaf Publishing.

VEZZOLI, C. (2010). **Design de sistemas para a sustentabilidade: teoria, métodos e ferramentas para o design sustentável de "sistemas de satisfação"**. Salvador: EDUFBA.

ZAFARMAND, S. S. (2003). Aesthetic and sustainability: The aesthetic promoting product sustainability. **The Journal of Sustainable Product Design**, 3, pp. 173-186. doi:10.1007/s10970-005-6157-0

# MOBILIDADE URBANA E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: A INTEGRAÇÃO ENTRE MODOS DE TRANSPORTE

---

**KAÍC FERNANDO FERREIRA LOPES, M.Sc. | UFSC**  
**ADRIANA MARQUES ROSSETTO, Dra. | UFSC**

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, muito tem-se discutido sobre a mobilidade urbana sustentável no Brasil e no mundo. O conceito parece ter vida própria, projetos e planos são lançados por gestões municipais, estaduais e federais.

Nas últimas décadas, a questão ambiental começou a ser preocupação mundial, em pesquisas realizadas, considera-se que os automóveis são responsáveis por 23% das emissões de CO<sub>2</sub> no globo terrestre. Desta forma, modos de transportes “alternativos” como a bicicleta, podem ser importantes na mudança de paradigma da sociedade no que diz respeito à superação dos problemas de tráfego e conseqüentemente trazer benefícios ambientais para as cidades. Porém, de acordo com Malatesta (2014), um dos maiores problemas da introdução das bicicletas nas cidades, é cultura do automóvel.

Portanto, a pesquisa tem como objetivo pesquisar a participação do transporte por bicicleta integrado ao sistema metroviário, mas também compreender sua participação no que diz respeito à sustentabilidade ambiental, que pode ser incentivada através do uso de modo integrado a sistemas de transporte de média e alta capacidade.

## REFERÊNCIAS

MALATESTA, M. E. B. **A bicicleta nas viagens cotidianas do Município de São Paulo**. São Paulo, 2014, 230p., Tese (Doutorado na área de Planejamento Urbano e Regional). FAU-USP.









CCE | CENTRO DE COMUNICAÇÃO E EXPRESSÃO  
CTC | CENTRO TECNOLÓGICO  
CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO  
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL  
CURSO DE DESIGN