



# Arquitetura e Urbanismo: Competência e Sintonia com os Novos Paradigmas do Mercado 3

Jeanine Maфра Migliorini  
(Organizadora)

# Arquitetura e Urbanismo: Competência e Sintonia com os Novos Paradigmas do Mercado 3

Jeanine Maфра Migliorini  
(Organizadora)



2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

**Editores:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação:** Lorena Prestes

**Edição de Arte:** Lorena Prestes

**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

### **Conselho Editorial**

#### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará

Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia

Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá

Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima

Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões

Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie di Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins

Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador

Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof<sup>a</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Prof<sup>a</sup> Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Prof<sup>a</sup> Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof<sup>a</sup> Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof<sup>a</sup> Ma. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco

Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
 Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
 Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR  
 Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
 Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
 Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
 Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
 Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
 Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
 Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
 Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
 Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
 Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
 Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
 Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
 Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
 Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
 Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
 Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
 Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
A772	<p>Arquitetura e urbanismo [recurso eletrônico] : competência e sintonia com os novos paradigmas do mercado 3 / Organizadora Jeanine Mafra Migliorini. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF            Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader            Modo de acesso World Wide Web            Inclui bibliografia            ISBN 978-65-5706-088-9            DOI 10.22533/at.ed.889202905</p> <p>1. Arquitetura. 2. Planejamento urbano. 3. Urbanismo. I. Migliorini, Jeanine Mafra.</p> <p style="text-align: right;">CDD 720</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

Atena Editora  
 Ponta Grossa – Paraná - Brasil  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
 contato@atenaeditora.com.br

## APRESENTAÇÃO

Arquitetura é uma ciência abrangente, que envolve conhecimentos de diversas áreas. Estudar arquitetura é entrar em um vasto universo repleto de possibilidades; podemos abordar a questão técnica, quando tratamos dos métodos construtivos, do conforto ambiental, da ecoeficiência; ou ainda de questões sociais, da forma como os edifícios são ocupados, como o espaço construído pode interferir nas relações sociais.

Como ciência que acompanha os homens desde os primórdios da humanidade, a arquitetura tem histórias, memórias, erros, acertos e um futuro que pode ser construído com qualidade, através de pesquisas e estudos, como as realizadas neste livro, que se propõe a trazer à reflexão aspectos inerentes desta ciência.

Estas reflexões iniciam com uma temática tão necessária e urgente, a habitação de interesse social, tema incansável de debates que trazem à tona uma grande fragilidade do país; avançam por estudos acerca das tipologias de apartamentos, como elas se ressignificam ao longo do tempo, e seus espaços comuns; segue pela apresentação de estudos técnicos sobre conforto e geração de energia; abre-se espaço para a história da documentação e a memória urbana, entrando no debate sobre as cidades, sua sustentabilidade, e integra a essa discussão do urbano, o paisagismo, com sua interferência em espaços livres e fechados.

Tão variados como os assuntos deste livro são os interesses dos arquitetos e daqueles que estudam essa ciência. Não se faz arquitetura sem a técnica, sem o humano, o social, ou ainda a arte. Não se faz arquitetura sem o urbano, sem a paisagem. Tão vasto quanto essas possibilidades são seus meandros com outras ciências que oferecem aos leitores e pesquisadores reflexões sem fim.

Espero que se depare com elas! Boa leitura e ótimas reflexões!

Prof.<sup>a</sup> Jeanine Mafra Migliorini

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM MADEIRA: CONJUNTO HABITACIONAL NO BAIRRO PEDRA 90, CUIABÁ/MT	
João Mário de Arruda Adrião José Manoel Henriques de Jesus DOI 10.22533/at.ed.8892029051	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>19</b>
O SENTIDO DE LAR NA PRODUÇÃO DE HABITAÇÃO SOCIAL: ESTUDO NO TABOQUINHA	
Nayra Gomes Souza Ampuero Ana Klaudia de Almeida Viana Perdigão DOI 10.22533/at.ed.8892029052	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>32</b>
CALIBRAÇÃO DE UM MODELO COMPUTACIONAL DE UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL MULTIFAMILIAR EM BELÉM-PA	
Kessily Medeiros Santos Eduardo Berenger de Carvalho Lobo Márcio Santos Barata DOI 10.22533/at.ed.8892029053	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>47</b>
RENOVAÇÃO E REPRODUÇÃO DAS PLANTAS TIPO DE APARTAMENTOS EM JOÃO PESSOA	
Aline da Silva Carolino Marcio Cotrim Cunha Cristiana Maria Sobral Griz DOI 10.22533/at.ed.8892029054	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>60</b>
CARACTERIZAÇÃO DE ITENS DE LAZER NOS MEZANINOS DE EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES ALTOS NA CIDADE DE MACEIÓ/AL/BR	
Alexandre Márcio Toledo Marta Cristina Cavalcante DOI 10.22533/at.ed.8892029055	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>73</b>
AVALIAÇÃO DE LUZ NATURAL EM AMBIENTE DE SALA DE AULA: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – RJ	
Alice Cristine Ferreira Dias de Oliveira Sylvia Meimaridou Rola DOI 10.22533/at.ed.8892029056	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>85</b>
VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE POR MEIO DE TELHAS FOTOVOLTAICAS APLICADAS A UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM BELO HORIZONTE-MG	
Ricardo Augusto dos Santos Horta Rodrigo de Mello Penna Raquel Diniz Oliveira DOI 10.22533/at.ed.8892029057	

**CAPÍTULO 8 ..... 101**

O PROCESSO DE PROJETO DE EDIFÍCIO DE BALANÇO ENERGÉTICO NULO (ZEB) NUMA PERSPECTIVA TERMODINÂMICA

Roberta Carolina Assunção Faria

Thiago Montenegro Góes

Cláudia Naves David Amorim

Joára Cronemberger

Caio Frederico e Silva

**DOI 10.22533/at.ed.8892029058**

**CAPÍTULO 9 ..... 121**

ARQUITETURA E DOCUMENTAÇÃO: PRIMEIRAS AÇÕES NO ACERVO BAUMGART

Denise Vianna Nunes

Ivan Silvio de Lima Xavier

Oswaldo Luiz de Carvalho Souza

Roberto Possolo Jermann

Luiz Felipe Machado Coelho de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.8892029059**

**CAPÍTULO 10 ..... 132**

FORQUETA: A MEMÓRIA DOS ESQUECIDOS

Doris Baldissera

Nicole Rosa

**DOI 10.22533/at.ed.88920290510**

**CAPÍTULO 11 ..... 146**

ECO-MODELOS E CIDADES SUSTENTÁVEIS

Mirelle Lourenço de Andrade

**DOI 10.22533/at.ed.88920290511**

**CAPÍTULO 12 ..... 155**

CENÁRIO URBANO E PAISAGÍSTICO DA PRAÇA INÁCIO LOPES MAGALHÃES E SEUS USOS PARA PROMOÇÃO DE QUALIDADE DE VIDA – CIDADE DE BOA VISTA/RORAIMA

Breno Matheus de Santana Veloso

Camilla Marcelle da Silva

Sued Trajano de Oliveira

Paulina Onofre Ramalho

**DOI 10.22533/at.ed.88920290512**

**CAPÍTULO 13 ..... 166**

O NATURAL E O CONSTRUÍDO :SISTEMAS VEGETADOS INTEGRADOS NA ARQUITETURA

Minéia Johann Scherer

Amanda Simonetti Pase

Janaína Redin

Luísa Berwanger

Thales Severo Alves

**DOI 10.22533/at.ed.88920290513**

<b>CAPÍTULO 14 .....</b>	<b>180</b>
DESCARTE DE PODAS URBANAS E LIXO ORGÂNICO: UMA ANÁLISE SOBRE A VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM PÁTIO DE COMPOSTAGEM EM DOURADOS, MS	
Talita Paz Agueiro	
Márcio de Melo Carlos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.88920290514	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>186</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO .....</b>	<b>187</b>

## HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL EM MADEIRA: CONJUNTO HABITACIONAL NO BAIRRO PEDRA 90, CUIABÁ/MT

Data de aceite: 28/05/2020

Data de submissão: 03/03/2020

### João Mário de Arruda Adrião

Universidade do Estado de Mato Grosso  
Barra do Bugres – Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/9465711389050291>

### José Manoel Henriques de Jesus

Universidade Federal de Mato Grosso  
Cuiabá – Mato Grosso  
<http://lattes.cnpq.br/2529175198085161>

*\*\*“Essa casa é pra mais de 25 anos, mas tem que cuidar, passar um óleo queimado... vou te falar, moço, é a primeira casa que Deus me deu condição de comprar. Já durou mais de 10 anos e vai durar muito ainda.”*

João, morador do Ecomoradia / Pedra 90.

**RESUMO:** A partir do ano de 1994 foi desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Cuiabá, o programa “Morar-Conscientizar”, que previa, entre outros projetos, a construção de habitação de qualidade para uma parcela da população geralmente excluída dos modelos tradicionais de financiamento habitacional. Um desses projetos era o “Ecomoradia”, que abrangia itens referentes a habitação urbana e também a saneamento

básico e recuperação de áreas degradadas, em especial as margens dos rios Cuiabá e Coxipó. Em 1995, uma enchente do rio Cuiabá deixou centenas de famílias desabrigadas, obrigando a administração municipal a criar soluções para o reassentamento dessas famílias. Com assistência técnica e projeto desenvolvido pela Escola de Engenharia de São Carlos, USP, foi implantado o projeto Ecomoradia, utilizando peças de madeira de rejeito comercial, menores que 2,50m, que por ter baixo valor de mercado eram descartadas nos pátios das madeiras. Foram construídas 367 casas de madeira, pré-fabricadas, de 32,00m<sup>2</sup> no bairro Pedra 90, durante os anos de 1995 e 1996. O projeto foi interrompido no final de 1996 e desde então, sem orientação técnica para realizar manutenção e reformas, muitas das casas foram demolidas ou substituídas por casas de alvenaria. Das 244 casas que ainda preservam o módulo original em madeira, 72 fizeram parte desta pesquisa, que avaliou o desempenho do material e dos componentes. Os resultados aqui apresentados foram comparados com os de avaliações de desempenho feitas no mesmo conjunto habitacional nos anos de 2000 e 2004, de modo a fazer uma análise da sua evolução durante os 14 anos desde a entrega das últimas casas, revelando que,

apesar de problemas graves disseminados pela maioria das casas da amostra, cuidados mínimos como reposição de telhas e pintura foram fundamentais para os melhores resultados obtidos pelas poucas casas que tiveram bom desempenho.

**PALAVRAS CHAVE:** Ecomoradia, Habitação de interesse social, Avaliação pós-ocupação (APO), Construção em madeira, Bairro Pedra 90.

## TIMBER-FRAME SOCIAL HOUSING: HOUSING IN THE NEIGHBORHOOD “PEDRA 90” AFTER 14 YEARS OF USE

**ABSTRACT:** From the year 1994 was developed by the municipality of the city of Cuiabá, the program “Morar/Conscientizar” (Living-Educate), which foresaw, among other projects, the construction of quality housing for a portion of the population typically excluded from traditional models of housing finance. One such project was the “Ecomoradia” covering items related to urban housing and sanitation and also the recovery of degraded areas, particularly the banks of rivers Cuiabá and Coxipó. In 1995, a flood of the River Cuiabá left hundreds of low-income families homeless, forcing the city government to create solutions to shelter these families. With technical assistance and project developed by the São Carlos School of Engineering, Sao Paulo, were carried out the project Ecomoradia, in which were used leftover scraps of wood of small dimensions (under 8 ft. long), which, insofar as they are rejected by the market, would be discarded. The amount of 367 timber homes with 32.00 square meters were built, made of processed form, in the neighborhood “Pedra 90”, during the years 1995 and 1996. The project was halted in late 1996 and since then, without technical guidance to perform maintenance and renovations, many of the houses were demolished and replaced by brick houses. Of the 244 homes that still preserve the original module in wood, 72 took part in this survey, which evaluated the performance of materials and components. Results presented here were compared with former performance evaluations made in the same housing, in the years 2000 and 2004, in order to make an analysis of its evolution during the 14 years since the delivery of houses, revealing that, despite serious problems disseminated by most households in the sample, minimal care as replacement of roofing and wall painting were essential for the best results obtained by the few houses that have *good* performance.

**KEYWORDS:** Ecomoradia, Social housing, Post occupancy evaluation (POE), Timber construction, Flexibility, Pedra 90.

## 1 | INTRODUÇÃO

A partir da década de 1970 a região Centro-Oeste, e em particular o estado de Mato Grosso, com a criação de “polos de desenvolvimento” (MORENO, 2005a p.37) incentivando a ocupação e exploração de seus recursos naturais, teve impulsionado o desenvolvimento da fronteira agrícola, o que exigiu a abertura de grandes áreas de plantio em espaços antes ocupados pela floresta e pelo cerrado (MORENO, 2005b p.71). Cidades como Sinop e Alta Floresta, para citar apenas as mais conhecidas, surgiram com vocação agrícola e se desenvolveram em função da exploração da madeira, gerando um grande número

de empresas de beneficiamento de madeiras (SILVA e FERREIRA, 1994 p.61 e 229). A abundância de espécies nobres e de grande valor fazia com que madeiras menos nobres fossem descartadas. Após o desdobro das toras, mesmo das madeiras mais nobres, peças de dimensões abaixo das de mercado eram descartadas no pátio e muitas vezes queimadas.

Em janeiro de 1995, uma enchente do rio Cuiabá deixou centenas de famílias das áreas ribeirinhas da cidade de Cuiabá desabrigadas, levando a Prefeitura Municipal a pôr em prática o Projeto Ecomoradia, braço do programa Morar/Conscientizar, que buscava aliar *acesso à habitação e consciência ambiental* prevendo habitação e também saneamento básico e recuperação de áreas degradadas.

O projeto, iniciado em 1994 (ARAKAKI, 2000 p.46) e que tinha sido interrompido, contou com assessoria técnica do Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas de Madeira (IBRAMEM), através do Grupo de Habitação de São Carlos (GHab), que lidera em nível nacional a tecnologia da madeira, no desenvolvimento de um projeto para construção de casas de madeira a partir de peças menores que 2,50m, consideradas de rejeito comercial por serem abaixo da dimensão absorvida pelo mercado (INO e SHIMBO, 1998) gerando um ciclo sustentável no qual a família beneficiada pagava a casa com a produção de mudas para reposição florestal de áreas degradadas, além de participar na montagem das casas.

Com a decretação de estado de emergência pela Prefeitura Municipal de Cuiabá, recursos da Defesa Civil destinados a minimizar o problema dos desabrigados foram direcionados para a construção de 410 unidades habitacionais pré-fabricadas em madeira, a partir do projeto do GHab, que coordenou todo o processo desde a elaboração dos projetos até a montagem das casas. Das 410 casas previstas no projeto original, 367 foram construídas no Pedra 90 – 3ª. etapa (ARAKAKI, 2000 p.46; PREFEITURA MUNICIPAL DE CUIABÁ, 1996)

Apesar da corrente afirmação de que a madeira é um material de fácil manuseio, o produto final feito a partir desta matéria prima precisa, segundo Bittencourt (1995), para ter qualidade e durabilidade, do emprego de técnicas de seleção, dimensionamento, tratamento preservativo e de união das peças que, apesar de serem consideradas de simples execução e fácil assimilação por mão de obra não qualificada, embutem um desenvolvimento tecnológico acumulado em muitas pesquisas. A construção das casas do projeto Ecomoradia resultou de uma feliz coincidência entre vontade política e a pesquisa em tecnologia, mas foi prejudicado pela não continuidade do programa a partir da mudança do governo municipal no final de 1996. Assim como outras tecnologias diferentes das tradicionais, as casas de madeira do Ecomoradia sofreram e sofrem uma queda de desempenho por falta de conhecimento para efetuar manutenção adequada e a impossibilidade de se obter material de qualidade para reposição de peças.

A partir de outubro de 2010, uma avaliação pós-ocupação foi realizada, coletando dados de 72 unidades, não apenas quanto ao uso do espaço, as reformas e alterações sofridas nas casas, mas também quanto ao desempenho da madeira e dos componentes das casas, e o grau de satisfação do usuário.

## 1.1 O conjunto habitacional Ecomoradia

O conjunto habitacional construído no bairro Pedra 90 – 3ª. Etapa, onde foram implantadas a maioria das casas do projeto Ecomoradia, fez parte deste grande projeto, desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Cuiabá, e construído durante os anos de 1995 e 1996. A Figura 1 mostra o conjunto em fase final de montagem. Com assistência técnica do Instituto Brasileiro da Madeira e das Estruturas de Madeira – IBRAMEM através do Grupo de Habitação em Madeira – GHab foi desenvolvido o programa que culminou com a construção, no bairro Pedra 90, do conjunto com 367 casas em madeira para abrigar as centenas de famílias desabrigadas pela enchente do rio Cuiabá em janeiro de 1995. A produção das casas foi feita de forma industrializada, em um galpão existente no INDEA - Instituto de Defesa Agro-Pecuária do Estado de Mato Grosso, onde foram produzidos os painéis de vedação, esquadrias, e estrutura do telhado (ARAKAKI, 2000).



Figura 1 - Vista geral da implantação das unidades em canteiro de obra

Fonte: Barata, 2008

O local escolhido para a implantação do conjunto Ecomoradia faz parte da 3ª. etapa do bairro Pedra 90, distante cerca de 20 Km do centro de Cuiabá, na época situado fora dos limites do perímetro urbano da cidade, tendo sido incorporada ao perímetro urbano apenas em 30 de dezembro de 1994, e que em 1995 ainda se encontrava desocupada e sem parcelamento do solo, o que foi realizado então pela Prefeitura Municipal de Cuiabá / Prodecap<sup>1</sup> (LIMA-NETO, 2002; ROMANCINI, 2005).

## 1.2 Uso de madeira de aproveitamento

Todo o projeto das casas, com sistema construtivo de estrutura pilar-tesoura e painéis de fechamento auto-portantes, foi desenvolvido a partir da proposta de se utilizar madeiras de rejeito comercial, peças curtas de até 2,50m, de baixo valor de mercado, cujo preço do frete inviabilizava seu transporte até os centros consumidores, sendo estocadas nos pátios das madeireiras e eventualmente queimadas. Apenas as peças que necessitavam de maior comprimento, como pilares e banzo superior das tesouras, foram feitos a partir de madeira

<sup>1</sup> PRODECAP – Progresso e Desenvolvimento da Capital, sociedade de economia mista, criada em 1977 e extinta em 1997.

comercial (ARAKAKI et al, 1995; BARATA, 2008).

Do município de Marcelândia, 720Km ao norte de Cuiabá, partiu a madeira utilizada no projeto. O município, emancipado em 1986, originado de um núcleo de colonização criado com o objetivo de “plantar café e montar serrarias, dada a fartura de madeira de lei existente na região” (SILVA & FERREIRA, 1994 p.147; MORENO, 2005a p.69), possuía em 1995 cerca de 200 serrarias e indústrias de beneficiamento de madeira, com uma capacidade de desdobro de toras de 900m<sup>3</sup> por mês, gerando uma média de 180m<sup>3</sup> de rejeito por mês (INO e SHIMBO, 1998, p.189).

### 1.3 O projeto das casas

O sistema construtivo adotado, descrito por Arakaki, Barata e Ino (1995), consiste em uma estrutura em pórtico pilar-tesoura, e fechamento em painéis auto-portantes com um quadro estrutural composto de travessas, montantes e pingadeira onde se encaixam os lambris de seção 2,2 x 9,5 x 80,7 cm. (ARAKAKI et al, 1995; BARATA, 2008)

Cada unidade habitacional, com área construída de 32,35m<sup>2</sup>, composta de 2 quartos (2,70 x 2,70m), sala/cozinha (2,70 x 5,40m) e um módulo sanitário (1,60 x 1,44m) consome 4,58m<sup>3</sup> de madeira usinada e tratada. (INO e SHIMBO, 1998; ARAKAKI, 2000)

A unidade habitacional é composta por 4 pórticos, cada um com 2 pilares e tesoura, sendo duas tesouras centrais abertas e duas tesouras das extremidades fechadas com réguas de madeira; 24 painéis de vedação externos (18 painéis cegos, 4 painéis janela e 2 painéis porta), 9 painéis de vedação internos (7 painéis cegos e 2 painéis porta); 6 Painéis de ventilação, com a dupla função de ventilação e contraventamento dos pórticos; 2 folhas de porta; 8 folhas de janela; além de 16 peças entre painéis, meia tesouras, e outras para montagem do módulo sanitário. A madeira foi transportada das serrarias até a sede do INDEA, na cidade de Cuiabá, onde foram fabricados os componentes. Após a fabricação, o conjunto de componentes era transportado até o canteiro de obras para a etapa de montagem, que contava com a participação dos futuros moradores, em regime de mutirão, além dos profissionais contratados, atingindo uma média de montagem de 4 casas por dia (INO e SHIMBO, 1998).



Figura 2 - Imagens de 2011 do protótipo 1, executado em 1994 no INDEA.MT

Fonte: Autor, 2011

No projeto adotado, protótipo construído no INDEA (Figura 2), o sistema de fundação previa a casa suspensa do solo, que na versão construída foi substituído por uma fundação em baldrame de concreto pré-moldado sob os painéis de vedação e pilares chumbados diretamente no solo. O projeto original previa também outras soluções, como uma varanda, além dos ambientes sala/cozinha e dois quartos, e a construção do banheiro em alvenaria de blocos cerâmicos e com acesso direto à casa. Na versão construída a varanda foi suprimida e o módulo sanitário, deslocado do bloco principal e sem acesso direto, tem paredes de alvenaria até a altura de 1,30m, chapiscada, e fechamento com painéis de madeira. A cobertura é em telha cerâmica e o piso interno em concreto sarrafeado. A Figura 3 mostra uma perspectiva do projeto original, e a planta de uma unidade como foi efetivamente construída, sem a varanda dos fundos e com o banheiro deslocado para fora da casa.

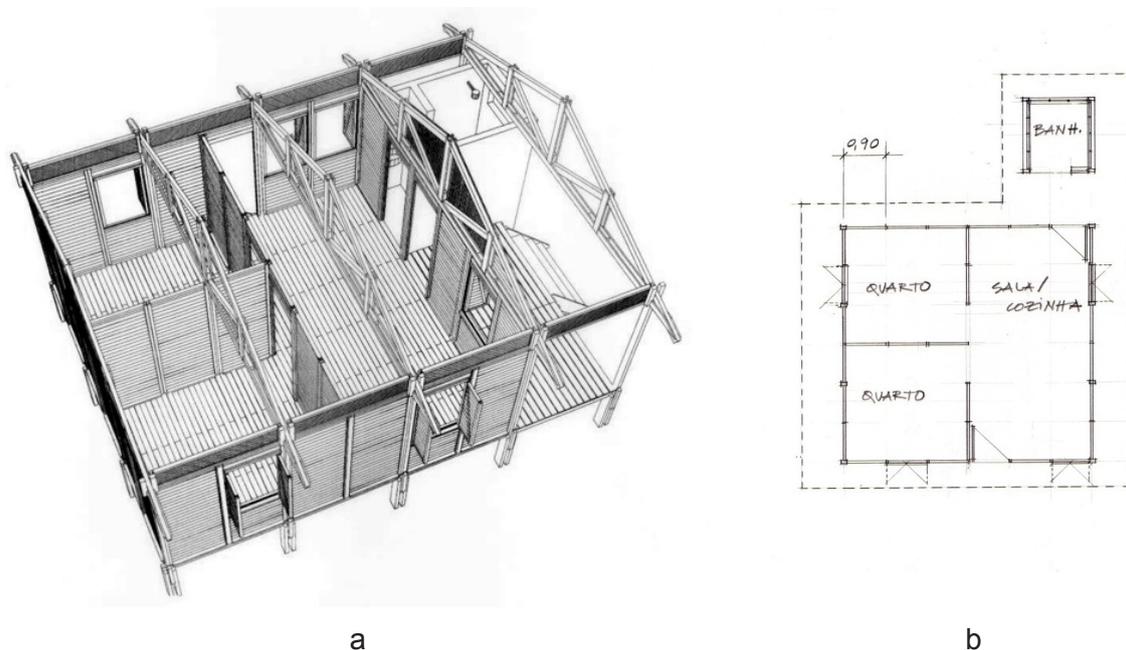


Figura 3 - Ecomoradia: a) Perspectiva do projeto original, b) planta da casa construída

Fonte: a) GHab/Ibramem, apud Barata, 2008; b) Autor, 2011.

## 2 | O ECOMORADIA HOJE

Em visita ao local em outubro de 2010 foi constatado que das 367 casas entregues, 244, ou 66% preservavam o módulo original em madeira, ainda que modificado ou ampliado pelos moradores; e 123, ou 34% tinham sido demolidas ou substituídas por construções em alvenaria.

A avaliação visual foi o método empregado para análise de aspectos técnico-construtivos. Foram avaliados itens referentes aos sistemas fundação (baldrame), estrutura (pilares e tesouras), vedação (painéis de vedação, painéis de ventilação, oitão, pingadeira), esquadrias (portas e janelas), cobertura (estrutura e telhamento) e módulo sanitário. O questionário foi elaborado com o objetivo de avaliar aspectos referentes ao tempo de moradia

na casa, número de moradores, nível de satisfação do morador em relação à casa e sua percepção quanto a estanqueidade, sensação de conforto e eventuais problemas e virtudes da construção em madeira.

Dos itens avaliados, os que apresentaram pior desempenho estão relacionados diretamente ao contato com umidade:

- Painéis inferiores expostos à chuva e umidade do terreno;
- Pilares cravados diretamente no solo;
- Painéis dos banheiros.

E à falta de manutenção:

- Apodrecimento de peças devido a quebra ou deslocamento de telhas;
- Calçadas quebradas;
- Madeira exposta ao tempo (casas com pintura apresentaram melhor desempenho).



Figura 4 - Painéis de ventilação em bom estado.

Fonte: Autor, 2011



Figura 5 - Pannel de vedação: a) apodrecimento da peça mata-junta; b) Peças de madeira de maior dureza na base dos painéis

Fonte: Autor, 2011



Figura 6 - Redistribuição do espaço interno: Divisão da sala e cozinha com mobiliário.

Fonte: Autor, 2011



Figura 7 - Redistribuição do espaço interno: Divisão da sala e cozinha com cortina.

Fonte: Autor, 2010-2011



Figura 8 - Casa considerada fresca pelo morador em função do sombreamento proporcionado pelas árvores.

Fonte: Autor, 2011



Figura 9 - Estrutura do telhado em perfeito estado

Fonte: Autor, 2011



Figura 10 - Vista interna e externa do oitão frontal

Fonte: Autor, 2011

## 2.4 Avaliação por medição – Atualização da planta

A planta do protótipo, como foi dito, difere da planta das casas construídas no Pedra 90, que sofreram alterações do projeto como a supressão da varanda, a diminuição do número de janelas, de 6 para 4 janelas, e a disposição dos quartos. A planta da Figura 11 representa a casa protótipo, que não sofreu alterações na distribuição interna após a construção.

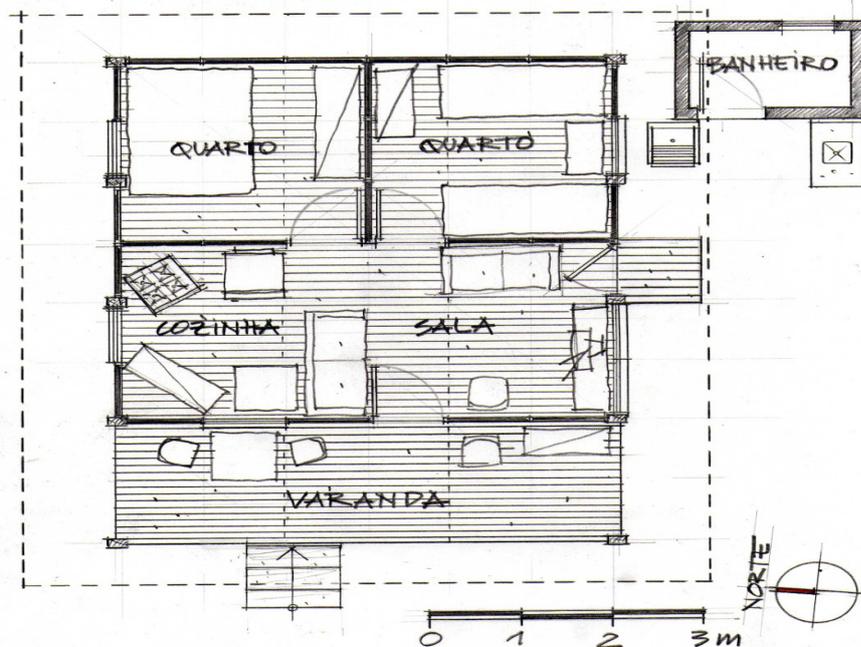


Figura 11 - Planta baixa do protótipo

Fonte: Autor, 2011

### 3 | CONCLUSÕES

Observando as propostas originais e o protótipo construído, pode-se intuir que alguns dos mais graves problemas detectados nas avaliações pós-ocupação poderiam ter sido evitados caso o projeto original tivesse sido mantido. Alguns itens previstos no projeto original e que foram alterados, talvez pudessem ter contribuído para um melhor desempenho da edificação. A falta de orientação para manutenção preventiva e a impossibilidade de substituição de peças por outras de mesma qualidade, com tratamento preventivo adequado, são dois outros itens importantes que foram negligenciados.

Durante o levantamento percebem-se problemas que poderiam ter sido minimizados com a adoção das soluções do projeto original como, por exemplo, o módulo sanitário em alvenaria, que evitaria os problemas detectados, de umidade e instabilidade nos painéis de madeira utilizados na área molhada. Um dos itens que apresentaram maior incidência de reformas e substituições, componentes do módulo sanitário das casas que tiveram melhor desempenho apresentaram médias até 30% acima da média global, chegando a uma melhora de mais de 60% para a integridade das telhas da cobertura, o que pode ser indicativo de que a manutenção, principalmente da cobertura, pode estar diretamente relacionada ao bom desempenho das peças de madeira. O fato de metade (53%) das casas com melhor desempenho ter sofrido substituição dos painéis de vedação do banheiro, ou sua completa reconstrução, pode indicar que o uso de alvenaria nas áreas molhadas, como previsto no projeto original, seria mais adequado e corresponderia à necessidade do usuário, demonstrada pelas 26 casas da amostra que tiveram os módulos sanitários reformados ou substituídos (36% da amostra), nas quais a avaliação de desempenho destes itens não foi aplicada.

Em algumas casas foi constatado apodrecimento da base do pilar, em alguns casos com grave redução da seção da madeira, podendo comprometer a estabilidade da edificação, já que sua substituição é praticamente inviável e não está prevista no projeto; enquanto que a estrutura independente da fundação, como no projeto original, apesar de ser um item de difícil execução, ainda assim possibilitaria a substituição das peças comprometidas. A solução da casa suspensa, presente no protótipo, também daria maior proteção contra umidade, evitando alagamentos, como relatado pelos moradores de nove unidades. Uma solução que poderia manter a simplificação adotada da casa apoiada diretamente no solo, mas protegendo a madeira, seria a elevação do piso em pelo menos 20 centímetros do solo, com peças baldrame de maior dimensão, ou ainda a construção de mureta em alvenaria ou concretada no local.

Um item de simples solução, como a fixação das telhas de cumeeira e arremate lateral, já evitaria grande parte dos problemas detectados referentes ao desempenho das peças de madeira expostas a umidade freqüente. A manutenção do telhado, principalmente quanto a colocação das telhas, foi um dos itens que tiveram melhora acentuada de desempenho nas 15 casas com as melhores médias.

Finalmente, seria importante a manutenção da varanda e do banheiro com acesso direto

ao interior da casa, que vão de encontro às necessidades de grande parte dos usuários, demonstradas nas ampliações e adequações do espaço.

Uma das soluções do projeto que podem ter contribuído positivamente para a durabilidade da madeira e dos componentes, os beirais largos foram fundamentais, protegendo com eficiência os painéis laterais. Fica claro também a eficiência do projeto de dimensionamento e a execução da estrutura e do madeiramento do telhado, um dos itens de melhor desempenho, com média 3,82 (média dos resultados dos seis itens relacionados à tesoura e ao plano do telhado), e o tratamento preventivo dado à madeira, que apresentou média de 3,87 quanto ao apodrecimento (média dos resultados dos nove itens relacionados a apodrecimento da madeira), mesmo em situações desfavoráveis, e apenas três casas (4,17%) com incidência grave de ataque de cupim.

Pode-se perceber que as casas mais bem cuidadas, as que recebem manutenção constante como pintura, substituição e fixação das telhas, bom escoamento de águas pluviais e instalações hidro-sanitárias adequadas, apresentam excelente aparência.

Quanto aos resultados obtidos na avaliação das casas da amostra, são apresentadas a seguir algumas considerações referentes à durabilidade da madeira, ao desempenho dos componentes e sub-sistemas, à satisfação dos moradores, à flexibilidade do projeto, através da análise das alterações feitas nas casas, à influência da implantação da casa na quadra, e à evolução do desempenho no tempo:

### 3.1 A Madeira

A seleção e tratamento preventivo da madeira se mostraram eficientes na maior parte dos casos, protegendo a madeira quanto ao ataque de insetos e ao apodrecimento, no entanto, a falta de pintura ou outra proteção superficial permitiu que as peças mais expostas às intempéries perdessem rapidamente sua coloração natural, apresentando manchas e escurecimento.

#### 3.1.1 Insetos xilófagos

Quanto à presença e ataque de insetos xilófagos, o desempenho foi *bom*. Das 19 casas nas quais foi confirmada, em alguma época, a presença de cupim, apenas duas sofreram ataques desses insetos nas madeiras tratadas. A indisponibilidade de madeira tratada adequadamente para as reposições e reformas pode ter causado a infestação na maioria dos casos. A presença de colônias de cupins em árvores da região indica que é fundamental que o tratamento preventivo seja realizado na madeira a ser utilizada, já que depois de instalado é muito difícil a eliminação do foco. Nas casas que sofreram ou sofrem ataque do inseto, percebe-se que o ataque é superficial, provavelmente devido à eficiência do tratamento.

#### 3.1.2 Apodrecimento

Já quanto ao apodrecimento da madeira, apesar do tratamento, foi constatado o defeito em um número considerável de peças, mesmo tendo sido um item com *bom* desempenho

para os critérios adotados na avaliação. Em todos os casos, o apodrecimento das peças se dá em áreas permanentemente expostas a umidade, como peças do madeiramento, pingadeiras e painéis do módulo sanitário.

Quanto ao apodrecimento de peças do madeiramento do telhado, presente principalmente em casas com incidência grave de falta de telhas, a manutenção preventiva seria fundamental, e a execução de etapas da obra não realizadas, como a fixação das telhas do cordão e cumeeira evitariam grande parte do problema, ambos de fácil execução.

Pingadeiras e lambris da base dos painéis de vedação apresentaram deterioração quando expostas a umidade constante causada por empoçamento de águas pluviais ou de descarga de pias. Seria desejável a elevação do nível da casa, e conseqüente afastamento das peças de madeira das áreas molhadas, e também a manutenção da integridade das calçadas, com caimento adequado de forma a escoar o mais rapidamente possível águas pluviais, e a correta instalação sanitária, item de difícil execução pelo morador, sem assistência técnica.

Nas peças dos painéis do módulo sanitário, dois fatores podem ter contribuído para a exposição prolongada à umidade, muitas vezes causando deterioração da madeira: A primeira relacionada ao desenho do telhado, alto de um dos lados, com o objetivo de permitir sua continuidade no caso de ampliação da casa, quando isso não acontece deixa os painéis expostos e não protege a madeira, como seria desejável; e a segunda relacionada a instalações hidráulicas muitas vezes inadequadas, já que a etapa não foi realizada, ficando as instalações a serem feitas pelo morador, nem sempre capacitado para isso.

### *3.1.3 Manchas superficiais*

Na avaliação feita em 2000, Arakaki (2000) já noticiava o aparecimento de “manchas com tonalidades irregulares, acentuando a idéia de degradação”, principalmente nas casas que não receberam nenhum tipo de proteção, como pintura ou, preferencialmente, aplicação de produtos a base de *stain*, que protegem a madeira da penetração de água e da ação dos raios solares, e que devem ser aplicados mesmo antes da pintura de acabamento (MONTANA QUÍMICA, 2011). Apesar de comprometer o aspecto visual, as manchas, geralmente causadas por exposição aos raios solares, não comprometem a estrutura da edificação.

### *3.1.4 Defeitos da madeira*

Foram detectados casos de defeito de seleção da madeira, como nós e defeitos que podem ter sido causados no manuseio como quebras de aresta, a maioria sem comprometimento da qualidade do componente. Em alguns casos a presença de nós em peças estruturais, por falha na seleção, pode ser facilmente evitada com a introdução de sistema de controle de qualidade e critérios de seleção mais rigorosos nesta etapa.

## **3.2 Os Componentes**

O desenho dos componentes utilizados no projeto das casas do Ecomoradia foi todo

ele definido a partir da disponibilidade de peças curtas, de baixo valor, como foi dito, o que foi determinante para a definição do módulo de 0,90m e de grande parte dos 67 componentes de madeira, de 12 tipos (sem contar peças inteiras como pilares e madeiramento do telhado) que compõe cada módulo habitacional.

### 3.2.1 Pilares

As espécies utilizadas nas peças estruturais foram preferencialmente a cupiuba e itaúba, que apresentam alta resistência ao ataque de insetos xilófagos e são adequadas ao uso em contato com o solo ou exposição ao tempo (ARAKAKI, 2000). Apesar destas características, ou talvez por falha na seleção, em algumas casas se observou apodrecimento da base do pilar, geralmente na parte concretada no solo. Qualquer descuido na execução ou na manutenção pode ser prejudicial à madeira nesta condição, e uma solução estrutural que preveja a possibilidade de substituição da peça comprometida seria mais adequada. A qualidade das peças na função de apoio das tesouras é boa, sem presença de defeitos graves e com raros casos de arqueamento, geralmente causado por movimentação do pórtico.

### 3.2.2 Vigas baldrame

A solução adotada para apoio dos painéis, vigas baldrame pré-fabricadas em concreto, se mostrou adequada, apresentando baixa incidência de defeito.

### 3.2.3 Tesouras

As tesouras tiveram desempenho *excelente* em 88% das unidades avaliadas, e nas 12% restantes, correspondendo a oito unidades, dos defeitos apresentados, apenas quatro foram ocasionados por falha na seleção ou na execução do componente, os demais sendo causados possivelmente por fatores externos, como a movimentação do pórtico.

### 3.2.4 Painéis de vedação

Mesmo nas casas em que foram tomados maiores cuidados com manutenção, os painéis de vedação tiveram desempenho *insuficiente a péssimo*. Item que apresentou o pior desempenho, ainda que melhor do que nas avaliações anteriores, os painéis de vedação apresentaram frestas desde a etapa de montagem, segundo relato de Arakaki (2000), causado em grande parte por retração das peças, possivelmente causada por utilização da madeira com alto teor de umidade. Maior controle de qualidade na execução dos painéis do protótipo talvez possa explicar o fato de que estes não apresentem o problema de retração e de presença de frestas entre os lambris.

### 3.2.5 Painéis de ventilação

Solução adequada para o clima quente e úmido de parte do ano na região, o painel de ventilação foi vedado em 10 unidades para evitar a entrada de insetos e poeira, conforme relato de alguns entrevistados sobre a causa do fechamento.

### 3.2.6 Esquadrias

A falta de requadro ou batente na moldura de portas e janelas causando falta de estanqueidade é um item que deve ser revisto no projeto. A solução de fechamento é outro fator que pode ter causado queda de desempenho em grande parte das amostras já que a improvisação acaba por causar danos ao componente. Portas e janelas apresentaram desempenho *insuficiente* quanto ao funcionamento.

### 3.2.7 Cobertura

A estabilidade do plano do telhado apresentou desempenho *excelente* em 93% das unidades avaliadas, mesmo com o índice de 96% das casas apresentando falta de telhas, em menor ou maior quantidade, o que demonstra a excelência do projeto e dimensionamento dos componentes, faltando apenas manutenção quanto a reposição de telhas.

## 3.3 O Sistema Construtivo

O sistema construtivo adotado, de estrutura independente da vedação, permite flexibilidade, porém joga toda a responsabilidade de estabilidade aos pórticos. O maior desafio para o sistema adotado seria manter a estabilidade dos pórticos, para tanto o contraventamento longitudinal deve ter seu desempenho garantido, para que possam ser mantidas as dimensões das peças estruturais, principalmente do pilar. Para solucionar o problema de deformação dos pórticos, talvez o item de maior gravidade, já que apresentou desempenho *insuficiente a péssimo* em 89% das unidades na medição do prumo dos pilares, a sugestão seria o redimensionamento do contraventamento longitudinal das tesouras, possivelmente substituindo as mão-francesas por um travamento em “xis”, travando a parte superior de uma tesoura na parte inferior da outra; e proporcionar maior rigidez aos painéis de ventilação para que possam atuar com maior eficiência no contraventamento dos pórticos.

## 3.4 Satisfação Do Usuário

Dos 72 entrevistados, 69% respondem positivamente à questão quanto à satisfação de morar na casa, e mais 16% que se dizem satisfeitos, conformados por não ter outra opção. Quanto à pergunta sobre a percepção de algum defeito na casa, 53% indicam algum defeito. Talvez tivesse sido possível obter respostas importantes se a pergunta focasse as qualidades da casa, como por exemplo, “quais os pontos positivos você vê nesta casa?”. A análise às respostas dadas ao questionário e às ações executadas nas casas pode dar uma visão geral do grau de satisfação do morador.

## 3.5 Flexibilidade e as Alterações Espaciais

A flexibilidade prevista no projeto é bem utilizada quando nas reformas internas de redistribuição do espaço. Painéis são negociados pelos proprietários que reformam suas casas, o que é um indício de que uma padronização de componentes é importante e que o projeto atendeu a contento esta necessidade. A possibilidade de substituição e reposicionamento dos painéis ficou clara, mesmo sem a orientação técnica que seria desejável. Um dos moradores, que havia trabalhado como mutirante “e depois como contratado” (MANOEL<sup>2</sup>, 2011) disse que

fez alguns serviços de reposicionamento de painéis em casas do bairro. Já para reformas com ampliação de área construída, a previsão de ampliação com continuidade do telhado foi pouco utilizada. De qualquer forma, a distribuição da planta se mostrou adequada, atendendo bem tanto às ampliações apenas de varanda, como ampliações maiores com a construção de cozinha ao fundo, ou quarto ao fundo ou à frente.

### 3.6 Considerações Finais

O projeto Morar/Conscientizar foi uma proposta pioneira, planejava-se que, com sua continuidade, as técnicas empregadas pudessem ser avaliadas e melhoradas. As avaliações demonstram, como foi dito, que a seleção e o tratamento preventivo dado à madeira foram acertados, que o dimensionamento das peças do telhado foi eficaz, que o sistema estrutural necessita de alguns ajustes referentes ao contraventamento e proteção da base dos pilares, e que os painéis de vedação precisam de uma revisão de projeto e principalmente de manutenção periódica, item de difícil equação devido à falta de orientação técnica e aos poucos recursos dos moradores, o que não impede que, em algumas casas, se perceba a preocupação em criar um ambiente acolhedor.



Figura 12 - Apesar das dificuldades financeiras, o cuidado com os detalhes.

Fonte: Autor, 2011

Quando a casa, de simples “abrigo”, se torna o ‘lar’, o cuidado passa a ser maior. As dificuldades financeiras são visíveis, mas a intenção de criar um ambiente agradável

2 Manoel, morador do Ecomoradia, em entrevista ao autor em 19.jan.2011.

é evidente nos exemplos da Figura 12, na preocupação com detalhes como as plantas na fachada, as cortinas nas janelas ou a arrumação dos objetos e quadros.

Um trabalho que teria grande importância seria o de recuperação e restauração do protótipo, importante como registro do projeto Ecomoradia, o desenvolvimento do trabalho serviria de laboratório para aplicação de técnicas de manutenção, de grande importância para o desenvolvimento de outros projetos de habitação em madeira.

## 4 | REFERÊNCIAS

- ADRIÃO, João Mário de Arruda. Habitação de Interesse Social em Madeira: Conjunto Habitacional no bairro Pedra 90 após 14 anos de uso. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura, Engenharia e Tecnologia (FAET). Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Edificações e Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso (PPGEEA-UFMT). Cuiabá/MT, 2011. 256p.
- ARAKAKI, Elizabeth Mie. **Avaliação de durabilidade em sistema construtivo pré-fabricado com madeira de rejeito comercial. Estudo de caso: Conjunto Habitacional Pedra 90.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos/SP, 2000.
- ARAKAKI, Elizabeth Mie; BARATA, Tomás Queiroz Ferreira; INO, Akemi. **Sistemas construtivos em madeira de rejeito comercial de serrarias para habitação de interesse social.** In: ENTAC. Rio de Janeiro, 1995
- BARATA, Tomás Queiroz Ferreira. **Propostas de painéis leves de madeira para vedação externa adequados ao zoneamento bioclimático brasileiro.** Tese (Doutorado) Campinas: Faculdade de Engenharia Civil – UNICAMP, 2008. 264p.
- BITTENCOURT, Rosa Maria; HELLMEISTER, João Cesar. **Concepção arquitetônica da habitação em madeira.** Boletim Técnico da escola Politécnica da USP. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 1995.
- INO, Akemi; SHIMBO, Ioshiaqui; **Diretrizes e infra-estruturas para implantação de conjuntos habitacionais de interesse social utilizando madeira de rejeito comercial.** In: VII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. ENTAC. Florianópolis/SC, 1998
- LIMA-NETO, Archimedes Pereira. **Ecomoradia: Educação Ambiental em Movimentos Sociais.** Dissertação (Mestrado em Educação) Universidade Federal de Mato Grosso. Cuiabá/MT, 2002.
- MONTANA QUÍMICA S. A. **Osmocolor stain.** 2011. Disponível em: <<http://www.montana.com.br/>> acesso em: 16.out.2011
- MORENO, Gislaíne. **A colonização no século XX.** In: MORENO, Gislaíne; HIGA, Tereza Cristina Souza (org.). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente.** ed. Entrelinhas. Cuiabá/MT, 2005a. p.52-71
- \_\_\_\_\_. **Políticas e estratégias de ocupação.** In: MORENO, Gislaíne; HIGA, Tereza Cristina Souza (org.). **Geografia de Mato Grosso: território, sociedade, ambiente.** Ed. Entrelinhas. Cuiabá/MT, 2005b. p.34-51
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CUIABÁ. **Participação comunitária – o caminho para a democracia autêntica. Cuiabá 93 – 96.** Cuiabá/MT, 1996.
- ROMANCINI, Sônia Regina. **Pedra 90: A moradia como expressão da segregação socioespacial.** In: I Seminário Mato-grossense de Habitação de Interesse Social. CEFETMT – UFMT – Cuiabá/MT, 2005.
- SILVA, Paulo Costa Pitaluga; FERREIRA, João Carlos Vicente. **Breve história de Mato Grosso e de seus municípios.** Cuiabá/MT, 1994.

## ENTREVISTAS

BARATA, Tomás Queiros Ferreira. Arquiteto, autor do projeto do protótipo 1. Informações via e-mail, 2010 - 2011

LIMA-NETO, Archimedes Pereira. Diretor de meio-ambiente da Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano de Cuiabá, de 1994 a 1996. Entrevista concedida ao autor em 17.nov.2010.

MANOEL. Morador do Ecomoradia no bairro Pedra 90 – 3ª. Etapa, participou como mutirante na montagem das casas em 1995, em entrevista ao autor em 19.jan.2011.

MEIRELLES, José. Prefeito de Cuiabá de 1994 a 1996. Entrevista concedida ao autor em 19.nov.2010.

PORTOCARRERO, José Afonso Botura. Secretário de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano de Cuiabá de 1994 a 1996. Entrevista concedida ao autor em 12.abr.2011.

SANTOS, José Antonio Lemos dos. Superintendente do IPDU - Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Urbano da Prefeitura Municipal de Cuiabá de 1994 a 1996. Entrevista concedida ao autor em 30.maio.2011.

ZIZANGELA. Moradora do Ecomoradia no bairro Pedra 90 – 3ª. Etapa, participou na produção de mudas e como mutirante na montagem das casas em 1995, em entrevistas ao autor de out.2010 a jan.2011.

## O SENTIDO DE LAR NA PRODUÇÃO DE HABITAÇÃO SOCIAL: ESTUDO NO TABOQUINHA

*Data de aceite: 28/05/2020*

*Data de submissão: 06/03/2020*

**Nayra Gomes Souza Ampuero**

Universidade Federal do Pará

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/3231153164806809>

**Ana Klaudia de Almeida Viana Perdigão**

Universidade Federal do Pará

Belém – Pará

<http://lattes.cnpq.br/9009878908080486>

**RESUMO:** Investiga-se a produção de habitação social e o conceito lar, objetivando levantar o sentido de lar em situações de remanejamento/reassentamento habitacional na Amazônia, considerando-se aspectos significativos e marcadamente referenciados no espaço físico, associados aos aspectos subjetivos do habitar para o morador e complementando a interpretação do espaço construído sob o olhar dos técnicos envolvidos na execução da política no reassentamento habitacional proposto no Projeto Taboquinha, Belém-Pará. Adotou-se como metodologia, a pesquisa do tipo qualitativa, com abordagem multimétodos, utilizando a pesquisa de campo com coleta de dados, através da aplicação de questionários, mapeamento visual e entrevistas com os moradores. Os resultados apontam a presença

do sentido de lar pelos moradores quando dizem que sentem falta de algo relacionado a aspectos subjetivos, ou costumes, valores afetivos. Como contribuição, os resultados promovem uma discussão profícua entre os diferentes agentes envolvidos na produção habitacional, apoiando-se em base mais ampla para discutir aspectos entre a problematização e sua respectiva estratégia de solução na produção de habitação social na Amazônia.

**PALAVRAS-CHAVE:** Projeto arquitetônico, Habitação Social, Sentido de lar, Amazônia.

### THE SENSE OF HOME IN THE PRODUCTION OF SOCIAL HOUSING: A STUDY IN TABOQUINHA

**ABSTRACT:** It is investigated the production of social housing and the concept home, aiming to raise the sense of home in relocation/resettlement situations in the Amazônia, considering significant and strongly referenced aspects in the physical space, associated to the subjective aspects of living for the inhabitant and complementing the interpretation of the space built under the eyes of the technicians involved in the implementation of the policy on housing resettlement proposed in the Taboquinha Project, Belém-Pará. It was adopted as a methodology, the research of the qualitative type, with a multi-method approach, using the field research with data collection, through the

application of questionnaires, visual mapping and interviews with the residents. The results point to the presence of home's sense for the residents when they say they lack something related to subjective aspects, or customs, affective values. As a contribution, the results promote a fruitful discussion among the different actors involved in housing production, supporting itself on a broader basis to discuss aspects between the problematization and its respective strategy of solution in the production of social housing in the Amazônia.

**KEYWORDS:** Architecture project, Social housing, Home sense, Amazônia.

## 1 | INTRODUÇÃO

A concepção arquitetônica é um desafio que envolve diversos caminhos para o arquiteto, na busca de atender e relacionar o ser humano com o ambiente construído. No contexto da habitação social, em se tratando de processos de remanejamento/reassentamento habitacional, é importante compreender os valores objetivos e subjetivos do habitar para o atendimento das necessidades humanas. Na produção habitacional, encontram-se aspectos relacionados a interação entre o ser humano e o ambiente construído, que impactam sobremaneira na elaboração do projeto de arquitetura.

A pesquisa delineou-se para a investigação de valores objetivos e subjetivos do habitar, adotando-se o conceito de lar como um conceito amplo e que pode ser explorado por diversas áreas e assim instigando para a contribuição no campo do projeto de arquitetura e, mais, de grande relevância para produção de habitação social.

A subjetividade incide especialmente na ruptura com referências espaciais, por isso, Perdigão e Bruna (2010), destacam o trabalho de Fullilove (1996), cujos estudos psiquiátricos, revelam que processos psicológicos relacionados ao vínculo, à familiaridade e à identidade, são ameaçados por deslocamentos espaciais quando há ruptura com o sentido de lugar pela falta de conexões emocionais, conduzindo a problemas de nostalgia, desorientação e alienação, respectivamente. As necessidades emocionais são destacadas por Camargo (2010), afirmando que o lar não é apenas um espaço que atende as necessidades físicas de um usuário, ele também atende necessidades emocionais. Perdigão e Gayoso (2012) exploram a casa como categoria, como elemento central de aspectos que relacionam objetividade e subjetividade no espaço construído.

Costa, Perdigão e Cavalcante (2015), empregam olhares de vários campos do conhecimento sobre a produção habitacional e adotam adaptação como aquele que demonstra evidências de que as famílias em processo de remanejamento e que se deparam com diferentes tipologias entre a casa de origem e a casa destino, apresentam conflitos e falta de identificação com o espaço habitacional.

Os valores culturais e simbólicos que incorporam relações, necessidades e expectativas dos usuários com o espaço construído podem ser observados em várias escalas. Norbergh-Schulz (2007), Perdigão e Malard (2006), oferecem contribuições ao entendimento do projeto atendendo à dimensão sensível da arquitetura. Contudo, observa-se nos resultados de pesquisas em áreas habitacionais em Belém (PA), que esses valores muitas vezes não são agregados ao projeto arquitetônico em seus diversos métodos e etapas.

A realização de estudos sobre habitação social em áreas de remanejamento/reassentamento, a equipe do Laboratório Espaço e Desenvolvimento Humano (LEDH) da Universidade Federal do Pará, através da pesquisa “O PAC Urbanização de Assentamentos Precários em Cidades Amazônicas: proposta metodológica para avaliação da produção e ocupação humana na política habitacional em Belém e Macapá” realizada pelos Programas de Pós-Graduação da Universidade Federal do Pará em Arquitetura e Urbanismo, em Serviço Social e em Teoria e Pesquisa do Comportamento, tem acumulado importantes contribuições para intervenções futuras. Os resultados de pesquisa e publicações realizadas constataram a existência de problemas com adaptação habitacional, apontando um intenso processo de adaptação na nova unidade habitacional a partir de modificações realizadas pelos moradores, as quais vem ocorrendo sem orientação técnica. Uma área que passa por essa transição e reflete esta problemática é o Projeto Taboquinha, localizado em uma Comunidade denominada Cubatão, no Distrito de Icoaraci, no Município de Belém-PA, tornando-se alvo do estudo, cuja pesquisa trabalhou analisando respostas de formulários e entrevistas aplicadas no ano de 2018, aos moradores do Projeto Taboquinha e dois técnicos envolvidos, além de registros gráficos e fotográficos.

Ampliando o escopo das pesquisas sobre habitação social, questiona-se em que medida o sentido de lar está presente no projeto de habitação social, para o morador em situação de remanejamento/reassentamento habitacional? As evidências buscadas direcionaram-se para o sentido de lar estar presente e como se mostra através das adaptações/modificações realizadas pelos moradores nas unidades habitacionais no reassentamento.

Objetiva-se discutir o sentido de lar em situações de remanejamento/reassentamento habitacional na Amazônia, contextualização entre olhar técnico e olhar do morador, verificando em que medida há relevância dos aspectos subjetivos para os moradores e técnicos envolvidos.

## **2 | O SENTIDO DE LAR NA ELABORAÇÃO DO PROJETO – CONSIDERAÇÕES**

O conceito de lar, conhecido por ser relacionar com a moradia, vem sendo trabalhado por vários autores, de áreas de concentração variadas. Camargo (2010), cita que a casa tem o significado semelhante ao de lar e que não se trata apenas de espaço físico, de estrutura física, existe um contexto subjetivo, a experiência de habitar o espaço físico, ou seja, ela é o local onde se pratica o habitar. Rybczynski (1996), complementa que o interior de um ambiente comunica a personalidade do usuário, os objetos compõem marcas dos donos e a casa passa a ser lar, quando se entende mistérios do conforto e relaciona intimidade, sentidos, bem-estar físico, entre outros fatores.

Segundo Perdigão e Gayoso (2012), sendo um espaço mais “restrito” ou mais “amplo”, a casa traz como primeira função, a de habitar, e essa forma de habitar traz na sua forma de uso, inúmeros significados. Norbergh-Schulz (2006, p. 455), define a palavra habitar: “Usamos a palavra “habitar” para nos referirmos as relações entre o homem e o lugar.” A partir desta relação, Camargo (2010), explicita que de acordo com o cotidiano criado na

morada, hábitos, costumes, são formados e acompanham o homem para o resto da vida e independente de mudanças, o que foi vivenciado e formado, permanece no inconsciente.

Essa interação entre o homem e o ambiente físico, é importante ser interpretada para analisar as reais necessidades humanas e na elaboração de projetos menos generalistas (PERDIGÃO, OLIVEIRA E MENEZES, 2017). Pinto (1965), afirma que além das necessidades humanas indispensáveis à sobrevivência física, tem-se as de natureza espiritual (necessidades psicológicas, artísticas e ideológicas).

Dessa forma, Ribeiro (2003), cita que o costume em não considerar os significados vinculados a experiências e memórias afetivas das pessoas, dificulta para o arquiteto a elaboração de projetos melhores. A autora também reitera que cabe ao arquiteto promover e facilitar as percepções espaciais, para que as interações do ser humano com o seu meio ambiente satisfaçam todos os sentidos.

Referindo-se a projetar, é um tema importante que merece ser discutido, ainda mais em um mundo em constante transformação. Malard (2005), cita que independente da complexidade de um projeto de arquitetura, ele implica na necessidade de um processo de pesquisa.

Esse processo requer conhecimento sólido na área de atuação e base crítica, para não mecanizar, além de que deve considerar as sensações fisiológicas e psicológicas dos usuários (BARROS E PINA, 2010).

Del Rio (1998), contribui afirmando que a elaboração do projeto depende tanto da nossa criatividade, quanto da nossa capacidade de síntese, abstração, criação e representação. O autor também informa que nos caminhos pessoais do ensino e da metodologia, o arquiteto deve atuar inserido nas especificidades dos contextos, atendendo a sua responsabilidade social, fazendo com que o paradigma social se some ao artístico e ao tecnológico, voltando o processo de projeto as reais necessidades dos usuários, comportamento, percepção, expectativas. Malard (2005), relata que o conhecimento e análise de dados são uma etapa indispensável ao processo de criação para a atividade projetual.

Portanto, a percepção arquitetônica de fatores que influenciam na relação ambiente-comportamento, são essenciais ao processo de projeto, no objetivo de harmonia entre anseios de uma comunidade e qualidades do local (BARROS E PINA, 2010).

### **3 | PESQUISA EM ÁREA DE REASSENTAMENTO HABITACIONAL NO PROJETO TABOQUINHA**

Trata-se de uma pesquisa exploratória, do tipo qualitativa, com abordagem multimétodos. A realidade empírica investigada refere-se às unidades habitacionais ao Projeto Taboquinha com a previsão de urbanização e de remanejamento/reassentamento de várias famílias, onde tem-se a construção de unidades habitacionais térreas e sobrados (Figura 1). O Projeto teve a intervenção do Ministério Público do Pará, que segundo a Promotoria de Justiça do Distrito de Icoaraci, ocorreu devido reclamações dos moradores que se encontravam insatisfeitos com a gestão e execução do mesmo.



Figura 1 – Unidades habitacionais do Projeto Taboquinha

Fonte: COHAB (2010)

O Projeto teve início com uma demanda de uma área de ocupação informal, com habitações em sua maioria de tipologia palafita denominada Comunidade Cubatão, localizada em Icoaraci/PA. Essa Comunidade (Figura 2) faz parte de um assentamento precário e tem a presença de um igarapé denominado Tabocal. O Projeto Taboquinha, localiza-se na Comunidade Cubatão, área de proteção ambiental e de propriedade da marinha, que foi delimitado pelas ruas 15 de Agosto, Cruzeiro, 2 de Dezembro e Travessa Pimenta Bueno (Figura 3) e que ao longo do desenvolvimento do Projeto, houveram ampliações.



Figura 2 – Comunidade Cubatão antes da intervenção

Fonte: COHAB (2007)



Figura 3 – Área da poligonal do Projeto Taboquinha

Fonte: COHAB (2010)

As primeiras unidades habitacionais foram entregues em 2010 (COHAB, 2010). De acordo com a equipe técnica da Companhia de Habitação do Estado do Pará (Cohab), o Projeto encontrava-se em fase final, no ano de 2018, com 82,43% de obra concluída (habitação e infraestrutura) e 95% de remanejamento concluído.

A pesquisa sobre o sentido de lar na produção de habitação social adotou um trabalho de campo com adoção de várias técnicas de pesquisa para consulta aos moradores que passaram pelo processo de remanejamento/reassentamento do Projeto Taboquinha. A consulta ao técnico de arquitetura da Cohab e ao técnico do Ministério Público-PA se deu através de entrevista presencial. Nos dois casos, o interesse é o de capturar a interpretação sobre o sentido de lar em suas respostas.

Foram aplicadas três técnicas de pesquisa, com seis moradores do Projeto Taboquinha que pertenceram a área de ocupação informal, sendo complementadas com registros gráficos e fotográficos nas unidades habitacionais, além disso, as entrevistas com os técnicos citados (técnico de arquitetura da Cohab e técnico jurídico do Ministério Público-PA).

Em relação as técnicas, o Formulário de Adaptação Habitacional é um instrumento elaborado pela equipe do Projeto “O PAC Urbanização de Assentamentos Precários em Cidades Amazônicas: proposta metodológica para avaliação da produção e ocupação humana na política habitacional em Belém e Macapá”, que consta de diversas perguntas relacionadas a casa e a relação do morador com a mesma. A Consulta não verbal sobre a Temporalidade do Habitar, é um instrumento elaborado por Perdigão (2006), constando perguntas relacionadas a experiências do habitar do usuário. O Mapeamento Visual, trata-se de um instrumento elaborado por Thorne (1995), onde, através de plantas baixas de ambientes que se deseja examinar, juntamente com questões para estimular o usuário, avalia-se graficamente pontos positivos e negativos. As entrevistas foram realizadas com perguntas a respeito da participação dos entrevistados no Projeto Taboquinha, como o Projeto Taboquinha e o Projeto de arquitetura interferem para o morador, o que se entender por sentido de lar e repercussões.

## 4 | APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

Apresentam-se os resultados de pesquisa no Quadro 1, referentes ao Formulário de Adaptação Habitacional, onde evidenciaram a presença do sentido de lar através de perguntas que relacionam a casa atual e a casa anterior e que se manifesta no espaço físico através de modificações demonstrando as tentativas de identificação com a casa. Constatou-se que a casa para onde foram remanejados, recebeu pontos positivos, porém, em sua maioria, após a possibilidade de alterações. Demonstravam a necessidade de adaptação. Além disso, tiveram respostas relacionadas a aspectos imateriais, a sensações, colocadas como importantes para os moradores consultados.

Moradores	Casa anterior	Casa atual	Sente falta de algo
1	“Cozinha, tinha espaço, era grande”	“Melhorou porque tem saneamento”	“Mais espaço para fazer minhas coisas”
2	“Era fria, confortável”	“Deixo assim, gosto mais da rua, gostava da outra que era na beira do igarapé”	“De uma área aberta, da beira do rio, gostava”
3	“Gostava de tudo, casa não tinha muitos cômodos, mas pátio e cozinha grandes”	“Gosto também, melhorou, aumentei o espaço”	“Não sinto falta, porque estou modificando”
4	“Gostava, tinha um bar”	“Área do bar que pude construir também”	“Não, porque fiz meu bar, aumentei a cozinha”
5	“Família reunida”	“Silêncio”	“Espaço para criança brincar. Casa maior”
6	“Era linda, toda em madeira”	“Não gosto, não me agrada”	“Tudo, amava minha casa anterior”

Quadro 1 – Respostas dos moradores quanto as casas

Fonte: pesquisa de campo 2018

As respostas (Figura 4) da Consulta não verbal sobre a Temporalidade do Habitar, confirmaram a existência de uma relação que fica na memória e que de algum modo busca correspondência no espaço habitacional. Os resultados levam a constatação do papel do sentido de lar e que faz parte do crescimento e formação do ser humano, intervindo na maneira como se relaciona com a moradia. Esses fatos são constatados em respostas com lembranças ligadas a questões não estruturais, como a família, respostas que fazem referência a recordações do passado, como uma festividade, ou um desejo para a casa atual, que tenha valor afetivo, como morar na beira de um rio, ou seja, valores subjetivos evidentes nas respostas, que os moradores buscam ou pretendem suprir com a moradia atual.

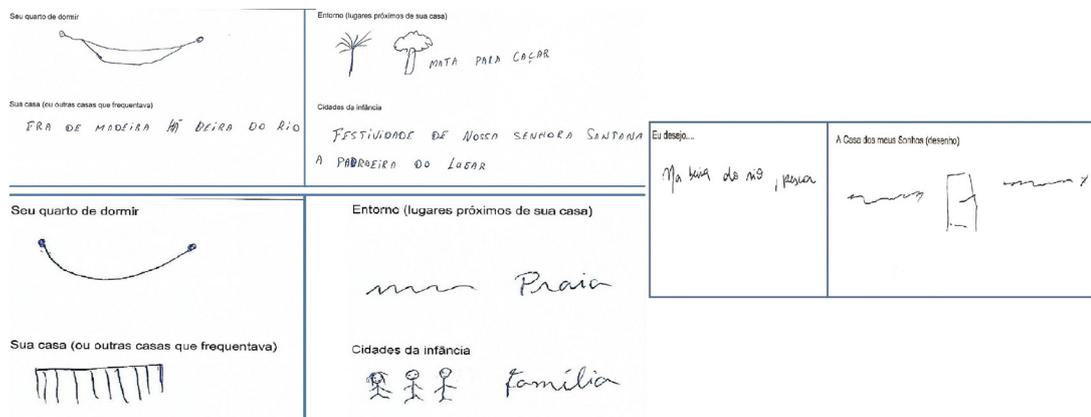


Figura 4 – Síntese das respostas da Consulta não verbal sobre a Temporalidade do Habitar

Fonte: Pesquisa de campo (2018)

Através da técnica de Mapeamento Visual (Figura 5) e com apoio dos registros gráficos e fotográficos (Figura 6 e Figura 7), observa-se a quantidade de modificações realizadas para adaptação do morador ao novo espaço habitacional. Contudo, as alterações, além do atendimento do espaço nas novas edificações, para com os anseios e necessidades dos moradores, aparecem também conflitos pelas modificações realizadas, gerando impasses por conta de construção de lajes, ocupações de áreas abertas, como quintais, que também têm importância para o usuário, mas que não encontraram outra alternativa pela falta de áreas disponíveis para expansão, mesmo nas unidades térreas. Destaca-se também um caso interessante, onde uma casa não foi alterada pelo fato de aspectos físicos não serem os mais importantes, segundo o entrevistado, reforçando também os resultados das técnicas anteriores, quando afirmam que sentem falta de algo de valor afetivo, de um costume referente a casa anterior.

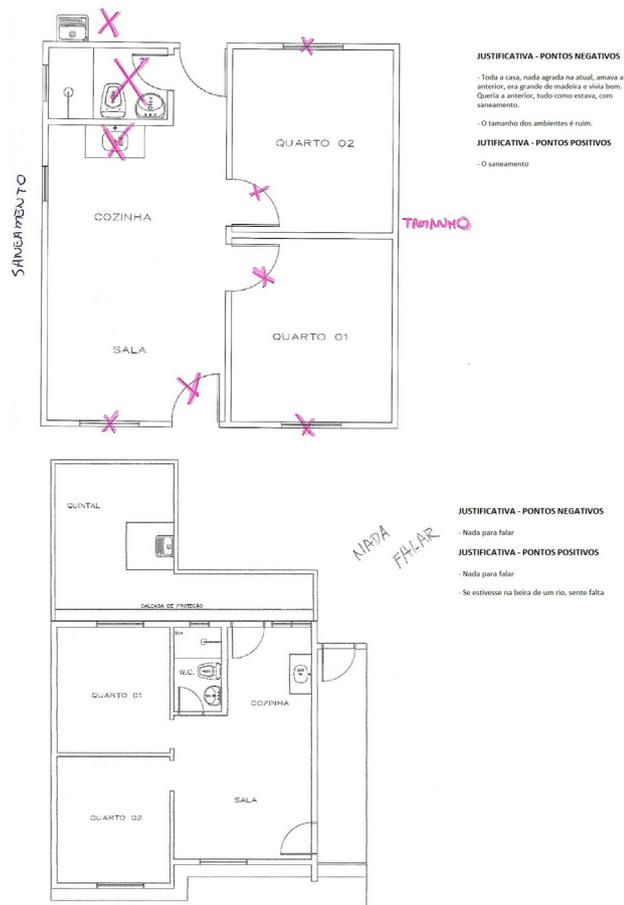


Figura 5 – Formulários de Mapeamento Visual

Fonte: Pesquisa de campo (2018)

Mostra-se na Figura 6, a construção de laje em área livre, ampliação da frente de uma unidade térrea, para construção de um bar e ampliação da casa em área de quintal.



Figura 6 – Habitações modificadas

Fonte: Pesquisa de campo (2018)



Figura 7 – Planta baixa de uma casa modificada do Projeto Taboquinha

Fonte: Pesquisa de campo (2018)

Quanto as entrevistas com o técnico de Arquitetura da COHAB e o técnico jurídico do Ministério Público-PA, os resultados mostraram que ambos têm a compreensão do sentido de lar e que esse sentido também é fundamental para o ser humano habitar uma casa, porém, em específico ao técnico de arquitetura, não dá a mesma consideração que demonstra por aspectos geométricos e funcionais. O técnico jurídico demonstrou não atentar para essa importância, mas sabe que o lado humano contribui para melhorar os processos de remanejamento/reassentamento habitacionais. Segue o Quadro 2 com a síntese das respostas dos técnicos.

<b>Técnicos</b>	<b>Respostas</b>
Técnico de Arquitetura da Cohab	<p>“Eu acho que sim, que o projeto apresenta repercussões no usuário, além das funcionais, mas eles não enxergam que estão em uma casa de madeira, sem tratamento”</p> <p>“Melhora sim as condições deles, pois saem de uma condição ruim de habitação, para uma condição melhor de habitação”</p> <p>“O imóvel só é lar, quando aquela família se propõe a manter uma unidade...porque tem um ambiente de convivência entre eles”</p> <p>“Tem que entender como é a vivência deles...particularidades, a gente precisa enxergar”</p>
Técnico jurídico do Ministério Público	<p>“Eu particularmente não atentei para isso” (necessidades não-físicas, em processos de remanejamento/reassentamento)</p> <p>“Entendo que o projeto de arquitetura apresenta repercussões no usuário além de físicas e funcionais, que reflete na auto-estima”</p> <p>“O lar é união, paz, amor, tranquilidade, onde você repousa”</p>

Quadro 2 – Síntese das entrevistas com os técnicos

Fonte: pesquisa de campo 2018

Através dos instrumentos aplicados, constatou-se o quanto se manifesta o sentido de lar, que eles se complementaram e o confirmaram mais ainda, visto que respostas de um instrumento, reforçavam respostas do outro, algo muito interessante identificado ao aplicar três técnicas com cada morador. Essa manifestação do sentido de lar se dá em diversos pontos, na satisfação dos moradores quanto ao bem-estar na moradia, nos vínculos que eles costumam manter, relacionados a experiências do passado e também diversas modificações realizadas nas casas atuais que se alinham com casa anteriores, ou na busca de retomar e/ou manter hábitos.

## 5 | CONCLUSÃO

Através dos resultados com as técnicas aplicadas, o sentido de lar se mostra pelos moradores do Projeto Taboquinha, através das adaptações realizadas nas habitações como uma tentativa de resgatar algumas relações e referências que foram rompidas no processo de remanejamento/reassentamento. Dessa forma observa-se a clara relação entre elementos físicos e os vínculos estabelecidos com o espaço, demonstrando a relevância dos valores subjetivos do habitar. Por outro lado, o sentido de lar como resposta dos técnicos consultados, mostra-se sem a importância manifestada pelos moradores.

Com os resultados e discussão da pesquisa, o sentido de lar se mostrou fundamental ao morador pertencente ao Projeto Taboquinha, influenciando significativamente para a edificação que habita ou que venha a habitar, propiciando interações positivas com a casa, quando observadas sensações, tradições, valores afetivos do usuário.

A investigação trouxe a discussão do sentido de lar e partes levantadas para indicações para elaboração de projetos com mais qualidade para o morador em programas habitacionais em situação de remanejamento/reassentamento habitacional, para compreensão dos valores humanos para a pessoa. Ressalta-se a importância da arquitetura para oferecer mais

qualidade ao usuário final em projetos de habitação social, quando os resultados encontrados demonstram o quanto o morador necessita buscar soluções próprias para adaptação ao novo espaço habitacional.

A metodologia evidenciou que o sentido de lar é resgatado ou tenta ser resgatado, pelo dimensionamento do espaço e que a relação com a moradia vai além de relações físico-espaciais e está presente em evidências de manutenção de costumes, gostos, além disso, evidenciou-se a busca por adaptações através das modificações realizadas no intuito de se adequar à nova moradia e diminuir referências espaciais rompidas, como também, as relações em casas anteriores e/ou entorno que fizeram parte da vida do usuário, mostrando o não atendimento as necessidades e aspirações do morador que ultrapassam a esfera física. As entrevistas com os técnicos, constata também a pouca consideração dos valores subjetivos, comparados a valores físicos, questões estruturais.

Estudos de aspectos mais abrangentes sobre a casa, físicos e não físicos, para incorporação à atividade projetual, inclusive o que e quais são esses valores para o morador, vem se mostrando de grande importância para um projeto arquitetônico mais coerente com o modo de vida do usuário, especialmente em processos de remanejamento/reassentamento habitacional e assim diminuir as dificuldades e problemas encontrados na adaptação habitacional.

O sentido de lar, do ponto de vista do arquiteto, incorpora-se desde o processo de projeto, através de projetos mais humanizados. A disseminação de aspectos objetivos e subjetivos do habitar é importante como subsídio técnico, passando não só por equipe de projeto e construção, como social e jurídica. Desta maneira, torna-se de grande importância na obtenção de uma melhor concepção de projeto arquitetônico, nos resultados de processos de remanejamento/reassentamento habitacional, como é o caso da produção habitacional na Amazônia, oferecendo um espaço habitacional mais condizente com seu modo de vida, além de mostrar a importância da relação entre ensino, pesquisa e prática.

## REFERÊNCIAS

CAMARGO, E. N. **Casa, doce lar**: O habitar doméstico percebido e vivenciado. São Paulo. Editora: Annablume, 2010.

BARROS, R. R. M. P.; PINA, S. A. M. G. Uma abordagem de inspiração humanizadora para o projeto de habitação coletiva mais sustentável. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 121-135, jul/set. 2010.

COHAB, PA, Companhia de habitação do Pará. **Plano de remanejamento Comunidade Taboquinha**. Belém, 2010.

COSTA, S. M. G.; PERDIGÃO, A. K. A. V.; CAVALCANTE, L. I. C. **Política habitacional em Belém (PA)**: estudo sobre adaptação habitacional em tipologias multifamiliares. *Argumentum*, Vitória (ES), v. 7, n. 2, p. 302-317, jul/dez. 2015.

DEL RIO, V. Projeto de Arquitetura: entre criatividade e método. In: DEL RIO, V. (Org.) **Arquitetura**: pesquisa e projeto. São Paulo: ProEditores; Rio de Janeiro: FAU/UFRJ, 1998.

MALARD, M. L. **As aparências em Arquitetura**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006.

MALARD, M. L. **Cinco textos sobre arquitetura**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

NORBERGH-SCHULZ, C. A arquitetura como espaço existencial. In: MONTANER, J. M. **Arquitetura e Crítica**. Barcelona: Editora Gustavo Gili, 2007.

NORBERGH-SCHULZ, C. O Fenômeno do lugar. In: NESBITT, K. (Org). **Uma nova agenda para a Arquitetura**. Antologia teórica 1965-1995. São Paulo: Cosac Naify, 2006.

PERDIGÃO, A. K. A. V.; OLIVEIRA, L. F.; MENEZES, T. M. S. **O modo de habitar amazônico**: os conflitos espaciais entre a produção informal e a produção formal de moradia na Vila da Barca, Belém, Pará, Brasil. In: 4º CIHEL – Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono. A cidade habitada. Portugal: Universidade Beira Interior, 2017.

PERDIGÃO, A. K. A. V.; GAYOSO, S. Interpretações sobre a Casa para Produção de Moradia. In: SANTANA, J. V.; HOLANDA, A. C. G.; MOURA, A. (Org). **A questão da habitação em municípios Periurbanos na Amazônia**. Belém: Edufpa, 2012. P. 113-131.

PERDIGÃO, A. K. A. V.; BRUNA, G. C. O papel do projeto de arquitetura na produção da moradia. In: PPLA 2010: **SEMINÁRIO POLÍTICA E PLANEJAMENTO**, 2, 2010. Curitiba: Ambiens, 2010.

PERDIGÃO, A. K. A. V. **A dimensão afetiva da arquitetura de espaços habitacionais**. São Paulo, SP: USP, 2006. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, 2006.

PINTO, A. A. **Valores arquitetônicos**. 1965. 88 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Brasília, Brasília, 1965.

RIBEIRO, C. R. V. **A dimensão simbólica na Arquitetura**: Parâmetros intangíveis do espaço concreto. Belo Horizonte: C/Arte, 2003.

RYBCZYNSKI, W. **Casa, pequena história de uma ideia**. São Paulo: Editora Record, 1996.

THORNE, R. Using Visual Methods to Focus User's Response in Predesign and Post-occupancy Research. In: BAIRD, G. et al. (Edit). **Building Evaluation Techniques**. New York: McGraw-Hill, 1995, p. 123-128.

## CALIBRAÇÃO DE UM MODELO COMPUTACIONAL DE UMA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL MULTIFAMILIAR EM BELÉM-PA

Data de aceite: 28/05/2020  
Data de Submissão: 02/03/2020

### Kessily Medeiros Santos

Universidade Federal do Pará  
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/8224685332865646>

### Eduardo Berenger de Carvalho Lobo

Universidade Federal do Pará  
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/9081971590818284>

### Márcio Santos Barata

Universidade Federal do Pará  
Belém-PA

<http://lattes.cnpq.br/7450171369766897>

**RESUMO:** O presente artigo teve como objetivo a calibração de um modelo computacional de uma Habitação de Interesse Social (HIS) multifamiliar desenvolvido a partir dos softwares *Euclide* e *EnergyPlus*. A edificação encontra-se localizada na cidade de Belém-PA, a qual faz parte da Zona Bioclimática 8. Foram analisadas duas variáveis de controle: geometria da cobertura e dados térmicos dos materiais da envoltória. A variável de resposta referente ao modelo simulado e à medição *in loco* foi a temperatura de bulbo

seco para dois ambientes de permanência prolongada. As medições ocorreram de 5 à 10 de dezembro de 2017. A comparação entre as temperaturas obtidas na simulação do modelo computacional e nos ambientes monitorados foi feita por meio de dois indicadores estatísticos principais: desvio médio e erro quadrático médio. Além desses, foram também verificados o *Coefficient of Variation of the Root Mean Squared Error* CV(RMSE) e o *Normalized Mean Bias Error* (NMBE). Os resultados mostraram que os valores de temperaturas obtidos por meio da simulação apresentaram boa correlação com as temperaturas monitoradas, reforçando a importância da calibração como uma ferramenta de auxílio na inserção de dados durante o processo de configuração de um modelo computacional.

**PALAVRAS-CHAVE:** Calibração, Edificação Multifamiliar, Desempenho Térmico, *EnergyPlus*

CALIBRATION STUDY OF A COMPUTATIONAL MODEL IN A MULTIFAMILY RESIDENCE OF SOCIAL INTEREST IN BELÉM

**ABSTRACT:** This paper consists on calibration a model social housing's. The computational model was build up from the *Euclide* and *EnergyPlus* softwares. The

social housing's analyzed is located on Belém's city and is part of a Bioclimatic Zone classified as 8. Two control variables were analyzed: the coverage geometry and the thermal properties of the envelope materials. The answer's variable for the simulated model and the in loco measurement was the dry bulb temperature for two extended permanence environments. The measurements occurred from December 5 to 10, 2017. The comparison between the temperatures obtained in the simulation of the computational model and in the temperature monitored environments was done through two main statistical indicators: mean deviation and mean square error. Also granting the Coefficient of Variation of the Root Mean Squared Error CV(RMSE) and the Normalized Mean Bias Error (NMBE). The results showed that the temperature values be achieved on the simulation have presented a good correlation with the monitored temperatures, emphasizing the importance of calibration as an interesting tool on during computational model's configuration.

**KEYWORDS:** Calibration, Multifamily Building, Thermal Performance, EnergyPlus

## 1 | INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, tornou-se crescente a preocupação relacionada a fatores como sustentabilidade e segurança energética, fomentando a busca por uma oferta de energia elétrica capaz de atender a progressiva demanda, principalmente nos países emergentes (MORAIS, 2015). Entende-se como eficiência energética na arquitetura o potencial de conforto térmico, visual e acústico da edificação, sendo um edifício considerado eficiente energeticamente em relação a outro quando ele possui a capacidade de proporcionar as mesmas condições ambientais, com menor consumo de energia (LAMBERTS *et al.*, 2004).

Segundo o Balanço Nacional Energético de 2018, os setores residencial, comercial e público corresponderam a 50,8% do total do consumo de energia elétrica (EPE, 2018). Ainda referente a este consumo, a Nota Técnica sobre o Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro expõe que nos últimos 12 anos o consumo de energia elétrica para condicionamento de ar nas residências foi cerca de três vezes maior, tendo atingido 18,7 TWh em 2017 (NOTA TÉCNICA EPE 030, 2018).

Assim, pode-se dizer que uma das formas de reduzir o consumo de energia elétrica parte das decisões de projeto arquitetônico e do entendimento do comportamento de determinados sistemas construtivos diante das condições climáticas locais, tanto para novos projetos, quanto para *retrofit*. Nesse contexto, a utilização de *softwares* possibilita a análise prévia do desempenho energético da proposta projetual, auxiliando também na observação do comportamento dos elementos construtivos de uma edificação (LAMBERTS *et al.*, 2004). Para que isso ocorra de forma viável, é importante atentar para a inserção dos dados de entrada, uma vez que utilizados de forma equivocada nas simulações computacionais podem gerar a imprecisão dos resultados e a simplificação dos modelos (BARBOSA e GHISI, 2017).

Mendes *et al.* (2005) aborda que desde o início dos anos 80 o Brasil vem importando programas de simulação de países que dispõe de maior investimento financeiro para pesquisas neste setor. Como exemplo, pode-se abordar o *software EnergyPlus*, desenvolvido pelo Departamento de Energia dos Estados Unidos, que no contexto brasileiro tem sido um

dos mais utilizados para simulação computacional, sendo também recomendado pela ABNT NBR 15575 (2013). Este programa reúne aspectos essenciais para a análise de desempenho energético, como os sistemas de ventilação e de renovação do ar nos ambientes e a criação de rotinas por meio da inserção de cargas térmicas no modelo (ENERGYPLUS, 2016). Entretanto, é também considerado um programa complexo no que tange a entrada de dados, devido sua interface pouco amigável e a demanda de um conhecimento interdisciplinar do usuário. Quanto a interface pouco amigável, *é válido destacar que há extensões que possibilitam a leitura e a gravação do modelo geométrico do EnergyPlus em seu formato original IDF, como o software Euclide, também utilizado neste estudo.*

Diante deste cenário, é possível dizer que a calibração é um mecanismo capaz de auxiliar no processo de inserção de dados em programas computacionais, viabilizando as escolhas adequadas para o desenvolvimento de um modelo mais próximo possível das condições reais de uma edificação, bem como dos dados referentes ao clima do local de implantação. De acordo com Galvarro *et al.* (2013) a calibração consiste em comparar os resultados da simulação com valores monitorados ou de referência, visando corrigir erros e reduzir incertezas do modelo. Esta comparação é feita por meio de indicadores que determinam a diferença entre os dados da medição e do modelo simulado. Fernandes e Labaki (2015) apontam que a qualidade da calibração pode ser estimada por diferentes indicadores, estando entre os mais utilizados, o *Coefficient of Variation of the Root Mean Squared Error* CV(RMSE) e o *Normalized Mean Bias Error* (NMBE), os mesmos foram utilizados pelas autoras. Outros indicadores que também são usualmente adotados correspondem ao erro quadrático médio e ao desvio médio (GALVARRO *et al.*, 2013; BARBOSA e GHISE, 2017).

Portanto, entende-se que este trabalho contribui na verificação de condições de representação numérica para modelos de Habitação de Interesse Social (HIS) multifamiliar.

## 2 | OBJETIVO

Este estudo tem como objetivo a calibração de um modelo computacional desenvolvido nos softwares *Euclide* e *EnergyPlus*, tendo como base uma HIS multifamiliar, localizada cidade de Belém-PA.

## 3 | MÉTODO

O método adotado está disposto em três etapas principais: realização da medição *in loco* para obtenção da temperatura de bulbo seco de dois ambientes, caracterização do modelo computacional para a simulação e o procedimento de calibração.

### 3.1 Medição da temperatura interna *in loco*



Figura 1 – Edificação analisada



Figura 2 – Fachada oeste com pintura não finalizada

A Figura 3 apresenta o pavimento-tipo do edifício, sendo a parte hachurada em cinza a parcela do bloco que foi considerada como elemento de sombreamento no modelo computacional, uma vez que os apartamentos são separados por uma escada aberta. Dessa forma, infere-se que a interação entre as respectivas zonas pode ser desconsiderada. A HIS foi construída em estrutura de concreto armado e fechamento com paredes em alvenaria de tijolo rebocada. A pintura das paredes externas é finalizada com tinta acrílica semibrilho nas cores azul e amarelo. A cobertura é constituída por telhas cerâmicas tipo capa-canal apoiadas sobre estrutura de madeira. As janelas possuem  $1,44\text{m}^2$  e são compostas de esquadria de alumínio adonizado fosco fechadas com vidros transparentes de 3mm de espessura, em duas folhas de correr, que ficam sobrepostas quando a janela se encontra em sua abertura máxima, ou seja, possui um vão de abertura de  $0,72\text{m}^2$ . As partes internas das unidades habitacionais apresentam paredes e teto rebocados, sendo o último uma laje de concreto rebocada e pintada com tinta PVA. Já o piso não apresenta tipo algum de revestimento, estando apenas no estágio de contra piso. O estudo foi realizado considerando os ambientes de permanência prolongada Dormitórios A e B da unidade habitacional do 4º pavimento (Figura 4). Quanto aos ambientes que foram escolhidos para o estudo, a zona térmica do Dormitório A possui uma fachada norte com abertura e outra fachada oeste, ambas expostas à insolação direta, ao passo que o Dormitório B tem sua maior área de parede externa voltada para o oeste com abertura, bem como o menor volume entre os dormitórios do apartamento.



Figura 3 – Pavimento-tipo da edificação



Figura 4 – Planta-baixa unidade habitacional

No projeto arquitetônico e na visita ao local, identificou-se que a sala, a cozinha e a área de serviço são separadas apenas por meia parede, por isso a Zona 04 engloba esses 3 ambientes, bem como a circulação que dá acesso aos dormitórios e ao banheiro. Nesse contexto, a unidade habitacional estudada possui fachadas norte, oeste e cobertura expostas à insolação direta, sendo, portanto, no que tange ao conforto térmico, o caso mais crítico de acordo com a NBR 15 575 (ABNT, 2013). Foi utilizado para a medição in loco equipamento de aquisição de dados *datalogger*, modelo HOBO *temp/RH/light/extchannel* ONSET (Figura 5), com a finalidade de obter os valores de temperatura de bulbo seco de dois ambientes internos, com medição a cada 5 minutos. Em ONSET (1999), consta que a precisão do HOBO é de 0,7°C de temperatura no que tange a uma temperatura de 21°C. O aparelho foi posicionado próximo à área central dos ambientes a fim de evitar a incidência solar direta, disposto sobre um cavalete a uma altura de 1,20 m do piso (Figura 6). As medições consideradas para a calibração foram realizadas durante 5 dias, de 5 à 10 de dezembro de 2017. Após esse período, os dados foram extraídos em formato de planilhas eletrônicas, a fim de serem comparados, por meio dos indicadores de calibração, com os resultados obtidos na simulação computacional.



Figura 5 – Aparelho de medição-HOBO

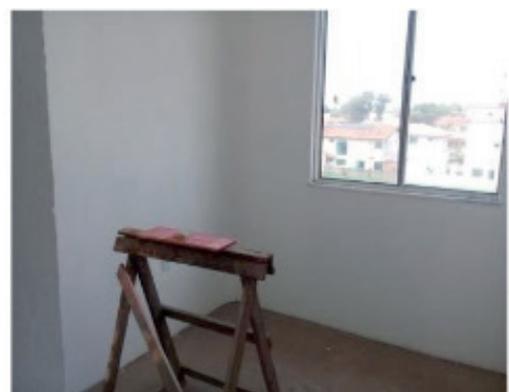


Figura 6 – Posicionamento do cavalete

### 3.2 Caracterização do modelo para a simulação computacional

Na elaboração da geometria da edificação (Figura 7) foram modelados todos os apartamentos da parcela do bloco representada por zonas térmicas, cada um com cinco zonas, totalizando 80 zonas térmicas, considerando a interação térmica entre as zonas representadas no modelo. A construção do modelo geométrico foi desenvolvida a partir da versão 0.9.3 do *Euclid*, uma extensão gratuita para o *SketchUp*, disponibilizada pela *Big Ladder Software*. A partir desta extensão, o arquivo geométrico foi exportado para o formato IDF, utilizado pelo *Energyplus* (Figura 8), possibilitando a abertura para edição com vista à inserção dos demais dados necessários para a simulação computacional do desempenho térmico.

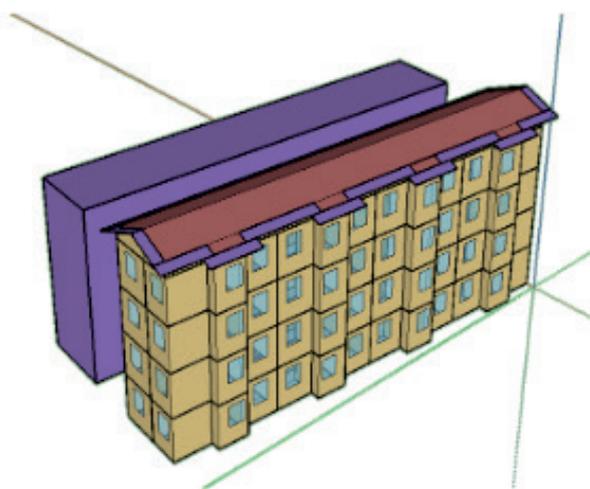


Figura 7—Geometria da Edificação



Figura 8—Interface gráfica do EnergyPlus

#### 3.2.1 Arquivo climático

A caracterização climatológica da cidade de Belém-PA foi inserida no software EnergyPlus por meio do arquivo climático em formato EnergyPlus Weather Data (EPW) presente no Test Reference Year (TRY) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), disponibilizado no site do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE). Com o intuito de conferir à simulação um cenário climatológico mais próximo das condições de medição (BUORO, 2008; FERNANDES e LABAKI, 2015; BARBOSA e GHISI, 2017), o arquivo climático obtido foi aberto em planilha eletrônica, possibilitando a substituição dos seguintes parâmetros meteorológicos: temperatura de bulbo seco, ponto de orvalho, umidade relativa, precipitação, direção e velocidade do vento.

Os parâmetros meteorológicos com valores correspondentes ao período da medição foram obtidos no site do INMET, a partir da Estação Meteorológica de Observação de Superfície, a qual permite o acesso aos dados registrados nos últimos 90 dias. A substituição dos dados no arquivo climático se deu no período de 28 de novembro à 10 de dezembro, sete dias antes da realização das medições. As demais variáveis, bem como os demais dias do ano, permaneceram conforme os dados contidos no ano climático de referência.

### 3.2.2 Dados de Entrada no programa EnergyPlus

Para a presente análise, foi utilizada a versão 8.7 do software EnergyPlus, a escolha do terreno foi determinada conforme as características mais próximas da área do entorno do modelo: suburbs, ambiente arborizado, visto que o local apresenta baixo gabarito das edificações e áreas verdes próximas. Para a precisão da convergência de cargas térmicas e a precisão da convergência de temperatura, adotou-se erro de 0,01 W e 0,1°C, respectivamente. No que tange à radiação solar e à refletância das superfícies externas que incidem no edifício, adotou-se FullExterior, considerando dessa forma as sombras externas existentes. O período de execução da simulação foi de 5 à 10 de dezembro do arquivo climático, conforme as datas da medição in loco.

Gomes (2012) aponta que as temperaturas do solo exercem um papel importante no desempenho térmico da edificação, tendo em vista que podem ser responsáveis pela falha ou sucesso de um sistema construtivo. Ao inserir valores maiores que 25°C e executar a simulação, é possível observar que o EnergyPlus gera como aviso para o objeto Site:GroundTemperature:BuildingSurface que a existência de valores fora do intervalo de 15-25°C podem ser considerados inadequados. Por isso, para esta temperatura, foi adotado o valor de 25°C em todos os meses, visto que o programa não admite valores superiores (CASTAÑO, 2017). O valor inserido no Timestep foi de 12, para que as temperaturas das zonas térmicas fossem registradas a cada 5 minutos. Cabe mencionar que, assim como no estudo de Barbosa e Ghisi (2017), não houve rotina de ocupação, visto que, durante as medições, o apartamento ainda não tinha sido entregue aos moradores, por isso o padrão de uso e ocupação foi simplificado (Quadro 1).

Parâmetros	Padrão de uso e ocupação
Pessoas	0%
Iluminação	0%
Equipamentos Elétricos	0%
Abertura de Janelas	Fechadas
Abertura de Portas	Porta externa fechada, portas internas abertas 100%

Quadro 1– Padrões de uso e ocupação

Apesar de não haver uma rotina de abertura para as janelas e portas externas, optou-se por caracterizar um cenário de ventilação natural na simulação, adotando o coeficiente com o valor de 0,66 para a infiltração de ar pelas janelas e portas. Dessa forma, foi utilizado o grupo *AirflowNetwork*, que para os cálculos de vazão de ar considera alguns fatores importantes como a velocidade e a direção do vento, dimensões das aberturas e temperatura interna e externa do ar em relação à zona térmica (KUBO, 2017). O *AirflowNetwork* é baseado em uma abordagem de rede de trabalho que deve ser construída corretamente pelos usuários, sendo necessário que os nós inseridos

formem alguns caminhos e estejam conectados uns aos outros (GU, 2007, tradução nossa). A Figura 9 ilustra um possível padrão de fluxo de ar desenhado pelo grupo *AirflowNetwork*

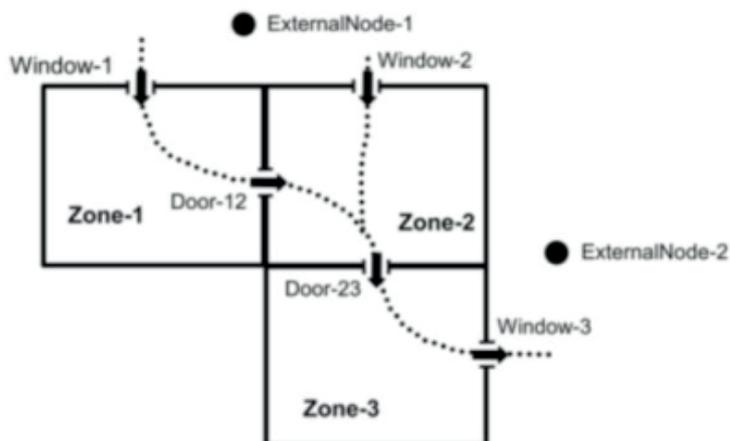


Figura 9 –Possível padrão de fluxo de ar desenhado pelo grupo *AirflowNetwork*

Quanto à absorvência das superfícies externas, foi considerado o valor de 0,3 para paredes externas de cores claras, 0,8 para paredes com a pintura ainda não concluída e de 0,75 para a cobertura. As propriedades térmicas dos materiais e a resistência térmica das câmaras de ar foram adotadas de acordo com a NBR 15220-2 (ABNT, 2005), estando descritas na Tabela 1.

Material	Rugosidade	Espessura (m)	Condutividade (W/m-K)	Densidade (kg/m <sup>3</sup> )	Calor Específico (J/kg-K)	Resistência Térmica (m <sup>2</sup> .K/W)
Concreto	Rugoso	0,1	1,6	2300	0,85	-
Madeira	Rugosidade média	0,03	0,15	608	1,4	-
Telha Cerâmica	Rugosidade média	0,01	1,05	1600	0,92	-
Tijolo	Rugosidade média	0,01	1,05	1600	0,92	-
Tijolo	Rugosidade média	0,015	1,05	1600	0,92	-
Argamassa	Rugosidade média	0,025	1,15	1800	1	-
Câmara de Ar Parede	-	-	-	-	-	0,16
Câmara de Ar Cobertura	-	-	-	-	-	0,21

Tabela 1–Características dos materiais utilizados na simulação numérica

### 3.3 Procedimento de calibração

Os resultados dos valores de temperatura de bulbo seco obtidos na simulação do modelo computacional foram comparados com os valores obtidos no monitoramento dos ambientes do apartamento a partir de uma análise de sensibilidade que adotou como

indicadores estatísticos principais o desvio médio (Dm) e o erro quadrático médio (EQ), conforme as equações 1 e 2, respectivamente.

$$Dm = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - x_i)}{N} \right] \quad (1)$$

$$EQ = \left[ \frac{\sum_{i=1}^N (y_i - x_i)^2}{N} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (2)$$

Onde:

Dm é o desvio médio entre temperaturas (°C);

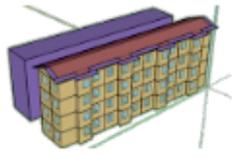
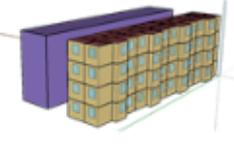
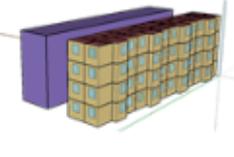
Yi é a temperatura horária simulada (°C);

Xi é a temperatura horária monitorada (°C);

N é o número de observações (adimensional);

EQ é o erro quadrático médio (°C).

De modo que os resultados da calibração fossem os mais fidedignos possíveis, ou seja, que os valores da temperatura de bulbo seco obtidos da simulação computacional ficassem próximos aos valores das temperaturas obtidas no monitoramento, foram estudadas quatro situações para o modelo simulado. As variações ocorreram individualmente e, caso a modificação adotada representasse boa sensibilidade do modelo, era mantida na simulação subsequente, caso contrário, era descartada. Na situação 00, caso base, considerou-se a geometria da cobertura como uma zona térmica (KUBO, 2017) e foram adotados os dados térmicos dos materiais construtivos indicados na NBR 15220-2 (ABNT, 2005). Nos casos subsequentes, a geometria da cobertura foi considerada como uma camada no objeto Construction do EnergyPlus e os dados térmicos dos materiais da envoltória, condutividade térmica e densidade do tijolo e da argamassa, sofreram alterações superior e inferior de 15% em relação ao padrão adotado no caso base. O Quadro 2 descreve as variáveis para cada situação. Esta metodologia foi semelhante à adotada por Barbosa e Ghisi (2017).

SITUAÇÃO	VARIÁVEIS	MODELO
00	Geometria da cobertura como uma zona térmica	
	Dados térmicos dos materiais: NBR 15220-2/2005	
	Transmitância térmica da envoltória: 1,814 W/m².K	
01	Geometria da cobertura em camadas: Resistência térmica da câmara de ar da cobertura= 0,21 m².k/w	
	Dados térmicos dos materiais: NBR 15220-2/2005	
	Transmitância térmica da envoltória: 1,814 W/m².K	
02	Geometria da cobertura em camadas: Resistência térmica da câmara de ar da cobertura= 0,21 m².k/w	
	Dados térmicos dos materiais com redução de 15% nos valores da condutividade térmica e da densidade para a Argamassa e o Tijolo.	
	Transmitância térmica da envoltória resultou em 1,768 W/m².K	
03	Geometria da cobertura em camadas: Resistência térmica da câmara de ar da cobertura= 0,21 m².k/w	
	Dados térmicos dos materiais com aumento de 15% nos valores da condutividade térmica e da densidade para a Argamassa e o Tijolo.	
	Transmitância térmica da envoltória resultou em 1,850 W/m².K	

Quadro 2– Situações analisadas

Além do Desvio médio e do Erro quadrático Médio, os valores da variável de resposta da medição e da simulação também foram comparados com os indicadores estatísticos indicados pela ASHRAE (2002): *Coefficient of Variation of the Root Mean Squared Error CV(RMSE)* e *o Normalized Mean Bias Error (NMBE)*, descritos pelas equações 3 e 4, respectivamente. O objetivo da utilização destes outros indicadores foi verificar se os resultados obtidos também se enquadrariam nos valores admitidos pela ASHRAE. Para que um modelo seja considerado calibrado, ele deve apresentar resultados de 30% para o CV(RMSE) e 10% para o NMBE.

$$CV = \frac{\sqrt{\frac{\sum(m_i - s_i)^2}{n-1}}}{\bar{m}_l} \quad (3)$$

$$NMBE = \frac{\sum(m_i - s_i)}{\frac{n-1}{\bar{m}}} \quad (4)$$

Onde:

$m_i$  - Dado medido (°C ou KWh)

$s_i$  - Dado simulado (°C ou KWh)

$n$  - Número de dados do período simulado

$\bar{m}_l$  - Média aritmética da amostra de  $n$  observações (°C ou KWh)

## 4 | ANÁLISE DE RESULTADOS

O Quadro 3 apresenta os resultados dos indicadores obtidos conforme as situações avaliadas em cada etapa da calibração, são estes: amplitude térmica, desvio médio (Dm), erro quadrático (EQ), *Coefficient of Variation of the Root Mean Squared Error CV(RMSE)* e *Normalized Mean Bias Error (NMBE)* da temperatura de bulbo seco monitorada e simulada de cada uma das situações estudadas no modelo computacional para os Dormitórios A e B.

Situação	Amplitude Térmica (°C)		Dm (°C)		EQ (°C)		CV(RMSE) (%)		NMBE (%)	
	Dormitório		Dormitório		Dormitório		Dormitório		Dormitório	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Medição	4,72	5,85	-	-	-	-	-	-	-	-
00	3,60	3,55	0,34	0,41	1,21	1,23	3,86	3,92	1,09	1,30
01	3,92	3,91	0,10	0,08	1,16	1,15	3,69	3,67	-0,33	-0,24
02	4,16	4,15	0,18	0,15	1,15	1,15	3,67	3,66	-0,57	-0,47
03	3,73	3,71	0,03	0,00	1,16	1,16	3,70	3,69	-0,10	0,00

Quadro 3– Resultados dos indicadores

A Situação 00, que adota a geometria da cobertura como uma zona térmica e os valores dos dados térmicos dos materiais conforme os valores indicados pela NBR 15220-2 (ABNT, 2005), apresentou os maiores valores para 4 das 5 variáveis observadas e o menor valor dentre as amplitudes térmicas resultantes, sendo considerada, portanto, não satisfatória. A Situação 01 sofreu modificação apenas na geometria da cobertura, que foi representada pelo valor da resistência térmica da câmara de ar como uma das camadas presentes no elemento de construção. Esta modificação causou uma redução considerável em 4 das 5 variáveis analisadas, assim como um aumento no valor da Amplitude Térmica, deixando-a mais próxima da amplitude térmica da medição realizada nos ambientes. Por conta disso, a modificação da representação da geometria da cobertura foi mantida para as demais situações.

Na Situação 02, os dados térmicos dos materiais da envoltória, no caso o tijolo cerâmico e a argamassa de revestimento (reboco) foram considerados com uma redução de 15% na condutividade térmica e na densidade. Isto resultou no aumento do valor referente ao Dm, ao NMBE e à amplitude térmica, enquanto que as demais variáveis tiveram uma pequena redução. Pelo fato de a alteração 02 propiciar o aumento do desvio médio, uma das variáveis estatísticas principais neste estudo, na Situação 03 optou-se por aumentar em 15% os valores da condutividade térmica e da densidade do tijolo e da argamassa. A partir desta modificação nos dados de entrada, o Dm alcançou os valores mais baixos dentre as 4 situações analisadas, já o EQ apresentou para o Dormitório A valor igual ao Dormitório A

da Situação 01 e valor 0,01 maior em relação aos valores das Situações 01 e 02 para o EQ resultante da comparação para o Dormitório A.

Dentre as quatro situações avaliadas, foram consideradas satisfatórias as de números 01 e 03, pois apresentaram os menores valores de desvio médio e erro quadrático, que se traduz numa maior representação do modelo computacional em relação à situação real observada no monitoramento. Quanto à verificação dos parâmetros recomendados pela ASHRAE (2002), CV(RMSE) e NMBE, todos os casos considerados já admitem o modelo como calibrado, visto que se encontram dentro dos limites de 30% e de 10%, respectivamente.

Os resultados demonstram que a geometria da cobertura é bastante relevante, apontando a necessidade de um estudo prévio de representação deste elemento no modelo computacional, a fim de testar a viabilidade de inseri-la, ou não, como uma zona térmica. Reforça também, assim como em outros estudos realizados, a viabilidade de uma análise prévia para os valores das características térmicas dos materiais inseridos no modelo computacional, pois – como consta na própria norma –, tratam-se de valores apenas indicativos (ABNT, 2005). Ademais, de acordo com Santana (2006) e Pereira e Ghisi (2015), estas variações são adequadas porque existe uma linearidade entre a influência da transmitância térmica dos materiais sobre o desempenho térmico.

As Figuras 10 e 11 apresentam o comportamento das variações de temperatura de bulbo seco obtidas na medição e das obtidas nas simulações das Situações 01 e 03 referentes ao dia 7 de dezembro de 2017, num período de 24 horas, para os dois ambientes. A calibração do modelo se mostrou satisfatório para os Dormitórios A e B, tendo em vista que o comportamento entre as temperaturas na medição e na simulação foram similares, assim como os valores do Dm e do EQ, já mencionados anteriormente.

É válido comentar que a diminuição de temperatura entre os horários de 14h-15h na linha que representa a medição nos gráficos podem ser interpretados como o horário de chuva, recorrente na cidade de Belém-PA (MORAES e FILHO, 2018). Nas duas situações expostas, é notória a elevação da temperatura de forma mais acentuada no Dormitório B. Entende-se que isso se deve ao fato de este ambiente possuir o menor volume e uma abertura para oeste, o que resulta no ganho de calor mais acelerado em comparação ao Dormitório A.

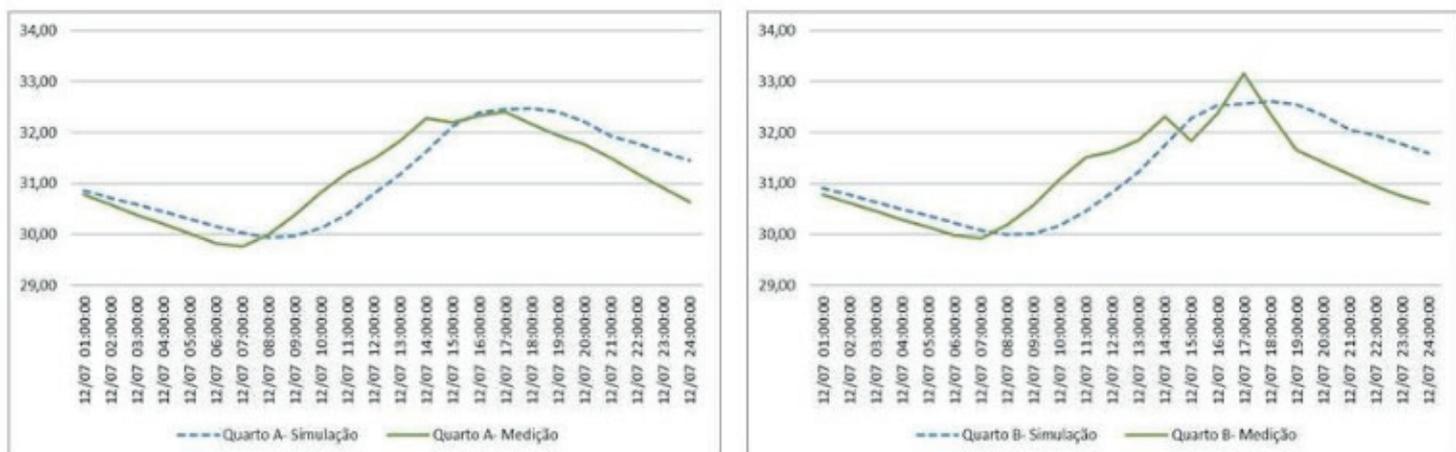


Figura 10 – Variação das temperaturas de medição e simulação, Situação 01, Dormitório A e B

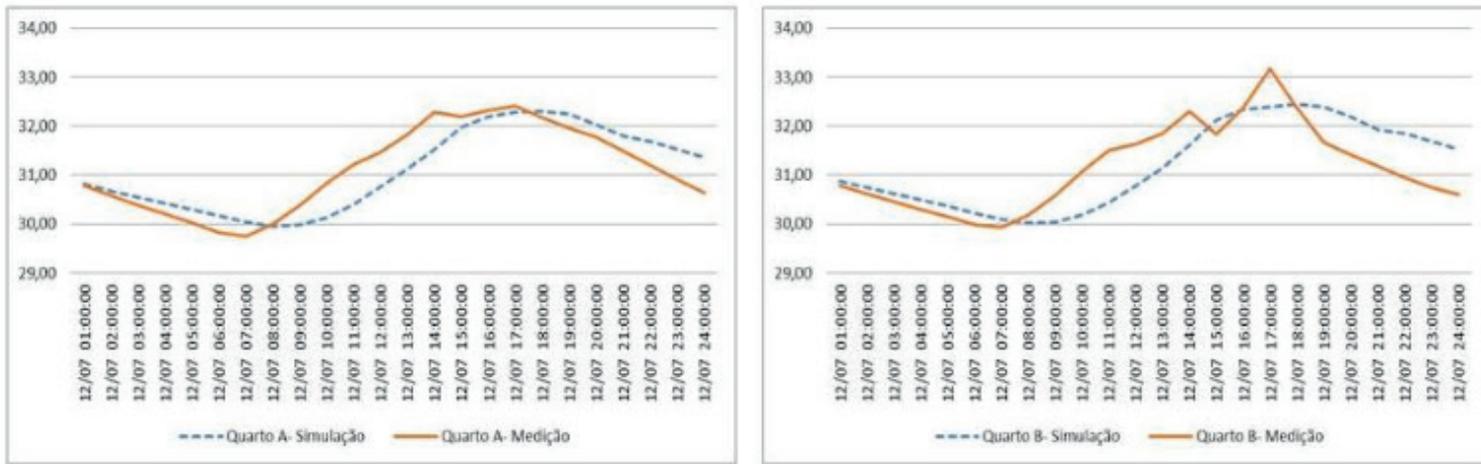


Figura 11 – Variação das temperaturas de medição e simulação, Situação 03, Dormitório A e B

## 5 | CONCLUSÕES

O processo de calibração mostrou-se satisfatório, visto que proporcionou a visualização do comportamento das temperaturas entre dois cenários: medição e simulação. Para o caso analisado neste estudo, a representação da geometria da cobertura apresentou grande relevância. Assim, pode-se dizer que nem sempre o volume de ar presente na cobertura de uma edificação poderá ser modelado como uma zona térmica, pois isso pode resultar no distanciamento da representação entre o modelo simulado e o modelo real.

Além disso, a inserção de parâmetros recentes no arquivo climático também se mostrou importante no processo de calibração, auxiliando na caracterização mais próxima entre as condições climáticas da edificação em situação de medição e de simulação.

Quanto às limitações, cabe destacar que, pelo fato da edificação se encontrar desocupada, não foi necessária a inserção de dados que se mostram relevantes em outros estudos, como o uso de equipamentos elétricos e a rotina de ocupação. Ademais, o fato de as medições terem ocorrido no 4º pavimento, tornou inviável uma análise mais aprofundada sobre os dados de entrada referente à temperatura do solo, somando-se à limitação do *software* que não admite valores maiores que 25° para esta temperatura. Assim, entende-se que tais limitações simplificaram o processo de calibração.

Por fim, constatou-se que a partir da observação e do estudo dos dados de entrada, tem-se a possibilidade de elaborar modelos computacionais que apresentem um desempenho térmico próximo ao de uma edificação real. Dessa forma, ressalta-se a importância da calibração como uma ferramenta de correção de erros e redução de incertezas durante a configuração de um modelo computacional. Ademais, pode-se dizer que a simulação computacional apresenta o potencial de contribuir tanto para o estudo prévio do repertório que pode ser aplicado em novos projetos, quanto para *retrofit*, possibilitando assim análises de viabilidade térmica e econômica para escolhas projetuais na construção civil.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220: Desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro, 2005.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15575: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos**. Rio de Janeiro, 2013.
- ASHRAE – **American Society Of Heating, Refrigerating And Air-Conditioning Engineers**. ASHRAE Guideline 14-2002, Measurement of Energy and Demand Savings. Atlanta, 2002.
- BARBOSA, K.H.; GHISI, E. **Proposta de calibração de um modelo computacional de uma tipologia de residência unifamiliar em Goiânia**. XIV ENCAC – Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Anais. Camboriú-SC, 2017.
- BUORO, Anarrita Bueno. **Conforto térmico e eficiência energética em hotéis econômicos**. 2008. 240 fl. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). FAU, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.
- CASTAÑO, Héctor Fabian. **Impactos de dispositivos de sombreamento externos e muro na ventilação natural e no desempenho térmico de uma habitação de interesse social térrea**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Instituto de Arquitetura e Urbanismo. São Carlos, 2017.
- ENERGYPLUS. EnergyPlus Engineering Reference. The Reference to EnergyPlus Calculations. EnergyPlus, set., 2016.
- EPE. **Balanco Energético Nacional 2018: Ano base 2017** / Empresa de Pesquisa Energética. – Rio de Janeiro: EPE, 2018.
- FERNANDES, L.O.; LABAKI, L.C. **Calibração De Edifício Institucional Na Cidade De Campinas – SP**. XIII ENCAC - Encontro Nacional De Conforto No Ambiente Construído. Anais. Campinas-SP, 2015.
- GALVARRO, S.F.S; CARLO, J.C; GUIMARÃES, I.B.B; TIBIRIÇA, A.C.G. **Calibração de simulação térmica de uma unidade habitacional em edifício multifamiliar**. ENCAC 2013. Anais. Brasília 2013.
- GOMES, Adriano Pinto. **Método de avaliação do desempenho térmico de edifícios comerciais e residenciais em Light Steel Framing**. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil. Ouro Preto, novembro de 2012.
- GU, Lixing. **Airflow Network Modeling in EnergyPlus**. 10th International Building Performance Simulation Association Conference and Exhibition, 2007, Beijing, China. p. 964-971.
- INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. Disponível em <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>.
- KUBO, Karina Gonzaga. **A influência das variáveis do design day consideradas na simulação com o energyplus e desconsideradas pela NBR15575/2013 nos resultados de desempenho térmico de edificações**. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 2017.
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura**. 2a edição. São Paulo: ProLivros, 2004.
- MENDES, Nathan; WESTPHAL, Fernando Simon; LAMBERTS, Roberto; CUNHA NETO; José A. Bellini da. **Uso de instrumentos computacionais para análise do desempenho térmico e energético de edificações no Brasil**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.5, n.4, p.47-68, out./dez. 2005.
- MORAES, Dayse; FILHO, Manoel. **Contribuição das chuvas do período da tarde em belém e possíveis**

**relações com a normal climatológica.** Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14 – Vol. 23 – Jul/Dez 2018.

MORAIS, Luciano Cardoso de. **Estudo sobre o panorama da energia elétrica no Brasil e Tendências futuras.** Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia. Bauru, 2015.

NASCIMENTO, Cicerino Cabral do. **Clima e morfologia urbana em Belém.** 1993.157fl. Dissertação (Mestrado em Desenho Urbano) - Curso de Pós-Graduação, Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília. Brasília, 1993.

NOTA TÉCNICA EPE 030. **Uso de Ar Condicionado no Setor Residencial Brasileiro: Perspectivas e contribuições para o avanço em eficiência energética.** Nº EPE-DEA-NT-030/2018-r0, 13 de Dezembro de 2018.

ONSET COMPUTER CORPORATION. **Manual HOBO Datalogger RH-Temp.** ONSET, [S.l.], 1999.

SANTANA, M. V. **Influência de parâmetros construtivos no consume de energia de edifícios de escritório localizados em Florianópolis.** Florianópolis, 2006. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

## RENOVAÇÃO E REPRODUÇÃO DAS PLANTAS TIPO DE APARTAMENTOS EM JOÃO PESSOA

*Data de aceite: 28/05/2020*

*Data de submissão: 06/03/2020.*

### **Aline da Silva Carolino**

Universidade Federal da Paraíba

João Pessoa – PB

<http://lattes.cnpq.br/4116540045159960>

### **Marcio Cotrim Cunha**

Universidade Federal da Bahia

Salvador – Bahia

<http://lattes.cnpq.br/8587187200058779>

### **Cristiana Maria Sobral Griz**

Universidade Federal de Pernambuco

Recife – PE

<http://lattes.cnpq.br/8817889040814093>

**RESUMO:** Este artigo apresenta parte de dissertação defendida que analisa plantas de apartamentos na cidade de João Pessoa, construídos entre 1980 e 2016. A pesquisa trata do impacto do processo de verticalização, o que permite, entre outras coisas, visualizar a evolução do produto apartamento, do ponto de vista do mercado e da pesquisa acadêmica em Arquitetura e Urbanismo. Tem como objetivo final compreender melhor como se dá a concepção do espaço para diferentes arranjos familiares afim de reconhecer

valores sociais através da caracterização das transformações efetuadas nas plantas oferecidas nos projetos de edifícios de apartamento. Entende-se que aquilo que o mercado oferece pode ser um indicativo de modos aceitos de viver (ou passíveis de adaptações razoáveis para tal) em determinado tempo e espaço. A pesquisa tem como base analítica e metodológica aspectos ligados às questões funcionais do espaço (o programa de necessidades), às suas questões dimensionais (áreas totais, de setores e cômodos) e à configuração do espaço. O método adotado por meio de gráficos e tabelas, bem como aplicação da sintaxe espacial, buscou encontrar padrões de repetição nas plantas e suas alterações em perspectiva diacrônica. Os resultados encontrados demonstram que os projetos ofertados pelo mercado imobiliário apresentam renovações que subvertem padrões históricos da moradia brasileira, além de reproduções de características que aparecem quase cristalizadas no espaço doméstico das plantas de apartamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Plantas tipo. Edifícios de apartamento. Configuração espacial.

**ABSTRACT:** The present work is part of a finished master dissertation who proposed to examine some examples of apartment projects at João Pessoa, built between the 1980s and 2016. The research addresses the impact of the verticalization process, which may allow us, among other things, to view the evolution of apartments as products, from the point of view of the market and the Architecture and Urbanism academic research. It's mainly goal is to better understand how the conception of space for different family arrangements takes place in order to recognize social values through the characterization of the transformation effect in the plans offered in the projects of apartment buildings. The research was analytical and methodological based on aspects related to functional space issues (the needs program), its dimensional issues (total areas of sectors and rooms) and the space configuration through spatial syntax. The method adopted by means of graphs and tables, as well as application of space syntax, try to verify the pattern that repeat over time and point out eventual transformations in diachronic perspective. The results obtained indicated that the projects offered by the real estate market present renovations that subvert historical patterns of the Brazilian dwelling, in addition to reproductions of characteristics that appear almost crystallized in the domestic space of the apartment plants.

**KEYWORDS:** Plans. Apartment buildings. Spatial configuration.

### 1 | INTRODUÇÃO

Este artigo apresenta parte dos resultados da dissertação de mestrado que analisou plantas de apartamentos na cidade de João Pessoa, construídos entre 1980 e 2016. A partir dos anos 1970 pode-se notar no Brasil importantes mudanças no perfil familiar. Muitos fatores irão transformar o grupo doméstico e, por consequência, o modo de morar e o espaço da habitação (TRAMONTANO, 1993). Na região Nordeste, neste período, há uma grande aceitação do modo de morar em apartamentos. Este modelo deixa de ser visto como um exemplo de habitação social e passa a ser aceito pelas classes mais abastadas como característica de modernização e progresso (CHAVES, 2014).

Alguns dos argumentos presentes no trabalho de diversos autores serviram como motivadores dessa pesquisa. Amorim e Loureiro (2005), por exemplo, apontam para o fato de que as “mudanças na estrutura de valores acarretam mudanças no projeto, assim como no uso dos espaços e nos símbolos”. Estudos correlatos afirmam haver uma manutenção no padrão moderno de habitação (FRANÇA, 2008) e a adequação aos novos costumes através de reformas em apartamentos de alto padrão (GRIZ, 2012).

Um conjunto de premissas, das mais diversas naturezas investigativas, define nossa questão central: em que medida os projetos dos edifícios de apartamento da amostra estudada em João Pessoa/PB mantiveram ou modificaram suas características no decorrer do tempo, segundo o programa de necessidades habitacional, os aspectos dimensionais e configuracionais da planta?

Como forma de ensaiar uma possível resposta, a análise proposta está centrada na

comparação entre as plantas-tipo dos edifícios de apartamento localizados nos bairros adjacentes ao eixo da Avenida Eptácio Pessoa, uma das mais importantes vias de João Pessoa, no período entre 1980-2016. Portanto, o objetivo deste trabalho é compreender como se dá a concepção do espaço para diferentes arranjos familiares, afim de reconhecer valores sociais através da caracterização das transformações efetuadas nos projetos de edifícios de apartamento - sendo consideradas às variáveis analisadas (função, dimensão e configuração) nos recortes temporal e espacial.

Este estudo se desenvolve de maneira a complementar outros trabalhos que analisam o processo de verticalização da cidade. Não foram considerados aspectos volumétricos, nem mesmo os impactos na paisagem urbana ou temas afins. Para análise dos projetos de apartamento deter-se-á apenas às plantas baixas e suas eventuais transformações durante os anos e seus possíveis motivos sociais.

Um dos meios de se identificar aspectos culturais e padrões sociais é considerando o espaço doméstico, e muitos são os estudos na área das ciências sociais cujo objeto de estudo é a casa (AUGÉ, 1992; TRAMONTANO, 2004). Portanto, a casa vai muito além de seus valores estéticos, a história social está embutida nos espaços e no modo de usá-los. Alguns destes estudos sobre o espaço de morar sugerem que uma das principais interferências sociais sobre o espaço doméstico são as mudanças nos arranjos familiares (TRAMONTANO, 2004; TRIGUEIRO, 1997; FRANÇA, 2008; GRIZ, 2012). No entanto, o mercado imobiliário, influenciado por fatores econômicos e facilitadores da construção civil, continua a oferecer apartamentos que visam atender às necessidades de um único tipo familiar (FRANÇA, 2008; VILLA, 2012). Nosso objeto de estudo, os edifícios de apartamentos, se inserem no modelo da família nuclear; esse, por sua vez, vem perdendo hegemonia com o advento dos novos arranjos familiares (SANT'ANNA, 1998).

Novos arranjos familiares demandam novos modelos na disposição dos espaços domésticos, assim como o número cada vez mais restrito de membros das famílias. Villa (2012) aponta na região Nordeste uma queda de 7,5 para 2,0 no número de filhos por mulher entre os anos 1970 e 2009, segundo a Pesquisa Nacional por amostra de Domicílio (PNAD) do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE); e uma quantidade de 3,4 pessoas por famílias nesse último ano. Há muitas influências para formação de novos arranjos familiares, dentre eles o aumento da expectativa de vida, acontecimentos históricos que interferem na posição da mulher perante a sociedade, entre outros. Segundo Villa (2012), esse processo de transformação dos arranjos familiares é irreversível e com forte influência cultural, alterando os valores, crenças, sentimentos e atingindo todos os segmentos sociais.

No entanto parecem ser muito sutis as repercussões desses novos arranjos familiares, novos valores sociais e costumes no espaço doméstico. Para Tramontano (1997, p. 5), a manutenção no padrão de divisão dos projetos de apartamento “permanece intocado, sob a alegação de que se chegou a resultados projetuais economicamente viáveis, que atendem às principais necessidades de seus moradores”. Sant’anna (1998) confirma que se mantém uma tripartição espacial (nos setores social, íntimo e serviço) sem ao menos considerar que também a família nuclear, ao qual ela se destina, se modificou.

## 2 | METODOLOGIA E OBJETO EMPÍRICO

O presente estudo caracteriza-se como uma pesquisa documental, por meio do levantamento e estudo das plantas dos apartamentos, bem como uma pesquisa exploratória, com o aprofundamento e explicitação do problema estudado por meio de estudos de caso.

Para este artigo foram observados dois recortes temporais da pesquisa que o originou, as décadas de 1980 e 2000. Na dissertação de mestrado que dá suporte a este artigo, analisou-se edifícios construídos em quatro bairros contíguos à Avenida Eptácio Pessoa. Para ilustrar este artigo, delimitou-se o bairro de Tambaú, escolhido por ser aquele com maior presença de edifícios de apartamentos dentre os estudados, onde se encontram 147 dos 263 edifícios presentes na amostra total.

Foram então selecionados três edifícios de cada período (1980-1990 e 2000-2010) que totalizaram - devido às variações de plantas em um mesmo edifício - 11 plantas tipo, sendo quatro do primeiro período e sete do segundo.

As plantas dos apartamentos selecionadas são analisadas por meio da bricolagem entre as metodologias adotadas por Griz (2012) e França (2008). O resultado é um conjunto de ferramentas a partir das quais se observaram três dimensões: função, forma e organização espacial, divididas em três variáveis analíticas: a) o programa de necessidades, cujo objetivo é identificar o uso proposto para cada espaço dos apartamentos, b) a dimensão geométrica do espaço, reconhecendo os diferentes setores, suas áreas e a distribuição dessas entre os rótulos principais, e c) a configuração espacial, por meio da análise sintática da planta, observando as propriedades relacionais entre os espaços.

### 2.1 Análise Funcional

Para este artigo, foram consideradas as prescrições aos quais os ambientes se destinam, prevendo os possíveis usos que lhes foram atribuídos. Entende-se por uso aquele que estiver previsto na planta e não são consideradas as variações das atividades que lhes possam ser inferidas. O objetivo dessa etapa foi identificar os ambientes que permaneceram, os que foram alterados, suprimidos ou inseridos nas plantas com o decorrer do tempo.

A sistematização dos dados foi feita por meio de tabelas, por período, em que, a cada rótulo, é atribuída a pontuação 1 cada vez que aparece nas plantas, conforme adotado por Griz (2012). Dessa maneira, o exemplar Tropicus com uma cozinha, uma área de serviço, uma DCE, uma sala de estar, uma de jantar, uma varanda, uma suíte, dois quartos, dois banheiros e uma varanda íntima aparece na tabela acima conforme linha quatro, e assim por diante são pontuados todos os exemplares.

Setor	Serviço			Social			Íntimo				
	Rótulo	Cozinha	Serviço	DC E	Estar	Jantar	Varanda	Suíte	Quarto	WC	Varanda
<b>Variação do Rótulo</b>				Living		Varanda gourmet		Dormitório / Escritório			
<b>Tropicus</b>	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	
<b>Jamaica</b>	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
<b>Clarissa VI 1</b>	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	
<b>Clarissa VI 2</b>	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	
<b>Atlantis Plaza 1</b>	1	1		1	1	1	1	1	2		
<b>Atlantis Plaza 2</b>	1	1		1	1	1	1	2	2		
<b>Atlantis Plaza 3</b>	1	1		1	1	1	1	2	2		
<b>Atlantis Plaza 4</b>	1	1		1	1	1	1	1	2		
<b>Milton Cavalcanti</b>	1	1		1	1	1	1	2	2		
<b>Saint Marie 1</b>	1	1	1	1	1	1	1	2	2		
<b>Saint Marie 2</b>	1	1	1	1	1	1	1	2	2		

Quadro 1 – Tabela de sistematização dos rótulos utilizados nas plantas do estudo

Fonte: Autor (2018)

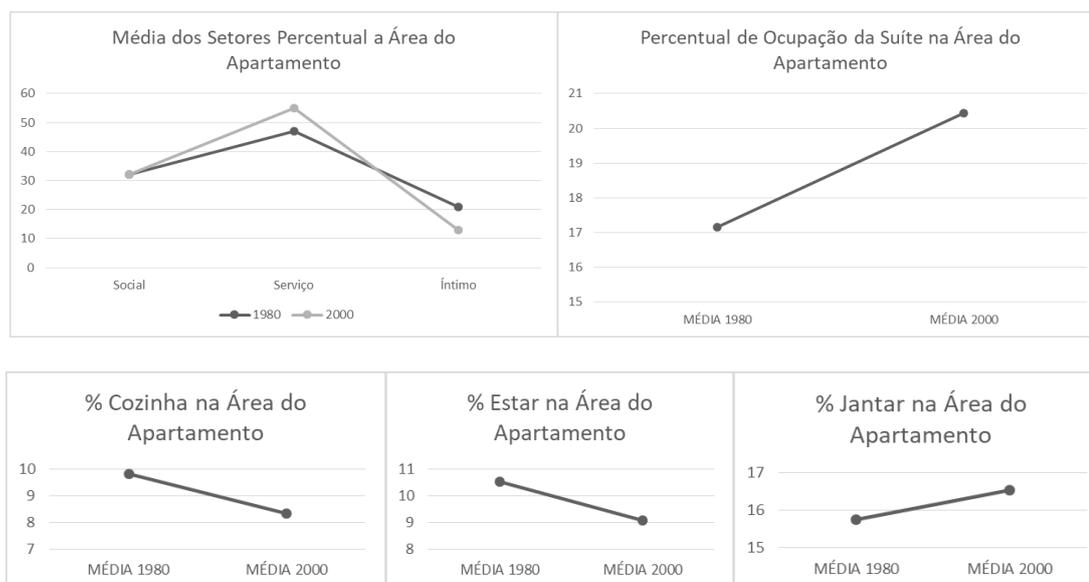
Para atingir o objetivo desta etapa, o método adotado permitiu, através da visualização da tabela, observar os rótulos que se mantiveram em todos os edifícios, mostrando a importância dada a certos cômodos que se repetem em uma época, mas não fazem parte do programa mínimo da habitação, como, por exemplo, a marcante presença da varanda na suíte nas plantas dos anos 1980. Aqueles cômodos que foram acrescentados e suprimidos no decorrer das décadas apontam, respectivamente, os antigos e novos costumes, e as mudanças de rótulos, como as denominações de “suíte master” ou “varanda gourmet” nos anos mais recentes, mostram aspectos mais subjetivos ligados a estratégias de venda e certos modismos. Dividir a tabela em setores também permitiu ver como se deu a alteração não apenas nos rótulos individualmente.

## 2.2 Análise Dimensional

Para análise das dimensões das plantas, foram adotadas como critério as categorias utilizadas por França (2008): a) área total dos apartamentos; b) área dos setores (social, íntimo e serviço), considerando a proporção da área do setor para a área total do apartamento, o que permite comparar projetos com diferentes áreas e programas; e c) tamanho dimensional

dos espaços importantes de cada setor. Para este último foram considerados: a cozinha para o setor de serviço, as salas de estar e jantar para o social e a suíte principal para o íntimo – onde foram computados os valores absolutos e percentuais (em relação à área total da unidade).

O objetivo de observar a área de alguns espaços isolados permite identificar as modificações que vêm sofrendo as dimensões de ambientes importantes em uma residência, a exemplo da cozinha e suíte. Além disso, possibilita entender o quanto esses cômodos diminuem ou aumentam em relação à área do apartamento, em diferentes programas de necessidades. Os resultados foram catalogados em tabelas e gráficos.



Gráficos 1 a 5 – Gráficos de sistematização de áreas das plantas estudadas.

Fonte: Autor (2018)

## 2.3 Análise Configuracional

Considera-se que a configuração espacial aponta características que não se pode observar com as demais análises. Para Hanson (1998), a configuração espacial existe quando há algum tipo de conexão entre dois espaços, e a relação entre esses dois espaços muda conforme o relacionamos a um terceiro ou a qualquer número de espaços. Para essa análise, foram utilizados os procedimentos descritos por Hillier e Hanson (1984; 1998): identificação e escolha da decomposição espacial em elementos espaciais; o estudo da relação entre os espaços; e a identificação da maneira pela qual um sistema de espaços é relacionado para formar um padrão.

Uma das formas de análise da sintaxe espacial, comumente adotada nos estudos de espaço doméstico, considera os espaços contidos na planta baixa como espaços convexos. Para interpretação desses espaços, segue-se a definição matemática do termo, em que um espaço vetorial é convexo quando todo segmento de reta que interliga dois de seus pontos está todo contido nesse espaço, que, transportando para o espaço arquitetônico, refere-se

aos locais que permitem copresença, encontro e agrupamento.

O princípio para decomposição da planta baixa em espaços convexos é a limitação das barreiras (representadas pelas alvenarias) assimiladas aos usos do espaço descrito nas plantas ou pelo layout que configura os convexos funcionais (MONTEIRO, 1997).



Figura 1 – Planta original e mapa convexo do Atlantis Plaza Residence, 2012.

Fonte: construtora Atlantis e Autor (2018).

Quanto às relações topológicas serão considerados os grafos justificados que demonstram as relações de conexão entre os espaços. São obtidos a partir da escolha de um ambiente padrão para todas as plantas, tido como raiz do grafo. Conecta-se a um primeiro nível os ambientes que se ligam a raiz, em um segundo nível conecta-se aqueles que estão ligados aos ambientes do primeiro nível e assim por diante (HILLIER e HANSON, 1984).

Para este estudo, considerou-se como raiz do grafo o espaço imediatamente externo ao apartamento, no caso, os halls de elevadores e escadas. Tal escolha se dá devido ao fato de eles serem um elemento comum entre todos os sistemas e permitir, assim, uma comparação da lógica interna de cada um, isolando as relações exteriores. Tendo esse ponto de partida, foram conectados a um primeiro nível os ambientes que se ligavam diretamente à porta de acesso dos apartamentos (salas de estar ou jantar, cozinhas, áreas de serviço e/ou halls de acesso); em um segundo nível, conectaram-se aqueles que estão ligados aos ambientes do primeiro nível e assim por diante.

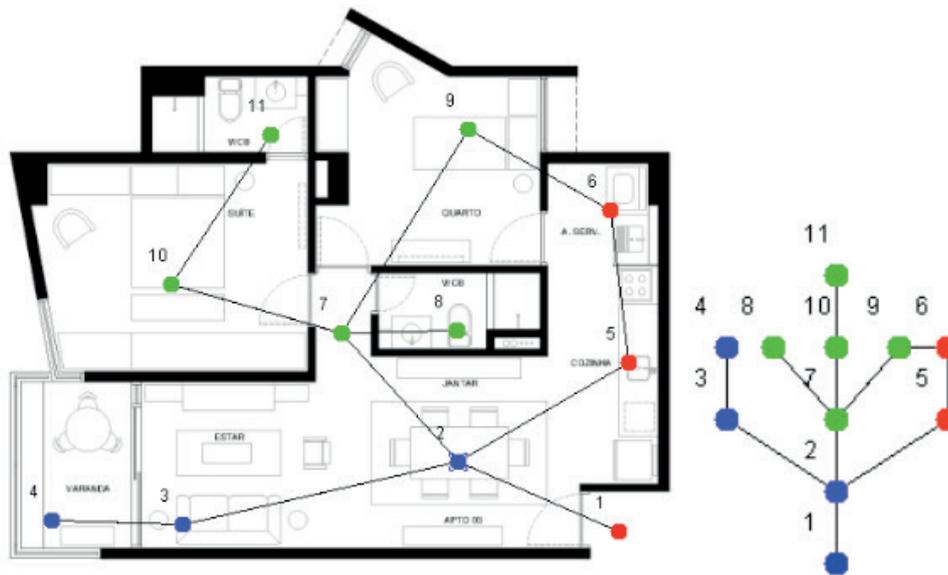


Figura 2 – Grafo planar e grafo justificado de acessibilidade.

Fonte: Autor (2018)

O mesmo procedimento foi feito em seguida para as relações de visibilidade, considerando o acesso visual entre os ambientes do apartamento, gerando grafos de visibilidade. A conexão dos espaços também pode ser observada a partir da relação entre os setores, onde pode-se reduzir cada setor a um nó e interligá-los conforme a presença de conexão entre eles, gerando grafos setoriais (AMORIM, 1997). A comparação entre os resultados encontrados nos grafos justificados e mapas convexas permitem identificar as mudanças ocorridas entre os períodos estudados no tocante à configuração espacial que sugere características sobre o espaço arquitetônico.

Alguns meios de observação das relações entre os espaços auxiliam no entendimento de sua configuração espacial, são eles: a) profundidade (medida a partir da quantidade de passos topológicos que são necessários para atingir um ponto a outro do sistema), b) integração por acessibilidade e visibilidade (medida que demonstra a distância topológica de um determinado espaço para todos os outros do sistema) e c) privacidade (identifica os níveis de privacidade e controle dos rótulos selecionados considerando sua integração por acessibilidade e visibilidade através do diagrama de quatro regiões).

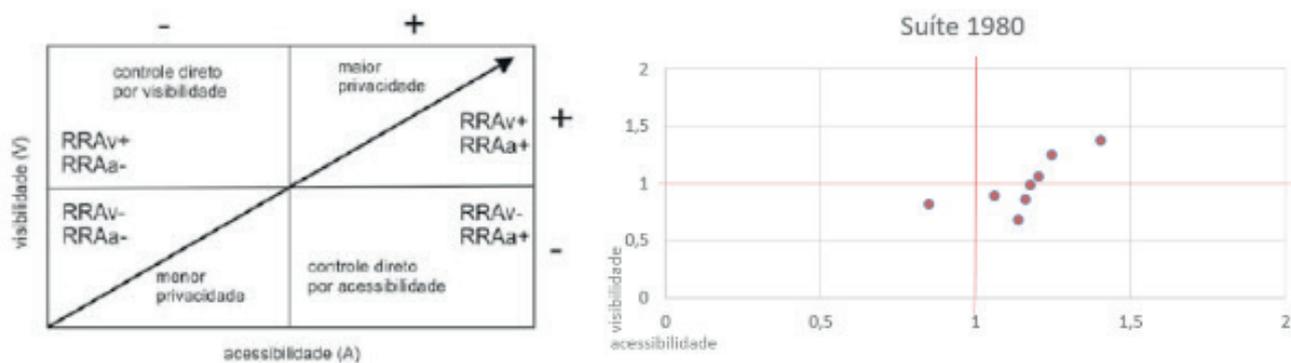


Figura 3 e 4 – Diagrama de Quatro regiões e Modelo aplicado para as suítes de 1980.

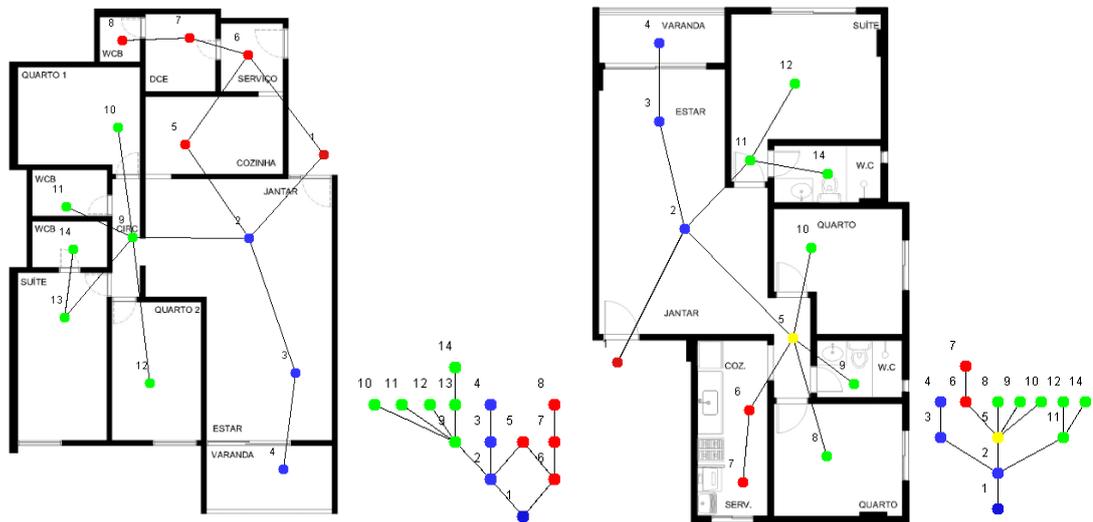
Fonte: Griz (2012, p. 175 baseado em LOUREIRO, 2000) e Autor (2018)

A descoberta de padrões espaciais pode ocorrer através das inequações, onde os valores encontrados para integração de cada ambiente do sistema são expostos em ordem crescente. Nos estudos de residências (FRANÇA, 2008; GRIZ, 2012 e TRIGUEIRO, 1997) são considerados os seguintes cômodos: sala, cozinha, quarto principal e exterior. Como nesta pesquisa o interesse é comparar como se comportam os espaços internos de diferentes apartamentos, não foi considerado o exterior. Sendo utilizada neste estudo a primeira letra de cada cômodo: E:estar; J:jantar; S:suíte; e C:cozinha.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados encontrados nesta amostragem indicam que o apartamento, apesar de diminuir expressivamente sua área, mantém grande parte de seu programa de necessidades e número de espaços funcionais (ambientes com maior tendência de ocupação e permanência). No entanto, conserva apenas parte das relações entre seus espaços.

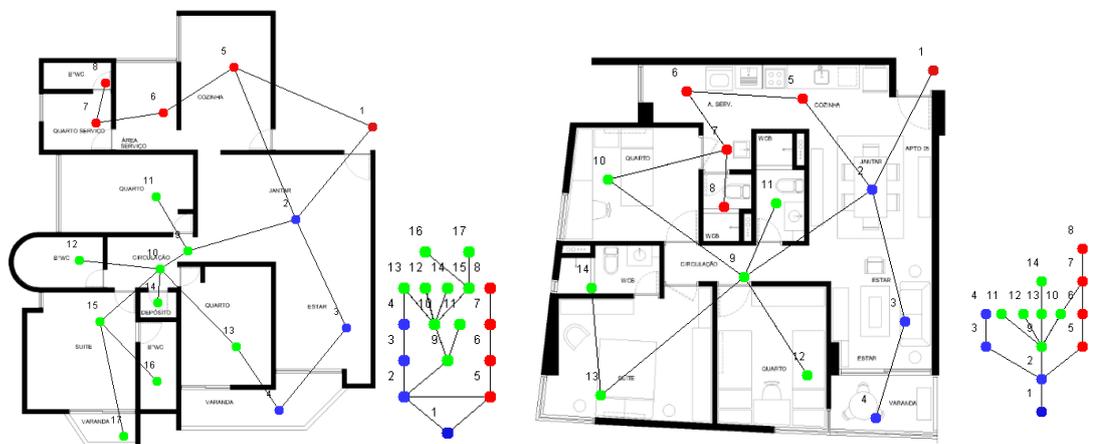
O setor de serviço aparenta ser o que sofreu maiores mudanças. Ele perde sua comunicação direta com o espaço exterior, perde cômodos como a DCE e o banheiro de serviço, diminui em até 70% sua área e sua profundidade topológica, tem seu acesso dado pelo setor social. Isto desencadeia no aumento do nível de profundidade da cozinha, aproximando-a do setor íntimo tanto em acessibilidade quanto em visibilidade. Como é possível perceber nos exemplos expostos nas figuras 5 e 6, o primeiro, um planta dos anos 1980 e o segundo, dos anos 2000.



**Figuras 5 e 6 – Mapas convexos e grafos justificados de acessibilidade Jamaica(1986) e Milton Cavalcanti(2002).**

Fonte: Autor (2018)

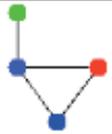
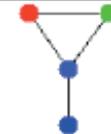
O setor íntimo se mantém como o mais privilegiado em área. Porém, na década de 1980, apresentava-se com acesso dado através do setor social, quando era possível notar a presença de anéis tinham como ambiente de conexão a varanda. Já nos anos 2000 encontra-se mais próximo do setor de serviço e, quando com presença de anéis, tem como ambiente de conexão o “quarto reversível” (Figuras 7 e 8).



**Figuras 7 e 8 – Mapas convexos e grafos justificados de acessibilidade Tropicus(1988) e Atlantis Plaza 2(2009).**

Fonte: Autor (2018)

Ao observar as inequações percebe-se que na década de 2000 aparece nova inequação de acessibilidade  $J < C < E < S$  que mostra maior segregação da suíte, quando antes suíte e sala de estar estavam em um mesmo nível de integração ( $J < C < E = S$ ). No entanto ao observarmos a profundidade quanto a visibilidade a suíte aparece com um nível a menos, o que mostra maior controle por acessibilidade do que por visibilidade, conforme se confirmará adiante com o diagrama de quatro regiões.

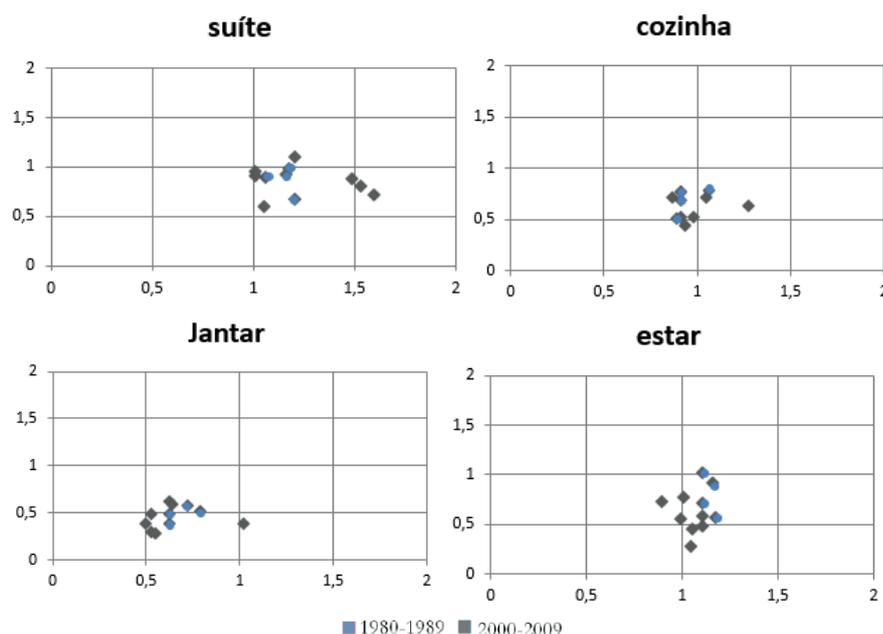
		1980-1990	2000-2010
<b>Área média</b>		140,38m <sup>2</sup>	73,60m <sup>2</sup>
<b>Inequação Acessibilidade</b>		J<C<E=S	J<C<E=S/J<C<E<S
<b>Profundidade dos ambientes principais - Acessibilidade</b>	<b>Jantar</b>	1	1
	<b>Estar</b>	2	2
	<b>Cozinha</b>	1	2
	<b>Suíte</b>	3	3
<b>Inequação Visibilidade</b>		Não foi encontrado padrão	J<E<C<S
<b>Profundidade dos ambientes principais - Visibilidade</b>	<b>Jantar</b>	1	1
	<b>Estar</b>	1	1
	<b>Cozinha</b>	1	2
	<b>Suíte</b>	3	2 e 3
<b>Grafo Setorial</b>			
<b>Inequação Setorial</b>		soc<serv<ínt	soc<serv=ínt

Quadro 2 – Síntese dos dados

Fonte: Autor (2018)

O setor social se configura como o que sofreu menos alterações, mantendo seus rótulos e suas características topológicas, sempre interligado aos demais setores e à parte externa, apresentando grafos em sequência.

O grafo setorial torna visível a aproximação dos setores íntimos e de serviço, conectados e com mesmo nível de profundidade, e se confirma na inequação (soc<serv=ínt). Porém, quando observados os modelos de quatro regiões não observa-se mudança entre as décadas na distribuição dos rótulos considerados para cada setor, o que leva a crer que no tocante à privacidade os valores são mantidos mesmo com o decorrer do tempo.



Figuras 9, 10, 11 e 12 – Diagramas de quatro regiões

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa que dá suporte a este artigo teve como objetivo entender se os empreendimentos oferecidos traziam de fato alguma alteração espacial com relação aos de décadas anteriores ou se havia apenas um discurso de novidade publicizado e usado para a venda, conforme sugere Villa (2002, p. 207) “uma arquitetura de fachada que estimula o gosto pela inovação constante, entretanto sem alterações conceituais”.

Este artigo buscou contribuir com resultados que fomentem o debate sobre a atual produção imobiliária e a possível adequação desta mesma a realidade social dos tempos atuais. O estudo revelou que a produção dos projetos de apartamento - considerando a amostragem - conserva apenas parte das relações entre seus espaços. Há permanências históricas no espaço de morar, como o papel de grande espaço intermediador dado à sala de jantar e à distribuição funcional em setores. Em contrapartida, há perdas de atributos considerados consagrados da moradia, como a separação dos acessos e dos espaços íntimos e de serviço, desmitificando a hierarquia espacial doméstica.

A observação das mudanças ocorridas no espaço de morar induz a percepção de que seus usuários, pelo menos para a classe social analisada, não se configuram mais da mesma forma. Estando o setor de serviço mais próximo dos moradores e mais afastados dos membros externos do núcleo familiar, sugere que, as relações de trabalho dentro do espaço de morar sofreram mudanças significativas e, no tocante as relações familiares com os visitantes, aparentemente conservam seu valores.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, L. **The sector's paradigm: a study of the spatial and functional nature of modernist housing in Northeast, Brazil**. 1999. 438 f. Tese (PhD em Advanced Studies) - University College of London, London, 1999.

AMORIM, L.; LOUREIRO, C. **Diz-me teu nome, tua altura e onde moras e te direi quem és**: estratégias de marketing e a criação da casa ideal – parte 1. 2005. Disponível em <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/05.057/505> Acessado em: 23 / 10 / 2017.

AUGÉ, M. **Não-lugares**: introdução a uma antropologia da supermodernidade. São Paulo, Campinas: Papirus Editora, 1992.

CHAVES, C. Verticalização em João Pessoa: novo ciclo da modernização (1950-1970). João Pessoa, 2014. In: COTRIM, M; TINEN, N. (org.). **Urduidura da modernidade**. Arquitetura Moderna na Paraíba I. João Pessoa: Editora Universitária PPGAU/UFPB, 2014. 340 P. IL.

FRANÇA, F. **Indisciplina que muda a arquitetura**: a dinâmica do espaço doméstico no Distrito Federal. 2008. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade de Brasília, Brasília, 2008.

GRIZ, C. **Quando o luxo é necessário**: sobre projetos de apartamento no Recife. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) - Universidade Federal de Pernambuco, Pernambuco, 2012.

HANSON, J. **Decoding homes and houses**. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.

HILLIER, B.; HANSON, J. **The social logic of space**. Cambridge: Cambridge University Press, 1984.

MONTEIRO, C. Activity analysis in houses of Recife. In: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 1, 1997, Londres. **Proceedings...** Londres: University College of London, 1997. p.20.1-20.14.

SANT'ANNA, M. J. G. Dinâmica socioespacial, habitação e família na metrópole do Rio de Janeiro. **Cadernos Metr pole**, p. 135-158. 1998b.

TRAMONTANO, M. **Novos modos de vida, novos espaços de morar**. São Carlos, 1993.

TRAMONTANO, M. **Habita es, metrópoles e modos de vida**. Por uma reflexão sobre o espaço doméstico contemporâneo. 3o. Pr mio Jovens Arquitetos, categoria "Ensaio Crítico". São Paulo: Instituto dos Arquitetos do Brasil / Museu da Casa Brasileira, 1997. 210mm x 297mm. 10 p. Ilustr. Disponível em: <http://www.nomads.usp.br/site/livraria/livraria.html> Acessado em: 18 / 09 / 2016.

TRAMONTANO, M. **Apartamentos e vida privada na cidade de São Paulo**. 2004. Tese (Livre Docência) - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.

TRIGUEIRO, E. The dinner procession goes to the kitchen. In: INTERNATIONAL SPACE SYNTAX SYMPOSIUM, 1, 1997, Londres. **Proceedings**. Londres: University College of London, 1997.

VILLA, S. B. **Apartamento metropolitano: habita es e modos de vida na cidade de São Paulo**. 2002, 220f. Disserta o (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de São Paulo / Escola de Engenharia de São Carlos/ Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, São Carlos.

VILLA, S. Os formatos familiares contemporâneos: transforma es demográficas. OBSERVATORIUM: **Revista Eletr nica de Geografia**, v.4, n.12, p. 02-26, dez. 2012.

## CARACTERIZAÇÃO DE ITENS DE LAZER NOS MEZANINOS DE EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES ALTOS NA CIDADE DE MACEIÓ/AL/BR

Data de aceite: 28/05/2020

Data de submissão: 03/03/2020

### Alexandre Márcio Toledo

cv: <http://lattes.cnpq.br/4522792417371327>

### Marta Cristina Cavalcante

CV: <http://lattes.cnpq.br/0641904712391962>

Universidade Federal de Alagoas, Faculdade  
de Arquitetura e Urbanismo  
Maceió - Alagoas

**RESUMO:** A oferta de itens de lazer pelo mercado imobiliário nos edifícios multifamiliares altos tem sido uma constante, possivelmente como resposta à crescente violência urbana e à redução de espaços de lazer públicos seguros, nas cidades brasileiras. Desde 1992, o código de edificações do município de Maceió, capital do estado de Alagoas, situada na região nordeste do Brasil, permite a utilização do pavimento mezanino para uso comum, com ocupação de até 50% da lâmina do pavimento tipo, sem contar na aplicação dos parâmetros urbanísticos do coeficiente de aproveitamento e na altura máxima de pavimentos. O objetivo do presente artigo é caracterizar a diversidade

de itens de lazer presente nos edifícios multifamiliares altos que apresentam o pavimento mezanino, visando entender a efetiva utilização desse pavimento como estratégia projetual nos edifícios desse período, presentes na planície litorânea na cidade de Maceió/AL. Selecionaram-se 3 edifícios multifamiliares com mezanino, de uma amostra intencional de 31 edifícios, do período de 2010 a 2015, construídos na cidade de Maceió/AL, por meio de portfólios disponíveis na internet, levantamento de documentação com as construtoras e visita *in loco* de reconhecimento. Verificaram-se os ambientes e grupamentos de lazer (infantil, juvenil, adulto e compartilhado) existentes, além das respectivas áreas de cada ambiente e grupamento. Todos os mezaninos dos 3 edifícios são ocupados integralmente com ambientes de lazer; porém, verificou-se que os pilotis desses edifícios também apresentam alguns ambientes de lazer. Conclui-se que os mezaninos não são suficientes para comportarem todos os itens de lazer demandados pelos edifícios analisados, mas que sua ocupação efetiva serve também para ampliar o número de vagas de garagem nos pilotis.

**PALAVRAS-CHAVE:** Edifício multifamiliar, Pavimento mezanino, Espaços de lazer.

**ABSTRACT:** The supply of leisure items by the real estate market in tall multifamily buildings has been a constant, possibly in response to the growing urban violence and the reduction of safe public leisure spaces in Brazilian cities. Since 1992, the building code of the municipality of Maceió, capital of the state of Alagoas, located in the northeastern region of Brazil, allows the use of the mezzanine floor for common use, with an occupancy of up to 50% of the type pavement blade, not counting the application of the urban parameters of the utilization coefficient and the maximum height of pavements. The purpose of this article is to characterize the diversity of leisure items present in the tall multifamily buildings that feature the mezzanine floor, in order to understand the effective use of this floor as a design strategy in the buildings of that period, present in the coastal plain in the city of Maceió/AL. Three multifamily buildings with a mezzanine were selected, from an intentional sample of 31 buildings, from the period 2010 to 2015, built in the city of Maceió/AL, through portfolios available on the internet, survey of documentation with the construction companies and on-site visit recognition. The existing leisure environments and groups (children, youth, adults and shared) were verified, in addition to the respective areas of each environment and group. All the mezzanines of the 3 buildings are fully occupied with leisure environments; however, it was found that the pilots of these buildings also present some leisure environments. It is concluded that the mezzanines are not enough to accommodate all the leisure items demanded by the analyzed buildings, but that their effective occupation also serves to increase the number of parking spaces in the pilotis.

**KEYWORDS:** Tall multifamily buildings, mezzanines, leisure facilities.

## 1 | INTRODUÇÃO

A oferta de itens de lazer nos edifícios multifamiliares verticais altos tem sido uma constante, possivelmente como resposta à crescente violência urbana e à redução de espaços de lazer públicos seguros nas cidades brasileiras contemporâneas (CAVALCANTE, 2016).

O lazer é de fundamental importância para o ser humano, não importando a idade nem a classe social. Engloba tanto o descanso quanto a prática de algo prazeroso, quando não há a obrigação de fazê-lo (KOSHAR, 2002; HAWORTH; VEAL, 2004). O lazer é essencial para uma vida saudável; a sua falta leva as pessoas ao cansaço físico e mental, que as prejudica em todas as suas esferas sociais (DUMAZEDIER, 2008; VERMA; LARSON, 2003).

A Declaração dos Direitos Humanos das Nações Unidas (1948) estabeleceu no Artigo 24 que cada indivíduo tem “o direito de descanso e lazer, incluindo a limitação razoável de horas de trabalho e férias periódicas remuneradas”. A Convenção das Nações Unidas sobre os Direitos da Criança (1989) estabeleceu “...o direito da criança ao descanso e ao lazer, a participar de atividades lúdicas e recreativas apropriadas à idade da criança e a participar livremente da vida cultural e das artes” (EDGINTON, 2009).

Os edifícios verticais multifamiliares altos com guaritas, muros, câmeras, vigias durante

as 24 horas do dia e com várias opções de entretenimento em suas áreas protegidas fazem parte da arquitetura do medo, que separa os moradores da cidade, dos excluídos que ocupam seus espaços marginais (BAUMAN, 2009; ELLIN, 1997; KNEBEL, 2017).

Algumas pesquisas, desenvolvidas em universidades do Sudeste e do Sul do Brasil (NIGRI, 2006; NASSIF, 2009; SAMPAIO, 2010; GAVIÃO, 2012; MARTYN, 2008; ABREU, 2016; BEZ, 2017), investigaram as áreas de lazer condominiais; contudo, nenhuma delas tratou do lazer no pavimento mezanino.

Desde 1992, o código de edificações do município de Maceió/AL define um percentual obrigatório de 10% da área livre do pavimento pilotis para recreação infantil, preservada do tráfego de veículos e permite a utilização do pavimento mezanino de uso comum, com até 50% da área da lâmina do edifício, sem contar como pavimento, para efeito de aplicação dos parâmetros urbanísticos (PREFEITURA MUNICIPAL DE MACEIÓ, 1992):

Art. 426. É obrigatória a reserva do percentual de 10% (dez por cento) da área livre do pavimento pilotis para a recreação infantil, preservadas do tráfego de veículos.

§ 1º. Quando o edifício não possuir subsolo, um percentual mínimo de 5% (cinco por cento) da área de lazer será reservado no pavimento pilotis, ou, na ausência deste, no pavimento térreo, ficando o restante do percentual na cobertura e/ou mezanino.

§ 2º. O percentual de área de lazer deverá ser calculado excluindo as áreas fechadas que constam nos pavimentos pilotis ou térreas.

Art. 427. Considera-se mezanino um piso intermediário com pé-direito mínimo de 2,5 m (dois metros e cinquenta centímetros) para uso comum da edificação.

Art. 428. O mezanino não será considerado como pavimento para efeito do cálculo da fórmula do recuo mínimo, se sua área corresponder a, no máximo, 50% (cinquenta por cento) da área da lâmina do pavimento-tipo e se for de uso comum da edificação.

Será que a utilização do mezanino nos edifícios multifamiliares verticais altos é uma particularidade da arquitetura alagoana?

O objetivo da pesquisa é caracterizar a diversidade de itens de lazer presente nos edifícios multifamiliares verticais altos, construídos ou lançados entre 2010 e 2015, que apresentam o pavimento mezanino, visando entender a efetiva utilização desse pavimento como estratégia projetual nos edifícios desse período, presentes na planície litorânea na cidade de Maceió/AL.

O presente texto é uma versão ampliada do artigo publicado no VI Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto, realizado em Uberlândia, em outubro de 2019 (TOLEDO; CAVALCANTE, 2019).

## 2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Selecionaram-se os 3 únicos edifícios multifamiliares verticais (Figura 1) que apresentam itens de lazer no pavimento mezanino, de uma amostra intencional de 31 edifícios e condomínios verticais multifamiliares de 6 construtoras que atuam em Maceió/AL, construídos ou em lançamento no período de 2010 a 2015, por meio de portfólios disponíveis na internet, que destacavam as áreas de lazer nas chamadas publicitárias.

Levantaram-se as plantas dos pavimentos em CAD com as construtoras e realizaram-se visitas *in loco* de reconhecimento em todos os 3 edifícios.

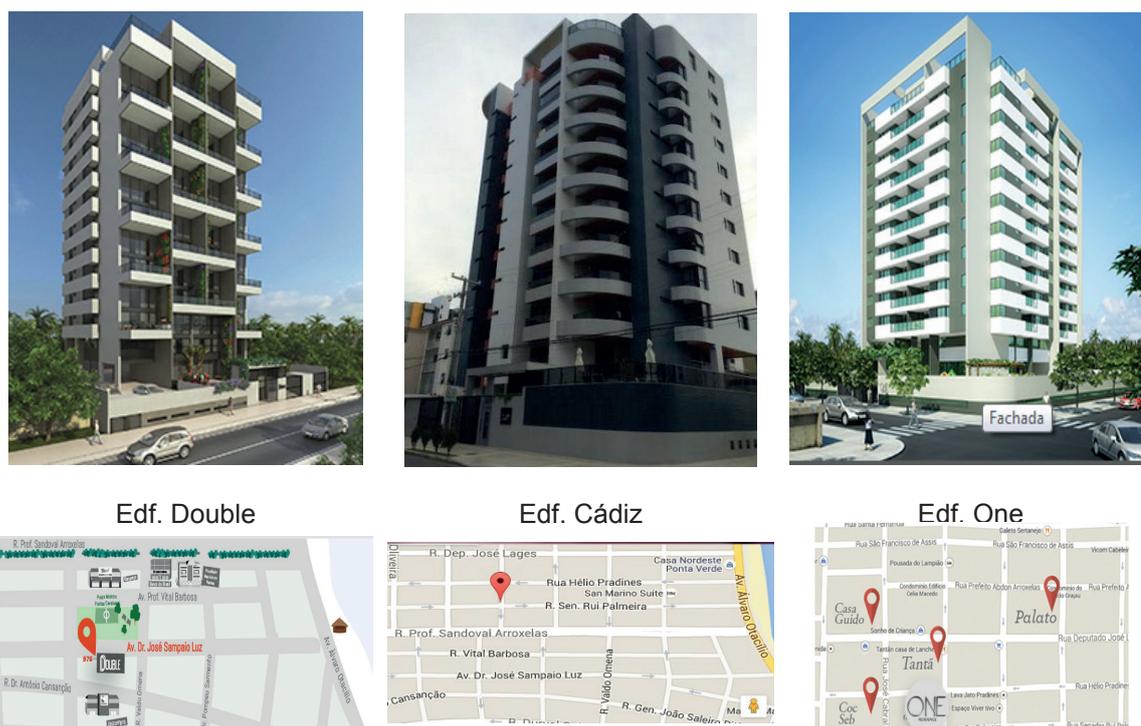


Figura 1 – Vistas externas e mapas esquemáticos de situação dos edifícios Double, Cádiz e One

Fonte: Autores (2019)

Verificaram-se os itens de lazer existentes e em quais grupamentos de lazer (infantil, juvenil, adulto e compartilhado) se enquadravam (Quadro 1), além das respectivas áreas construídas de cada um dos ambientes, grupamentos e área total de lazer de cada um dos três edifícios.

GRUPO	USUÁRIOS
<b>1</b> <b>Lazer infantil</b>	crianças pequenas que necessitam da supervisão de adultos. Esse grupo possui 6 ambientes de lazer: piscina infantil, playground, brinquedoteca, berçário, minigolfe e xadrez/dama gigante.
<b>2</b> <b>Lazer juvenil</b>	crianças maiores e adolescentes que não precisam de supervisão nos ambientes de lazer. Esse grupo possui 5 ambientes de lazer: sala de estudos, ateliê de artes, <i>lan house</i> , espaço <i>teen</i> e <i>garage band</i> .
<b>3</b> <b>Lazer adulto</b>	adultos, provavelmente os proprietários das unidades habitacionais. Esse grupo possui 14 ambientes de lazer: piscina adulto, piscina coberta, piscina relax, piscina senadinho, sauna, spa zen, espaço “fitness”, ginástica, “home office”, longe praia, espaço mulher, bar, pista de “cooper” e redário.
<b>4</b> <b>Lazer compartilhado</b>	crianças, adolescentes e adultos, em conjunto. Esse grupo possui 10 ambientes de lazer: terraço descoberto, churrasqueira, espaço gourmet, salão de festas fechado, salão de festas open, praça, salão de jogos, quadra poliesportiva, quadra de praia e “home cine”.

Quadro 1 – Grupos de Lazer por Usuários

Optou-se pelas faixas de usuários em detrimento às cinco dimensões do lazer destacadas por Nigri (2006), que de certa forma apresentam correspondência: espaços de estar e convívio, espaços para as práticas esportivas e espaços de lazer contemplativo com o grupo lazer compartilhado; espaços de lazer infanto-juvenil com os grupos lazer infantil e lazer juvenil; espaços de relaxamento com o grupo lazer adulto.

### 3 | O LAZER NOS MEZANINOS DOS EDIFÍCIOS MULTIFAMILIARES

#### 3.1 Ambientes de lazer no edifício Double

O edifício Double enquadra-se na faixa de UH de 151 m<sup>2</sup> a 200 m<sup>2</sup> (segundo o Índice de Velocidade de Vendas, adotado pelo mercado imobiliário) e tipologia de apartamentos de 3 e 4 dormitórios (situados apenas nas coberturas).

O edifício apresenta 7 ambientes de lazer, de todos os quatro grupos de lazer, sendo 5 situados no mezanino e 2 no pilotis (Quadro 2, Figura 2). As áreas de lazer correspondem a 188,89 m<sup>2</sup> de área construída.

O ambiente brinquedoteca, do grupo lazer infantil e praça, do grupo lazer compartilhado, ocorrem no pavimento térreo/pilotis. O ambiente sala de estudos, do grupo lazer juvenil, os ambientes espaço *fitness* e *home office*, do grupo lazer adulto, e os ambientes espaço gourmet e salão de jogos, do grupo lazer compartilhado, ocorrem no pavimento mezanino (Figura 3).

LAZER INFANTIL						LAZER JUVENIL					7 AMBIENTES		
Piscina infantil	Play ground	Brinquedoteca	Berçário	Mini golfe	xadrez/dama	sala de estudos	ateliê de arte	lan house	espaço teen	garage band			
LAZER ADULTO													
Piscina adulto	Piscina coberta	Piscina relax	Sena dinho	sauna	Spa zen	Espaço fitness	Ginásio	Home office	Lounge praia	Espaço mulher	bar	Pista de cooper	Redário
LAZER COMPARTILHADO													
Terraço descob.	Churrasqueira	Espaço gourmet	Salão de festas fechado	Salão de festas open	praça	Salão de jogos	Poliesportiva	Vôlei de praia	Home cine				
LOCALIZAÇÃO DOS AMBIENTES	COBERTURA 0		MEZANINO 5			PILOTIS/TÉRREO 2			SUBSOLO 0		OUTROS 0		

Quadro 2 – Distribuição dos ambientes de lazer no edifício Double

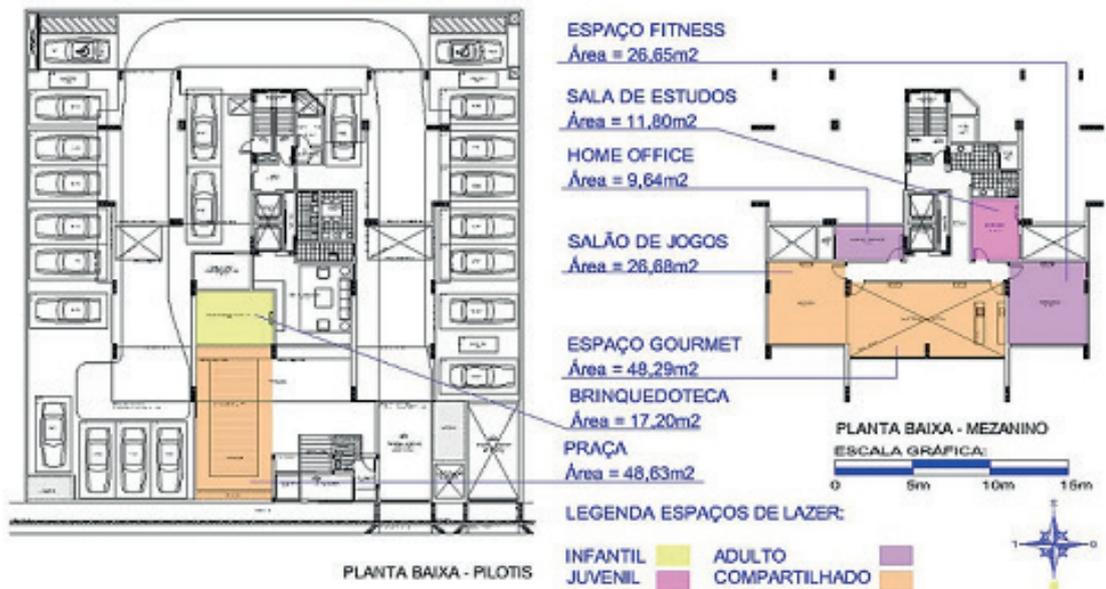


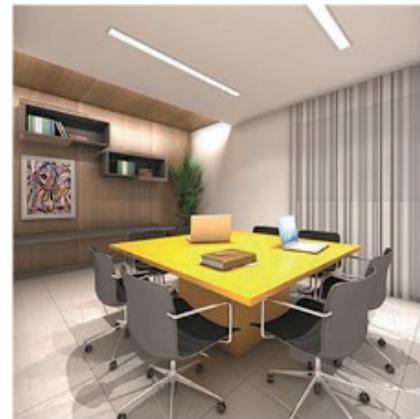
Figura 2 – Plantas do pilotis e do mezanino do edifício Double

Fonte: Autores (2019)

Apenas a praça e a brinquedoteca se localizam no pilotis. A maior parte do pilotis do edifício Double é utilizada como estacionamento, com 22 vagas, com algumas delas fora da projeção da lâmina do edifício.



Espaço Gourmet



Sala de Estudos



Espaço Fitness



Home Office

Figura 3—Áreas de lazer do Ed. Double-Mezanino

### 3.2 Ambientes de lazer no edifício Cádiz

O edifício Cádiz enquadra-se na faixa de UH de 101 m<sup>2</sup> a 150 m<sup>2</sup> (Índice de Velocidade de Vendas) e tipologia de apartamentos de 3 dormitórios.

Apresenta apenas 3 ambientes de lazer, nenhum ambiente do grupo lazer juvenil, sendo 1 no mezanino e 2 no pilotis (Quadro 3; Figura 4). As áreas de lazer correspondem a 275,18 m<sup>2</sup>.

LAZER INFANTIL					LAZER JUVENIL					3 AMBIENTES			
Piscina infantil	Play ground	Brinquedoteca	Berçário	Mini golfe	xadrez/dama	sala de estudos	ateliê de arte	lan house	espaço teen		garage band		
LAZER ADULTO													
Piscina adulto	Piscina coberta	Piscina relax	Sena dinho	sauna	Spa zen	Espaço fitness	Ginásica	Home office	Lounge praia	Espaço mulher	bar	Pista de cooper	Redário
LAZER COMPARTILHADO													
Terraço descob.	Churrasqueira	Espaço gourmet	Sal de festas fechado	Salão de festas open	praça	Salão de jogos	Poliesportiva	Vôlei de praia	Home cine				
LOCALIZAÇÃO DOS AMBIENTES	COBERTURA 0		MEZANINO 1		PILOTIS/TÉRREO 2		SUBSOLO 0		OUTROS 0				

Quadro 3 – Distribuição dos ambientes de lazer no edifício Cádiz

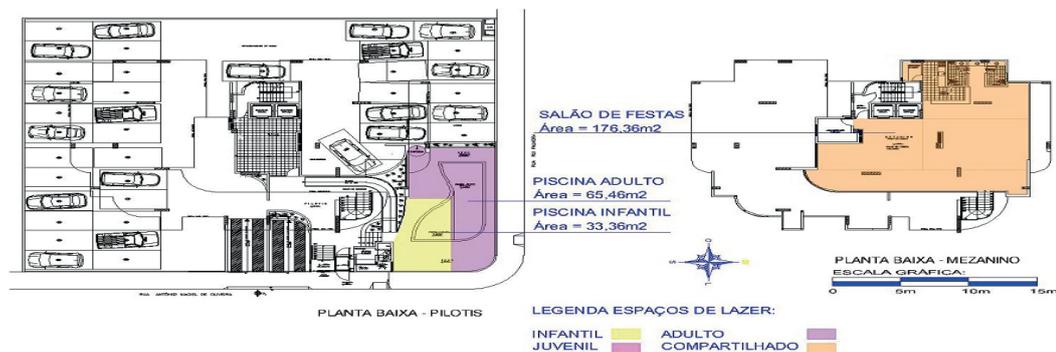
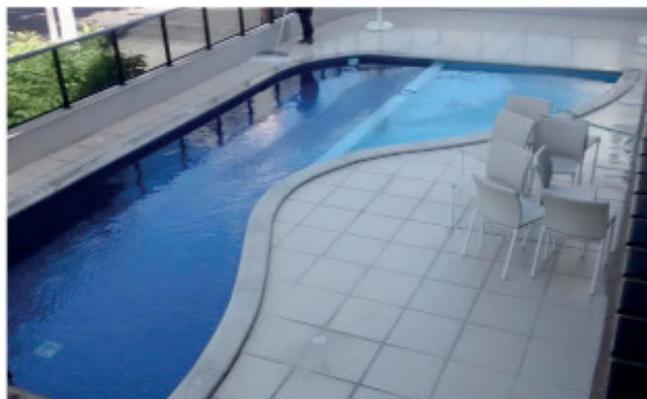


Figura 4 – Plantas do pilotis e do mezanino do edifício Cádiz

Os ambientes piscina infantil, do grupo lazer infantil, e piscina adulto, do grupo lazer adulto, separados por um septo de alvenaria, ocorrem no pavimento térreo/pilotis. O ambiente salão de festas, do grupo lazer compartilhado, ocorre no pavimento mezanino e a as piscinas adulto e infantil no pilotis (Figura 5).



Salão de festas



Piscina

Figura 5 – Área de Lazer do Edifício Cádiz

Fonte: Autora (2015)

A maior parte do pilotis do edifício Cádiz é utilizada para estacionamento, com 38 vagas, com algumas delas fora da projeção da lâmina do edifício.

### 3.3 Ambientes de lazer no edifício One

O edifício One enquadra-se na faixa de UH de 101 m<sup>2</sup> a 150 m<sup>2</sup> (Índice de Velocidade de Vendas) e tipologia de apartamentos de 3 e 4 dormitórios (nas coberturas).

Apresenta 8 ambientes de lazer, de todos os quatro grupos de lazer, sendo 5 no mezanino e 3 no pilotis (Quadro 4; Figura 6). As áreas de lazer correspondem a 298,56 m<sup>2</sup>.

LAZER INFANTIL						LAZER JUVENIL					8 AMBIENTES		
Piscina infantil	Play ground	Brinquedoteca	Berçário	Mini golfe	xadrez/dama	sala de estudos	ateliê de arte	lan house	espaço teen	garage band			
LAZER ADULTO													
Piscina adulto	Piscina coberta	Piscina relax	Sena dinheiro	sauna	Spa zen	Espaço fitness	Ginásio	Home office	Lounge praia	Espaço mulher	bar	Pista de cooper	Redário
LAZER COMPARTILHADO													
Terraço descob.	Churrasqueira	Espaço gourmet	Salão de festas fechado	Salão de festas open	praça	Salão de jogos	Poliesportiva	Vôlei de praia	Home cine				
LOCALIZAÇÃO DOS AMBIENTES	COBERTURA 0		MEZANINO 5			PILOTIS/TERREO 3		SUBSOLO 0		OUTROS 0			

Quadro 4 – Distribuição dos ambientes de lazer no edifício One

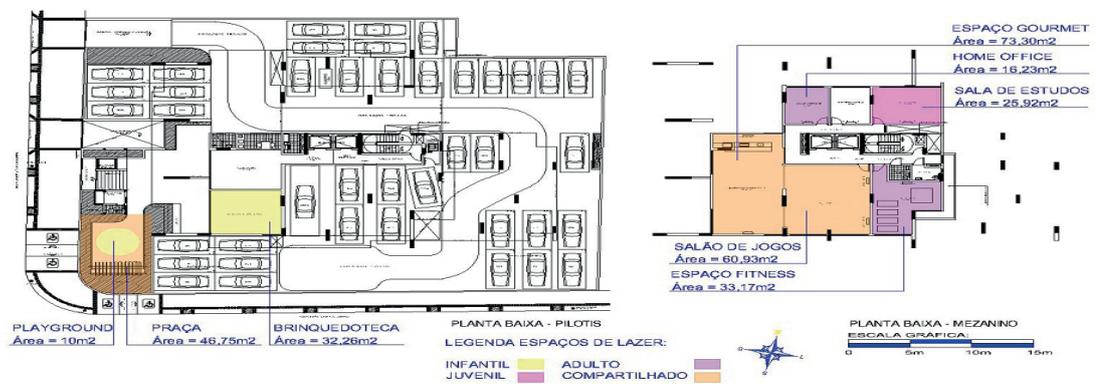


Figura 6 – Plantas do pilotis e do mezanino do edifício One

Os ambientes espaço fitness e home office, do grupo lazer adulto, e os ambientes espaço gourmet e salão de jogos, do grupo lazer compartilhado, ocorrem no pavimento mezanino (Figura 7).



Espaço *Gourmet*



Salão de jogos



Sala de Estudos



*Home Office*

Figura 7–Áreas de lazer do Ed. One-Mezanino  
Fonte:<http://v2construcoes.com.br/one/perspectivas/> (2015)

Os ambientes *playground* e brinquedoteca, do grupo lazer infantil, e a praça do grupo lazer compartilhado, ocorrem no pavimento térreo/pilotis. A maior parte do pilotis do edifício One é utilizada para estacionamento, dispendo de 41 vagas, algumas delas fora da projeção da lâmina do edifício.

### 3.4 Dados Comparados

A distribuição dos ambientes de lazer nos três edifícios multifamiliares verticais ocorreu apenas nos pavimentos mezanino e térreo/pilotis (Quadro 5), diferentemente do que ocorreu nos outros vinte e oito edifícios da amostra.

Quadro 5 – Distribuição dos Grupos de Lazer por Pavimentos dos 3 Edifícios

	I	J	A	C	I	J	A	C	I	J	A	C
COB												
MEZ		1	2	2				1		1	2	2
Pil/Ter	1			1	1		1		2			1
SUB												
OUT												
	Double			7	Cádiz			3	One			8

I – Infantil, J – Jovem, A – Adulto, C – Compartilhado

COB – Cobertura, MEZ – Mezanino, Pil/Ter – Pilotis/Térreo, SUB – Subsolo, OUT - Outros

O grupamento lazer compartilhado apresentou sempre a maior área, seguido pelo grupamento lazer adulto, nos três edifícios; e o lazer juvenil a menor área, seguido pelo grupamento lazer infantil (Tabela 1).

Edifício	Grupo de Lazer								Total m <sup>2</sup>
	Infantil		Juvenil		Adulto		Compartilhado		
	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	m <sup>2</sup>	%	
One	42,26	14,15	25,92	8,68	49,40	16,54	<b>180,98</b>	60,61	298,56
Cádiz	33,36	12,12	0	0	65,46	23,79	<b>176,36</b>	64,09	275,18
Double	17,20	9,10	11,80	6,24	36,29	19,21	<b>123,60</b>	65,43	188,89

Tabela 1 – Distribuição das Áreas de Lazer dos 3 Edifícios

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo caracterizaram-se os itens de lazer dos mezaninos dos 3 únicos edifícios multifamiliares altos, construídos na cidade de Maceió/AL, de uma amostra de 31 edifícios e condomínios verticais com ampla oferta de áreas de lazer.

Todos os mezaninos dos 3 edifícios são ocupados integralmente com itens de lazer; porém, os pavimentos pilotis/térreos também apresentam ambientes de lazer. Predominaram ambientes de lazer do grupo compartilhado, ocupando área equivalente de 60 a 65%; seguido pelo lazer adulto, ocupando área equivalente de 16 a 24% do total dos itens de lazer. O lazer juvenil apresentou a menor quantidade de ambientes de lazer, ocupando área equivalente de 6,24 a 8,68% do total, seguido pelo lazer infantil, ocupando área equivalente de 14,15 a 9,10% do total.

Conclui-se que os pavimentos mezaninos só estão presentes nos edifícios multifamiliares altos isolados e que não são suficientes para comportarem todos os itens de lazer desses edifícios, mas que sua ocupação efetiva serve para ampliar o número de vagas de garagem nos pilotis.

A pesquisa deverá ser ampliada para outros edifícios com mezaninos de outros períodos e construtoras, visando verificar se é uma expressão da arquitetura alagoana.

## AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio recebido, mediante concessão de bolsa de mestrado.

## REFERÊNCIAS

ABREU, C. M. H. M. de. Lugares do brincar na infância urbana: análise do ambiente e do comportamento infantil em áreas de lazer de edifícios residenciais multifamiliares em Porto Alegre-RS. 2016. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

BAUMAN, Zygmunt. Confiança e medo na cidade. Rio de Janeiro: Zahar, 2009.

BEZ, R. M. Diretrizes para a qualificação de espaços de lazer de uso coletivo em edifícios residenciais multifamiliares em Florianópolis: um estudo fenomenológico. 2017. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

COUTINHO, M. C. C. **O mercado imobiliário vende felicidade?** Caracterização das áreas de lazer dos edifícios verticais multifamiliares em Maceió - AL (2010-2015). 2016. Dissertação (Mestrado em Dinâmica do Espaço Habitado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió.

DUMAZEDIER, Joffre. **Sociologia empírica do lazer**. São Paulo: Perspectiva: SESC, 2008.

EDGINTON, Christopher R. World leisure: enhancing the human condition. The Sport Journal. Vol. 12, No. 3. Summer 2009.

ELLIN, Nan (Org.). **Architecture of fear**. New York, 1997.

GAVIÃO, M. M. F. Muito além do pavimento térreo: as áreas de lazer no mercado imobiliário em São Paulo. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

HAWORTH, John T.; VEAL, A. J. (Org.). **Work and leisure**. New York: Routledge, 2004.

KNEBEL, N. M. P. Questão urbana, seletividade penal e arquitetura do medo: a gentrificação do Humaitá em Porto Alegre - RS. 2017. Dissertação (Mestrado em Direito), Universidade La Salle, Canoas.

KOSHAR, Rudy (Org.). **Histories of leisure**. New York: Berg, 2002.

MARTYN, M. L. Estágios no ciclo de vida familiar e utilização de áreas de lazer em condomínios residenciais. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

NASSIF, J. K. Áreas de lazer de edifícios residenciais de classe média: década de 1980 a 2007. 2009. 156 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

NIGRI, M. R. Um estudo sobre as tipologias de áreas de lazer em edifícios multifamiliares contemporâneos no Rio de Janeiro. 2006. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

PREFEITURA MUNICIPAL DE MACEIÓ. Lei n.4.138/1992. Dá nova redação a dispositivos das leis municipais 3537, de 23/12/85, 3943 de 09/11/91 e 4057 de 23/08/91 e estabelece outras providências.

SAMPAIO, G. B. D. do A. Condomínios verticais residenciais na Cidade de São Paulo (2000-2008): condomínios clube. 2010. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo.

TOLEDO, A. M.; CAVALCANTE, M, C. Caracterização de itens de lazer nos mezaninos de edifícios multifamiliares. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído, 2019, Uberlândia/MG. Anais (do) VI SBQP Projetar para quem?. São Paulo: ANTAC, 2019. p. 1496-1503.

VERMA, Suman; LARSON, Reed (Org.). ***Examining adolescent leisure time across cultures: developmental opportunities and risks***. San Francisco: Jossey-Bass, 2003.

## AVALIAÇÃO DE LUZ NATURAL EM AMBIENTE DE SALA DE AULA: ESTUDO DE CASO NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO DE JANEIRO – RJ

Data de aceite: 28/05/2020

Data de submissão: 06/03/2020

### Alice Cristine Ferreira Dias de Oliveira

Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
Rio de Janeiro - RJ  
<http://lattes.cnpq.br/6952410531656663>

### Sylvia Meimaridou Rola

Universidade Federal do Rio de Janeiro,  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
Rio de Janeiro - RJ  
<http://lattes.cnpq.br/5123286913552514>

**RESUMO:** A demanda energética atual e a preocupação em diminuir o crescente consumo de energia elétrica de forma a mitigar maiores danos à natureza, na sua produção, tem servido de mote para o estudo da eficiência energética em edifícios educacionais, projetados nas décadas de 1950 e 1960 para abrigar uma forma de ensino que, a sua vez, vem passando por transformações significativas com a incorporação da inovação tecnológica que incrementa o consumo final e sobrecarrega instalações elétricas obsoletas. Como cenário, tem-se o edifício modernista da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro,

premiado em 1957, na IV Bienal de São Paulo e de autoria do arquiteto Jorge Machado Moreira, localizado no Rio de Janeiro, na Cidade Universitária. A utilização da iluminação natural nas salas de aula pode trazer, além da economia no consumo de energia da edificação, benefícios à saúde e bem estar dos usuários. Além disso, tendo em vista a atividade desempenhada nas salas, a luz natural se faz importante por ser a referência de qualidade para o índice de reprodução de cores, parâmetro fundamental para a boa prática dos profissionais de arquitetura e de artes. O presente trabalho tem como objetivo avaliar a iluminação natural de uma sala de projeto da FAU/UFRJ, com o intuito de melhor aproveitar esse recurso, trazendo bem estar e diminuindo os gastos energéticos, trazendo assim uma economia pertinente para o meio ambiente e cofres públicos. Para tal, foram utilizados os programas NatLite, RadLite e Troplux onde buscou-se medir parâmetros como iluminância, fator de luz do dia, autonomia de luz natural e ofuscamento, os quais impactam diretamente o usuário. Além desses parâmetros, mediu-se a eficiência de prateleiras de luz como instrumento de melhoria da qualidade de luz natural no ambiente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Fator de luz do dia;

## EVALUATION OF NATURAL LIGHTING IN CLASSROOM ENVIRONMENT: CASE STUDY IN FEDERAL UNIVERSITY OF RIO DE JANEIRO - RJ

**ABSTRACT:** The current energy demand and the concern to reduce the increasing consumption of electrical energy in order to mitigate greater damage to nature in its production has served as a motto for the study of energy efficiency in educational buildings designed in the 1950s and 1960s to housing a form of education that, in turn, has undergone significant transformations with the incorporation of technological innovation that increases final consumption and overloads obsolete electrical installations. The Modernist building of the Faculty of Architecture and Urbanism of the Federal University of Rio de Janeiro, awarded in 1957, at the IV São Paulo Biennial and by the architect Jorge Machado Moreira, is located in Rio de Janeiro, in which the University City is located. Using natural lighting in the classrooms can bring, in addition to savings in energy consume in the building, benefits to the health and well-being of users. Besides that, in view of the activity performed in the rooms, natural light is important because it is the quality reference for the color rendering index, a fundamental parameter for good practice of architecture and arts professionals. The current article aims to evaluate the natural lighting in project classrooms of FAU / UFRJ, in order to better take advantage of this resource, bringing well-being and reducing energy costs, bringing a relevant economy to the environment and public coffers. For this purpose, the programs NatLite, RadLite and Troplux were used, in which we sought to measure parameters such as illuminance, daylight factor, daylight autonomy and glare, which directly impact the user. In addition to these parameters, the efficiency of light shelves was measured as a improvement tool of natural light quality.

**KEYWORDS:** Daylight factor; Daylight autonomy; Natural light; Classroom; Illuminance.

### 1 | INTRODUÇÃO

Atualmente, são vários os processos que podem ser assumidos para a concepção arquitetônica, indo de esquemas referenciais a procedimentos de projeto através de programas computacionais paramétricos. Porém, um ponto não pode ser esquecido pelos arquitetos, como a necessária relação da edificação com o clima local.

Com a utilização de equipamentos mecânicos de ventilação e ar-condicionado que modulam as condições climáticas no interior de um edifício, cada vez mais arquitetos confiam erroneamente nessas máquinas para garantir o conforto térmico de seus edifícios. Assim, há uma reprodução de projetos aos moldes do que há no exterior: obras envidraçadas com uma ampla vista para a paisagem. Porém, não somente um sistema de ar-condicionado seria o suficiente para a garantia deste conforto: há outras questões que podem afetar os usuários, como a radiação solar direta, a iluminação, os ruídos, a qualidade do ar, entre outros fatores. Essas questões justificam as preocupações atuais quanto a esse tipo de estilo de construção, sendo não somente quanto à saúde e conforto das pessoas, mas também relacionados com as questões ambientais e gastos excessivos de energia elétrica desse tipo de edificação.

Conforme a NBR 15220-3:2005, a cidade do Rio de Janeiro encontra-se na Zona Bioclimática 8 e tem, dentre suas diretrizes, a recomendação de grandes aberturas para ventilação e o sombreamento destas para evitar o ofuscamento e o superaquecimento. De acordo com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), cerca de 23% da produção nacional de energia elétrica é utilizada em edifícios comerciais e públicos. Segundo Geller (1990), 44% da energia elétrica utilizada em edifícios comerciais em São Paulo provém da utilização de iluminação artificial e 20% deriva da utilização de aparelhos de ar condicionado, razão pela qual pode-se demonstrar a responsabilidade dos profissionais no consumo final de energia elétrica.

Desse modo, a presente pesquisa procura em parte soluções para essas questões e trata os problemas relacionados com a iluminação natural em função das características físicas do ambiente interior e de sua fenestração. Assim, os elementos desse estudo são o ambiente interior e as janelas, refletindo sobre suas dimensões e localização.

## 2 | OBJETIVO

O presente trabalho tem por objetivo geral: Verificar a influência da implantação do Edifício JMM - Jorge Machado Moreira, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, em relação à qualidade de iluminação natural no ambiente. E de forma complementar, tem-se como objetivos específicos: (i) analisar as condições de iluminação natural de uma sala de aula, do Edifício JMM e seus consequentes fenômenos, como o ofuscamento; e, (ii) estudar a possibilidade de uma alternativa para um maior aproveitamento da luz natural no ambiente, simulando a utilização de uma prateleira de luz e analisando seu desempenho.

## 3 | MÉTODO

Este trabalho avalia as condições de iluminação natural em uma sala de aula da Universidade Federal do Rio de Janeiro, através dos programas NatLite, RadLite e Troplux. Esta análise realiza-se em três etapas: (i) Comparação com a iluminância interna e externa à sala para obtenção dos valores de Daylight factor (fator de luz do dia) em cada ponto da sala, já pré-determinados através de uma malha realizada anteriormente; (ii) Adaptação da malha criada para a obtenção dos valores de Daylight Autonomy (autonomia de luz natural); (iii) Medição dos valores de ofuscamento através do programa RadLite; e, (iv) Comparação do desempenho do LightShelf em diferentes fachadas para o estudo de viabilidade desse artifício como uma forma de se melhorar as condições de iluminação interna.

### 3.1 Criação da Sala de Aula Analisada em Softwares de Simulação

Para o início da pesquisa, foi analisada as características físicas do ambiente estudado, tendo sido escolhida uma sala de aula onde ocorrem aulas de projeto de arquitetura, sendo de extrema importância uma boa qualidade de iluminação. Assim foi realizado um levantamento

do local no qual as informações são demonstrados a seguir:

- Orientação Sudeste com azimute de 146° em relação à normal da fachada;
- Sala de aula de 9x7 metros com pé direito de 4 metros;
- Janela em fita com 3,80 metros e vidro comum;
- Teto e paredes laterais e da janela com tinta branca, no qual foi adotado valor de refletância de 0,70;
- Parede dos fundos (entrada da sala) coberta por armário embutido de madeira escura onde o valor de refletância adotado foi 0,20;
- Piso de madeira escura semelhante a do armário com mesmo valor de refletância de 0,20.

### 3.2 Avaliação de Luz Natural Através do Fator de Luz Do Dia

Com a preocupação de aproveitar a iluminação natural em ambientes internos e a necessidade de medir a qualidade dessa luz, foi criado o fator de luz do dia (Daylight Factor). Este compara a iluminação de um ambiente com o seu exterior, relacionando a iluminância que chega externamente com a interna. A fórmula do fator é mostrada abaixo e o resultado é expresso em porcentagem:

$$Df = \frac{E_i}{E_o} * 100$$

$E_i$  = Iluminância interna

$E_o$  = Iluminância externa

O fator de luz do dia foi um parâmetro muito utilizado na década de 70 por diversos pesquisadores da área de iluminação natural. Para utilização desse fator na sala de aula, foram empregados os pontos pré-definidos na grid, utilizando cada coluna como base para análise. O programa aplicado para tal análise foi a versão 2009 do RadLite, programa resultado da pesquisa de mestrado de Eduardo Breviglieri Pereira de Castro no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura da FAU-UFRJ, em 1996, que traz a possibilidade de medir-se a iluminância internamente e externamente. Esse programa foi utilizado na pesquisa pela razão de sua interface já ser conhecida, pela sua utilização na disciplina de Conforto Ambiental na Universidade.

Um fato importante sobre esse fator é a limitação de só poder ser medido em dias de céu encoberto, tendo assim uma iluminação mais uniforme vinda da abóboda celeste. Para a realização das simulações apresentadas no programa RadLite, foi utilizado o Método de Doginaux de clima tropical urbano.

Os parâmetros adotados para avaliação do fator de luz do dia (Daylight Factor) serão os abaixo:

$$DF < 1\% = \text{Insuficiente} / 1\% < DF < 2\% = \text{Neutro} / 2\% < DF < 4\% = \text{Bom}$$

$$DF \geq 4\% = \text{Ótimo}$$

### 3.3 Avaliação de Luz Natural Através da Autonomia de Luz Natural

Além do fator de luz do dia, buscou-se utilizar outros fatores de medição que fossem mais expressivos para o ambiente analisado. Assim a autonomia de luz natural surgiu como uma alternativa para a questão, visto que, diferente do daylight factor, pode ser utilizada em todos os tipos de céu da CIE. Portanto, sabendo que o céu encoberto não se apresenta como o céu típico do Rio de Janeiro, local onde se encontra a sala analisada, procurou-se utilizar a autonomia de luz natural como um complemento às informações adquiridas.

Esse fator que foi desenvolvido pela Association Suisse des Electriciens e foi aperfeiçoado nos estudos de Reinhart e Walkenhorst (2001), tem como objetivo apresentar o percentual do ano em que a área analisada atinge, somente com a luz natural, um requisito mínimo de iluminância pré-definido em estudo. Assim, foram definidos 2 (dois) níveis mínimos de iluminância para a medição da autonomia de luz natural nesse estudo: 500 lux, limite definido por Reinhart (2002) em seu trabalho por ser o nível mínimo de iluminância requerido pelo código de construção do Canadá (CLC) para tarefas de leitura e escrita contínuas em escritórios, além de ser o valor mínimo necessário para uma sala de artes e artesanato para a NBR ISO/CIE 8995-1 e 750 lux, por ser o valor estipulado para salas de desenho técnico nessa mesma NBR. Por se tratar de uma sala de projetos de arquitetura, pretendeu-se utilizar dois exemplos que representassem algumas das atividades desempenhadas nas aulas, a análise de desenho técnico em plantas e cortes arquitetônicos e a realização de trabalhos manuais como maquetes e outros materiais importantes para representação visual.

As medições para a autonomia de luz natural foram realizadas no programa Troplux, um programa que vem sendo desenvolvido pelo professor Ricardo Cabús desde 2006 e hoje encontra-se em sua última versão lançada, a versão 8, adquirida no XV Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído. Para a obtenção dos resultados desse fator, foram feitas modificações na malha criada, acrescentando-se mais pontos para que esses estejam a aproximadamente 0,5m de distância entre si, visto que, segundo Ribeiro e Cabús (2019) em seu artigo, o número de pontos e a distância entre si podem influenciar nos resultados, havendo uma menor margem de erro malhas com mais pontos por eixo para esse parâmetro.

A autonomia de luz natural (ALN) apresenta alguns outros indicadores que são derivados desta, sendo um deles a autonomia de luz natural espacial (ALNe), onde é avaliado, através de porcentagem, a área do plano analisado que apresenta valor de ALN maior ou igual a 50%.

Os parâmetros adotados para avaliação da autonomia da luz natural são os listados abaixo:

ALN maior ou igual a 75% = Preferível

ALN maior ou igual a 55% e menor que 75% = Neutro

ALN menor que 55% - Insuficiente

### 3.4 Análise de Ofuscamento

O ofuscamento é um fenômeno causado pelo excesso de iluminância em um ambiente, sendo uma importante fonte de desconforto a se considerar na área de trabalho. Esse fenômeno pôde ser medido através do programa NatLite, também desenvolvido pelo Eduardo Breviglieri Pereira de Castro no ano de 2004, onde é gerado um gráfico do ofuscamento ao longo do dia. É importante ressaltar que as bases científicas relacionadas ao cálculo do ofuscamento nesse estudo derivam do trabalho de Eduardo Breviglieri.

### 3.5 Análise de Lightshelf Para a Fachada da Sala Analisada

O lightshelf, também denominado de prateleira de luz, é visto como um dispositivo arquitetônico utilizado para se obter uma melhor distribuição da luz natural no ambiente. Uma prateleira que leva a luz para o teto, trazendo para o ambiente uma iluminação difusa, que não causa ofuscamento, sendo o ideal a sua utilização nas fachadas Norte e Sul, pelo ângulo de inclinação que a luz chega na prateleira. Por se tratar de uma fachada Sudeste, foram feitos testes, através do software RadLite, a fim de comparar os resultados com e sem Lightshelf nessa fachada.

## 4 | RESULTADOS PRELIMINARES

Apresenta-se aqui a malha criada da área da sala de aula para realização das simulações. Uma derivação com mais pontos foi desenvolvida para a determinação dos resultados da autonomia de luz natural.

A malha original foi elaborada após alguns testes que levaram a um desenho com mais pontos de análise do que as anteriores, e com um eixo (coluna D) localizado na parte central da sala, servindo como referência para as outras colunas. Tanto as linhas quanto as colunas estão afastadas das janelas e entre si por 1 metro de distância. As colunas foram nomeadas com letras e as linhas com números, para facilitar o entendimento. Os pontos, juntos, formam a área de trabalho da sala, definida de acordo com o anexo A da NBR 8995-1.

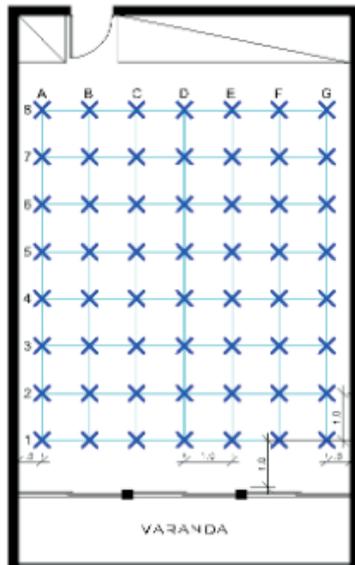


Figura 1: Malha Original

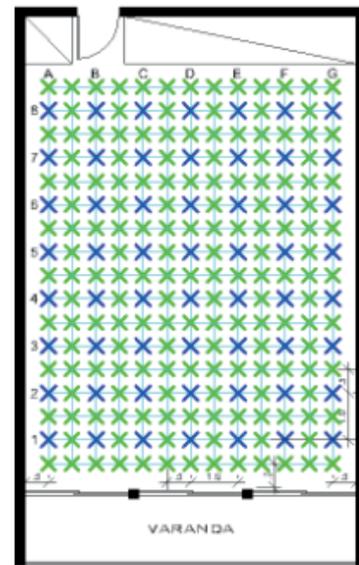


Figura 2: Malha Adaptada

#### 4.6 Fator de Luz do Dia

Abaixo, identifica-se um infográfico com as informações coletadas sobre a qualidade de luz da sala de aula através do fator de luz do dia, relacionando as colunas com a distância de cada ponto em relação à janela.

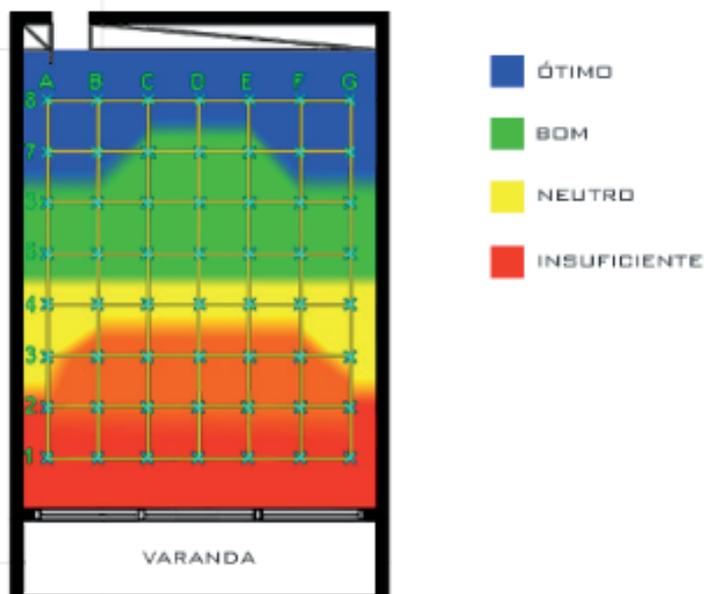


Figura 3: Área da sala que demonstra, graficamente, a qualidade de luz natural obtida através do fator de luz do dia.

## 4.7 Autonomia de Luz Natural

Para a realização do processamento da malha com mais pontos no troplux, versão 8, alguns parâmetros foram adotados para se conseguir resultados com uma menor margem de erro. Além do número de pontos por eixo na malha estudada, outras informações também foram definidas com base nos estudos de Ribeiro e Cabús (2019), como a faixa horária de 8 às 18hrs (horário legal) e o céu com distribuição dinâmica de luminâncias (DDL), esse recurso oferecido no Troplux escolhe um dos tipos de céu CIE (Commission Internationale de l'Éclairage), de acordo com sua probabilidade, no dia e na hora calculados.

Os resultado para autonomia de luz natural (ALN) e autonomia de luz natural espacial (ALNe) se apresentam abaixo:

Para nível mínimo 500 lux:

Para nível mínimo 500 lux:

ALN= 74,85% -Neutro

ALNe = 82,81% Preferível

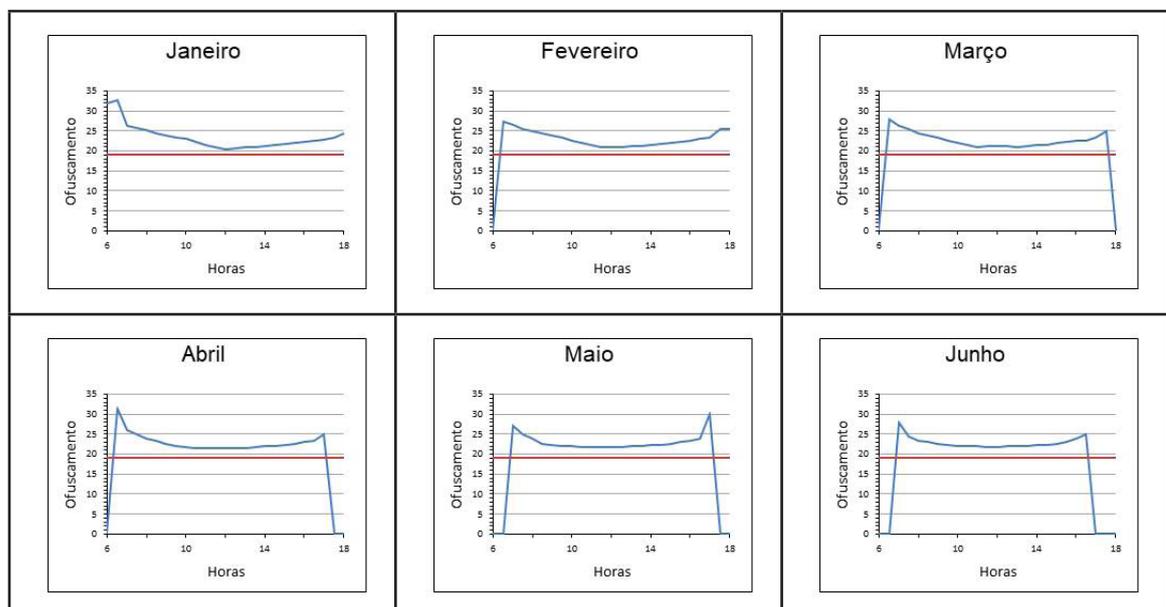
Para nível mínimo de 750 lux:

ALN = 63,45% -Neutro

ALNe = 58,37% Neutro

## 4.3 Ofuscamento

O resultado da análise de ofuscamento na sala de aula estudada é apresentado abaixo, na tabela 1. Os gráficos relacionam estes valores de ofuscamento ao valor máximo tolerável, antes da sensação de desconforto, considerando o valor de céu médio (céu típico do Rio de Janeiro) ao longo dos meses. Para tal, foi estabelecido um ponto de referência a 4 metros da janela e equidistante das paredes laterais da sala (o qual pode ser identificado nas figuras 1 e 2).



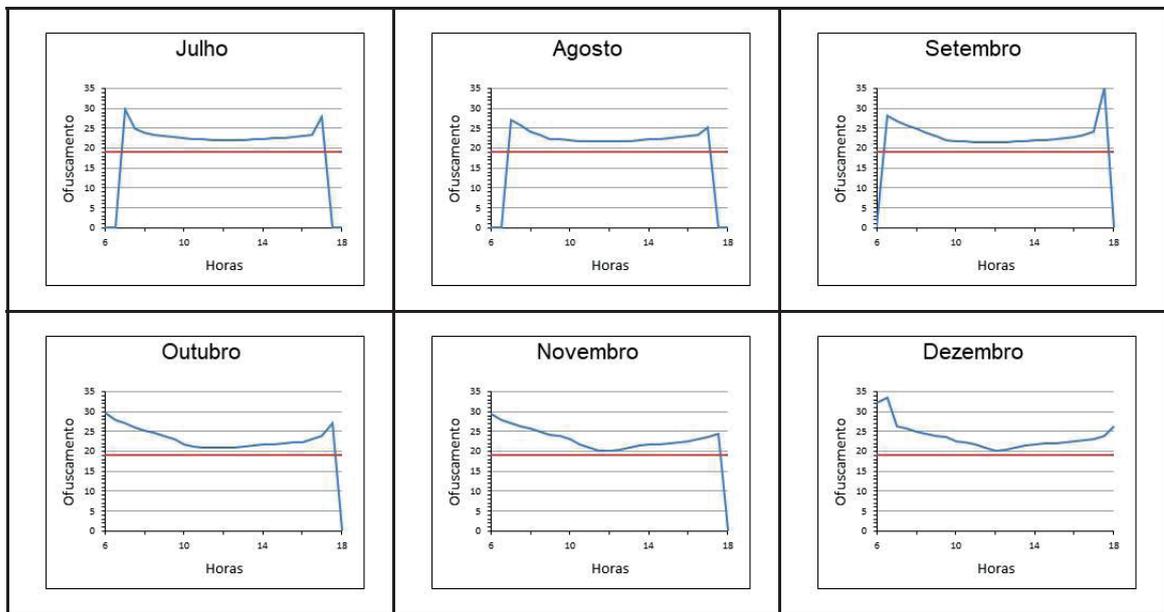


Tabela 1: A tabela acima apresenta os resultados do fenômeno do ofuscamento ao longo dos meses do ano na sala de aula analisada, relacionando as horas do dia com iluminação natural (eixo x) com os valores de ofuscamento (eixo y) em um dia com céu típico do Rio de Janeiro. Neste gráfico, a linha azul representa os valores de ofuscamento durante as horas do dia e a linha vermelha o valor máximo de ofuscamento antes do desconforto visual

#### 4.4 Prateleira De Luz

Os parâmetros da sala utilizados foram: D5 como ponto analisado com altura de 2,20m do piso, larguras nas partes externa e interna do lightshelf de 50cm, e espessura de 5cm, e refletâncias de 50% nas abas inferior e superior. Abaixo apresentam-se os gráficos obtidos pelo programa RadLite.



Os gráficos exibidos acima referem-se ao estudo da possibilidade de uso do LightShelf na fachada analisada, apresentando valores de iluminância no ponto ao longo do dia. As linhas em laranja são os valores considerando o lightshelf, e as em amarelo são os valores sem a prateleira de luz. Os gráficos foram definidos como dia de céu claro, médio e encoberto, onde o eixo X representa as horas do dia e o Y a iluminância que chega no ponto verificado em lux.

## 5 | DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1 Avaliação de Iluminação Natural Interna Através do Fator de Luz do Dia

Com os resultados obtidos conclui-se que os eixos espelhados em relação ao eixo central (eixo D) possuem o mesmo valor, e conforme as colunas vão se afastando do eixo D, os valores de iluminância vão diminuindo. Outra informação importante é a relevância da refletância nos resultados, pois durante os testes, foi modificada essa informação na parede do fundo da sala, considerando que essa tinha a mesma refletância das demais, 0,70. Como resultado obteve-se uma mudança na iluminação, apresentando níveis mais altos de ofuscamento, e em alguns pontos havendo mudança no parâmetro adotado de insuficiente para neutro. Contudo, essas mudanças foram mais perceptíveis nas linhas mais próximas dessa parede, no caso as linhas 7 e 8.

### 5.2 Avaliação de Iluminação Natural Interna Através da Autonomia de Luz Natural

Os resultados da autonomia de luz natural podem ser classificados como aceitáveis se considerado o nível mínimo de iluminância como 500 lux, valor mínimo de iluminância para uma sala de arte e artesanato segundo a NBR ISO/CIE 8995-1, visto que o valor de ALNe apresenta-se como preferível e o ALN conceitua-se como neutro, porém está no limite entre o neutro e o preferível. Contudo, quando analisa-se um nível mais restritivo como é o caso dos 750 lux para sala de aula de desenho técnico, esse conceito cai para o neutro em ambos os parâmetros analisados, ALN e ALNe.

### 5.3 Avaliação De Ofuscamento

Com base nos dados apresentados, o ponto analisado possui valores de ofuscamento maiores que o limite admitido para salas de arte e artesanato ou salas de desenho técnico, visto que o valor estipulado pela NBR ISO/CIE 8995-1, para esse tipo de ambiente é de 19 UGR. A sala apresenta maiores valores de ofuscamento no início e no final do dia, sendo os horários mais desfavoráveis para a realização de suas atividades.

Sendo assim, os horários mais propícios para a utilização da sala estão compreendidos entre o final da manhã e aproximadamente 16hrs, mesmo que ainda fora dos padrões recomendados, podendo haver portanto incômodo vindo da existência do ofuscamento na sala. Durante o verão a situação se agrava mais por apresentar uma permanência de valores elevados de ofuscamento por mais horas.

### 5.4 Avaliação da Eficiência do Lightshelf em Fachada Sudeste

A partir das análises dos gráficos, pôde-se comprovar que o uso da prateleira de luz na fachada Sudeste não é vantajoso, visto que os melhores resultados foram obtidos somente em dias de céu encoberto, onde as condições de iluminação e conseqüentemente a angulação dos feixes luminosos ocorre de forma mais uniforme, por conta da fonte de luz nessa condição de céu ser a abóboda celeste, e não o Sol de forma direta.

## 6 | CONCLUSÃO

De acordo com a autonomia de luz natural, a sala de aula somente se aproxima do conceito “favorável”, ou o atinge, com 500 lux de nível mínimo, não conquistando tal parâmetro em nível mais restritivo, como para sala de desenho técnico. Quando relacionada com o fator de luz do dia, pode-se deduzir que a área que não apresenta os valores suficientes de iluminância ao longo do ano, cerca de 20% para sala de artes e artesanato, e 40% para sala de desenho técnico, não contabilizada na ALNe, refere-se aos fundos da sala que apresenta os valores mais baixos de iluminância no daylight factor.

Outro indicador importante para a análise de qualidade na sala foram os resultados de ofuscamento. Visto que ambos os fatores mencionados anteriormente verificam a qualidade da iluminação na sala, utilizando como principal critério o mínimo de iluminância necessária para uma área de trabalho, o ofuscamento mostra-se de extrema importância trazendo à tona outros problemas ligados à iluminação da sala, mesmo em áreas indicadas como adequadas, como as áreas próximas à janela. Assim, pôde-se perceber que a sala de aula possui altos índices de ofuscamento, e, mesmo nos horários com níveis menos elevados, pode acarretar em um incômodo aos usuários por estar acima do valor estipulado como limite pela NBR ISO/CIE 8995-1 para o desconforto visual.

Observando os resultados mencionados, buscou-se trazer uma alternativa ao local para um maior aproveitamento da luz natural na sala de aula através de uma maior distribuição dessa luz que chega ao local. Com esse intuito, simulou-se a prateleira de luz nessa fachada, visto que grande parte das bibliografias analisadas fazia menção a este recurso nas fachadas norte e sul, que são as indicadas para tal. Contudo, concluiu-se que a prateleira de luz na fachada estudada, fachada sudeste, não apresentava resultados significativos que justificassem sua instalação.

## REFERÊNCIAS

- ABNT NBR 8995-1: 2013, **Iluminação de ambientes de trabalho Parte 1: Interior**. Rio de Janeiro, 2013.
- ABNT NBR 15220-3: 2005, **Desempenho** térmico de edificações **Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2003.
- CASTRO, E.B.P. **Light-shelf: Estudo de sua eficiência lumínica através da simulação computacional**. Dissertação de Mestrado, PROARQ-FAU/UFRJ, 1996.
- CASTRO, E. B. P. **NatLite**. 2005.
- CASTRO, E. B. P. **RadLite**. Versão 2009. 1996.
- FROTA, A.B; SCHIFFER, S.R. **Manual de Conforto Térmico**. Studio Nobel, 1995.
- GELLER, H. S. (1990). **Efficient electricity use: a development strategy for Brazil**. American. Council for an Energy-Efficient Economy, Washington, DC, 164 p.

Grupo de Pesquisa em Iluminação da Universidade Federal de Alagoas. **TROPLUX. Versão 8.** 2019.  
Disponível em: <[https://ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/?page\\_id=61](https://ctec.ufal.br/grupopesquisa/grilu/?page_id=61)>

REINHART, Christoph. **Effects of interior design on the daylight availability in open pan offices.** National Research Council of Canada, Internal Report NRCC – 45374. Ottawa: NRC, 2002.

RIBEIRO, Pedro Vitor Sousa; CABUS, Ricardo Carvalho. **Análise da influência da malha de pontos em índices de avaliação de desempenho da luz natural.** *Ambient. constr.*, Porto Alegre, v. 19, n. 4, p. 317-333, Dezembro. 2019.

ROBBINS, C. **Daylighting: design and analysis.** Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York, 1986.

VIANNA, N.S.; Gonçalves, J.C.S. **Iluminação e Arquitetura.** Virtus s/c Ltda. São Paulo, SP, 2001.

## VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA DA GERAÇÃO DE ELETRICIDADE POR MEIO DE TELHAS FOTOVOLTAICAS APLICADAS A UMA RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR EM BELO HORIZONTE-MG

Data de aceite: 28/05/2020  
Data de submissão: 04/03/2020

### **Ricardo Augusto dos Santos Horta**

Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

Belo Horizonte-MG.

<<http://lattes.cnpq.br/8452587716755288>>

### **Rodrigo de Mello Penna**

Graduando em Engenharia de Produção Civil no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

Belo Horizonte-MG.

<<http://lattes.cnpq.br/7126894954497926>>

### **Raquel Diniz Oliveira**

PhD, Professora do Departamento de Engenharia Civil no Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET-MG).

Belo Horizonte-MG.

<<http://lattes.cnpq.br/0005625273834609>>

**RESUMO:** Um dos maiores desafios que envolvem a sociedade atual é a manutenção do ritmo de crescimento da economia sem gerar danos ao meio ambiente e à condição de vida dos habitantes. Neste cenário, considerando a importância do

setor energético e a relevância da utilização das fontes renováveis de energia, destaca-se a produção de energia elétrica por meio de sistemas fotovoltaicos. Dentre as tecnologias mais recentes que utilizam o efeito fotovoltaico, evidenciam-se as telhas fotovoltaicas. Neste contexto, realizou-se estudo de viabilidade técnica e econômica de sua aplicação em uma residência unifamiliar localizada em Belo Horizonte (MG), em comparação com a tecnologia de módulos fotovoltaicos, considerando-os conectados à rede elétrica da concessionária local. Os resultados indicaram que ambos os sistemas apresentam viabilidade técnica para o presente estudo de caso, uma vez que ambas as tecnologias se mostraram capazes de atender a 100% de sua necessidade energética. Contudo, apenas os módulos fotovoltaicos se mostraram viáveis quando avaliados sob o viés econômico. Tal fato pode estar relacionado ao elevado custo das telhas fotovoltaicas e à falta de subsídios e programas governamentais para incentivar o uso das tecnologias solares, e, conseqüentemente, reduzir os custos iniciais de investimento e aumentar o saldo positivo dos fluxos de caixa. Este trabalho apresenta, portanto, uma contribuição para a consolidação das telhas fotovoltaicas como alternativa sustentável na geração

de energia elétrica limpa, com redução das emissões de gases de efeito estufa, além de contribuir para a diversificação da matriz energética brasileira.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistemas fotovoltaicos; telhas fotovoltaicas, habitação unifamiliar.

## TECHNICAL AND ECONOMIC VIABILITY OF ELECTRICITY GENERATION THROUGH PHOTOVOLTAIC TILES APPLIED TO A UNIFAMILIARY RESIDENCE IN BELO HORIZONTE-MG

**ABSTRACT:** One of the biggest challenges in today's society is maintaining the pace of economic growth without damaging the environment and inhabitants living conditions. In this scenario, considering the renewable energy sources relevance and its importance on energy sector, we highlight the electricity generation through photovoltaic systems. Among the most recent technologies that use the photovoltaic effect, photovoltaic tiles can be evident. A technical and economic feasibility study of its application was carried out in a single-family residence located in Belo Horizonte (MG, Brazil), in comparison to photovoltaic panel technology, considering both system connected to the local grid. The results pointed out that both systems present technical feasibility to be applied in this case study, since the technologies were able to meet 100% of its energy needs. However, only photovoltaic panels were viable when evaluated under an economic bias. This may be due to the high photovoltaic tiles cost and also the lack of subsidies and government programs to encourage solar technologies adoption and, consequently, reduce initial investment costs as well as increase the positive cash flow balance. This work presents a contribution to the consolidation of photovoltaic tiles as a sustainable alternative in the generation of clean electric energy, with a reduction in greenhouse gas emissions, as well as contributes to Brazilian energy matrix diversification.

**KEYWORDS:** Photovoltaic systems; photovoltaic tiles, single family dwelling.

### 1 | INTRODUÇÃO

Conforme definição do Instituto para Desenvolvimento da Habitação Ecológica (IDHEA, 2015), a construção sustentável se caracteriza por ser um sistema construtivo capaz de proporcionar condições satisfatórias de conforto térmico, lumínico, acústico, entre outros aspectos recomendados para os usuários do espaço, juntamente com a preservação do meio ambiente, por meio de iniciativas que contribuam para a redução do consumo de energia, água e dos recursos naturais. Neste sentido, a utilização de materiais construtivos adequados às condições climáticas locais associadas ao uso de tecnologias e sistemas prediais eficientes pode contribuir para a melhoria da eficiência energética da edificação (LAMBERTS, 2014).

Segundo Costa e Prates (2005), o grande desafio da sociedade atual refere-se à concepção de novas tecnologias para diversificação da matriz energética mundial. O consumo descontrolado de fontes não renováveis de energia (petróleo, carvão, gás natural, etc.) tem acarretado na preocupação com o seu esgotamento, bem como na produção de danos crescentes ao meio ambiente por meio das emissões de gases de efeito estufa contribuindo

para o aquecimento global e mudanças climáticas (AL GORE JUNIOR, 2006).

A crise do petróleo da década de 1970 reforçou a preocupação acerca da indisponibilidade dos recursos energéticos no âmbito mundial. Entretanto, nesta época, soluções alternativas para a geração de energia eram incipientes e pouco acessíveis (PLANTIER, 2013). Posteriormente, verificou-se um gradativo aumento da participação das fontes renováveis de energia na matriz energética, especialmente nesta última década (NAKABAYASHI, 2014). Segundo o instituto de pesquisa *Bloomberg New Energy Finance* (BNEF), no ano de 2016, o volume mundial de investimentos em energia renovável foi, pela primeira vez, maior do que aqueles em fontes de energia de origem fóssil. Isto ocorreu porque, apesar dos preços mais baixos para as fontes de energia de origem fóssil, os investimentos em energia renovável, principalmente para sistemas fotovoltaicos e turbinas eólicas, tiveram um crescimento contínuo entre 2004 e 2015. Em termos quantitativos, os investimentos globais em energia renovável atingiram um montante de US\$ 329 bilhões em 2015, ultrapassando o volume de investimentos em fontes de energia de origem fóssil, que atingiram o patamar de US\$ 253 bilhões (PROCEL INFO, 2006a).

No Brasil, destaca-se o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL), criado em 1985, para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício. Tendo sido posteriormente ampliada, tal iniciativa aplica-se aos equipamentos eletrodomésticos, edificações, iluminação pública, entre outros. Assim, como resultado, de 1986 a 2017, a economia de energia obtida foi de 128,6 bilhões de kWh (PROCELINFO, 2006b). Contudo, iniciativas brasileiras para estimular a adoção de fontes alternativas de geração de energia ainda são escassas. O objetivo nº1169 de promover o uso de sistemas e tecnologias de geração de energia renovável na matriz energética brasileira do Plano Plurianual da União para o período de 2016 a 2019 foi vetado por ato presidencial (BRASIL, 2016). No ano de 2015, foi aprovado pela Comissão de Serviços de Infraestrutura (CI), o Projeto de Lei nº371 que permite o uso do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) para a aquisição e instalação de equipamentos de geração elétrica a partir de fontes hidráulica, solar, eólica ou de biomassa para residências. Esta medida poderá se aprovada, estimular o uso de recursos energéticos renováveis nas residências brasileiras (PROCEL INFO, 2006c). Cumpre destacar que a Resolução Normativa ANEEL nº 482/2012 referente à micro e mini geração, bem como compensação de energia elétrica (ANEEL, 2012) definiu e possibilitou meios para a implantação dos sistemas fotovoltaicos em residências brasileiras.

Considerando a importância do setor energético para a promoção de fontes renováveis, destaca-se a produção da energia elétrica proveniente da energia solar por meio do efeito fotovoltaico. Neste sistema, os fótons, que são partículas carreadoras de energia presentes na luz solar, incidem sobre uma superfície composta de células fotovoltaicas (normalmente feitas de silício ou outro material semicondutor). Nos extremos do material semicondutor surge uma diferença de potencial elétrico, responsável por colocar em movimento os elétrons da estrutura, produzindo corrente elétrica (NASCIMENTO, 2004). Por meio do efeito fotovoltaico, as células solares convertem diretamente a energia solar em energia elétrica de forma estática, silenciosa, não poluente e renovável (RÜTHER, 2004).

Dentre as tecnologias mais recentes que utilizam o efeito fotovoltaico destacam-se as telhas fotovoltaicas. Desenvolvida pelas empresas italianas Area Industrie Ceramiche e REM com o nome de “*Tegola Solare*”, tal sistema se propõe a substituir os pesados e espaçosos modelos dos módulos fotovoltaicos, e vêm adquirindo espaço no mercado internacional. Com o objetivo de intensificar os ganhos de eficiência e aprimorar o aspecto estético da edificação, a “*Tegola Solare*” é similar a uma telha cerâmica convencional, apresentando o diferencial de ser constituída de um conjunto de células fotovoltaicas (ECOD, [201-]).

## 2 | OBJETIVO

O objetivo deste estudo consiste em verificar se a tecnologia das telhas fotovoltaicas apresenta viabilidade técnica e econômica para ser implantada em uma residência unifamiliar simulada localizada em Belo Horizonte-MG.

## 3 | MÉTODO

O presente trabalho consiste em uma pesquisa aplicada, destinada à investigação da viabilidade técnica e econômica de telhas fotovoltaicas, em comparação com a tecnologia de módulos fotovoltaicos convencionais, aplicadas a uma edificação residencial para o atendimento integral da sua demanda de energia elétrica. Selecionou-se, como estudo de caso simulado, uma habitação unifamiliar, localizada em Belo Horizonte - MG. O método deste trabalho perpassou por sete etapas principais:

- I. Definição e caracterização do estudo de caso;
- II. Estimativa do consumo energético;
- III. Cálculo de Horas de Sol Pleno;
- IV. Definição do modelo e quantidade das telhas e módulos fotovoltaicos para atender à 100% da demanda energética;
- V. Dimensionamento dos inversores dos respectivos sistemas fotovoltaicos;
- VI. Análise da viabilidade técnica e econômica;
- VII. Conclusões e recomendações.

### 3.1 Definição e caracterização do estudo de caso

O estudo de caso simulado deste trabalho consiste em uma edificação residencial unifamiliar, composta por três membros, localizada em Belo Horizonte - MG. Para a seleção do número de membros adotou-se como base a média de moradores por domicílio no Brasil, sendo esta média de 3,0, segundo o censo demográfico de 2015, realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (VALOR ECONÔMICO, [201-]).

Quanto à dimensão da edificação, informações contidas na planta baixa da edificação

(Figura 1) indicaram uma área de 77m<sup>2</sup>, composta por três quartos (sendo uma suíte para um casal, quarto de solteiro e escritório), dois banheiros, cozinha, sala de jantar, sala de estar, área de serviço e corredor. Na Figura 2 observa-se que a cobertura da edificação se constitui por um telhado, subdividido em duas águas para escoamento pluvial além de torre para abrigar o reservatório d'água. A área útil da cobertura foi de 97,2m<sup>2</sup>, exclusiva a área ocupada pela caixa d'água. Para localidades no hemisfério sul, a região norte se mostra, de modo geral, como a mais indicada para implantar o sistema fotovoltaico, devido à maior incidência da radiação solar durante o dia, o que possibilitaria maior geração de energia fotovoltaica (SOLARVOLT, 2015). Desta forma, a área útil orientada a norte foi metade da área útil (48,6m<sup>2</sup>). A área de cobertura destinada a implantação do sistema fotovoltaico não coincide com a sua área de projeção em planta, mas sim com a sua área inclinada obtida pelo ângulo de inclinação ou caimento das telhas. Para o cálculo da área útil inclinada de cobertura voltada para o norte definido para a implantação do sistema fotovoltaico, tomou-se como base um caimento de 60%, capaz de promover o perfeito escoamento da água da chuva, o que equivale a um telhado de 27° de inclinação (Miranda Corrêa, [201-]). Desta forma a área útil inclinada a norte foi de 54,54m<sup>2</sup>.

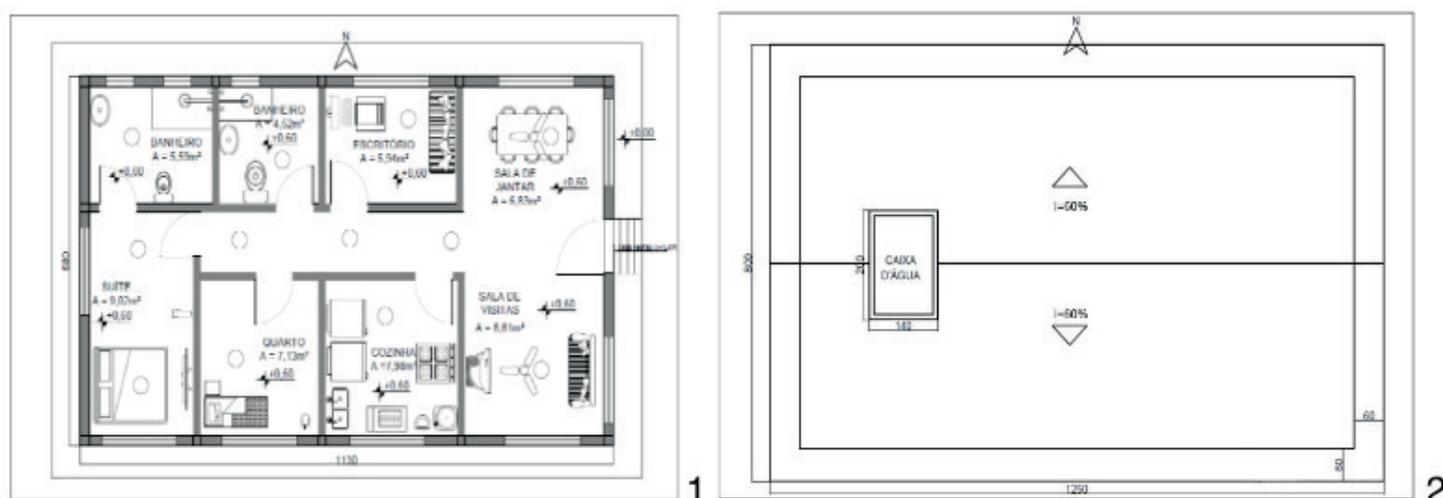


Figura 1 - Planta baixa da edificação. Figura 2 - Planta de cobertura da edificação.

Destaca-se que não foi necessária a realização do teste de carga sobre as ripas que promovem a sustentação dos equipamentos fotovoltaicos. Isto ocorre, pois, considerando a área equivalente das telhas coloniais em comparação com as telhas fotovoltaicas, o peso existente sobre a estrutura do telhado é maior no caso da instalação de telhas coloniais, o que atesta o fato da capacidade de carga da parte estrutural da cobertura ser suficiente, podendo os sistemas fotovoltaicos ser instalados com segurança.

### 3.2 Estimativa do consumo energético

O consumo energético mensal da edificação em estudo foi obtido por meio de estimativa utilizando o simulador de consumo energético residencial, disponibilizado no site da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG). Para o cálculo do consumo energético

residencial, considerou-se uma rotina de funcionamento em que os três membros permanecem em casa somente durante o turno da noite, totalizando 12 horas por dia, durante 30 dias. As quantidades e os tipos de cada equipamento foram baseados nos eletrodomésticos constantes na planta baixa da edificação deste estudo.

Em relação aos tempos de uso, considerou-se que a geladeira e o *freezer* possuem o ciclo de funcionamento do seu motor reduzido. Em pesquisa experimental, em um ciclo de 10 minutos, o funcionamento do motor de geladeira foi de 4 minutos sendo os 6 minutos restantes em *stand by* (ECONOMIZANDO ENERGIA, 2011). Sendo assim, o consumo de energia é da ordem de 40% das horas em um dia (9 horas e 36 minutos). Para o chuveiro elétrico, a frequência e a duração do uso de chuveiros para banho estão associadas a aspectos comportamentais. Desta forma, a sua duração pode ser mais curta ou prolongada, variando de 5 a 15 minutos (LNEC; ISA, 2001). Neste contexto, Barreto (2008) considerou um valor médio de 8 minutos de duração ao passo que outros autores adotaram como referência um tempo de banho mais prolongado de 15 minutos (AOYAMA; SOUZA; FERRERO, 2007; SILVA; SOUZA, 2012). Em relação aos demais equipamentos, foram considerados tempos de uso padrão, baseados na rotina de consumo informada por uma família com perfil semelhante ao estudo de caso.

### 3.3 Simulação dados do consumo energético

Após a simulação de consumo energético calculou-se o número de horas de sol pleno (HSP) do local, a partir da radiação solar considerada para Belo Horizonte-MG, obtida por meio do Atlas Solarimétrico do Brasil (2000). Para uma melhor coerência da eficiência do aproveitamento da radiação solar da região, considerou-se a inclinação ideal do sistema fotovoltaico igual à latitude do local (Roaf *et al.* 2009). A partir dos valores de irradiação calculou-se as horas de sol pleno (HSP) por meio da Equação 1 (PINHO *et al.* 2014).

$$\text{HSP} = \frac{I(\text{kW}/\text{m}^2)}{1(\text{kW}/\text{m}^2)} \quad \text{(Equação 1)}$$

Sendo:

HSP, as Horas de Sol Pleno [horas/dia];

I, a Irradiação Média [kWh/m<sup>2</sup>/dia].

### 3.4 Definição do modelo e quantidade das telhas e módulos fotovoltaicos para demanda energética

Posteriormente à determinação do cenário da edificação, escolheu-se o sistema fotovoltaico conectado à rede (SFCR), para o sistema de telhas fotovoltaicas e módulos solares, pela possibilidade de injetar o excesso de energia produzida na rede pública, acumulando créditos energéticos (MARQUES *et al.*, 2016), e por dispensar o uso de baterias, reduzindo, seu custo de implantação (RÜTHER, 2004). Para o dimensionamento dos SFCR,

a escolha do modelo da telha fotovoltaica teve como critério o menor valor na relação preço/watt-pico. Da mesma forma, foi utilizado esse critério para a escolha do módulo fotovoltaico, analisando-se modelos presentes nas lojas virtuais MINHA CASA SOLAR e NEOSOLAR. A quantidade de módulos do sistema fotovoltaico foi definida para atender à 100% da demanda energética simulada neste trabalho. Dessa forma, utilizou-se da Equação 2 e Equação 3 (ZOMER, 2014) para encontrar a Equação 4, que relaciona a quantidade de módulos do sistema a ser analisado em função da quantidade de energia elétrica necessária para a suprir a demanda local.

$$P_{cc} = n.P_{nom} \quad \text{(Equação 2)}$$

Sendo:

$P_{cc}$ , a Potência instalada em corrente contínua [kWp];

$n$ , o Número de módulos fotovoltaicos a serem utilizados;

$P_{nom}$ , a Potência nominal do módulo fotovoltaico escolhido [kWp].

A Equação 3 relaciona a geração solar fotovoltaica, mês a mês, pela potência instalada, HSP e pela Taxa de Desempenho de 0,75, valor que considera perdas típicas de inversores, circuitos elétricos e perdas no sistema por poluição (EPE, 2012).

$$E = HSP.P_{cc}.TD \quad \text{(Equação 3)}$$

Sendo:

$E$ , a Geração solar fotovoltaica diária [kWh];

HSP, as Horas de Sol Pleno [horas/dia];

$P_{cc}$ , a Potência instalada em corrente contínua [kWp];

TD, a taxa de Desempenho do sistema (considera inversor e conexões).

Como a geração solar fotovoltaica diária deve-se igualar com a energia elétrica necessária teremos com a Equação 4:

$$n = \frac{G}{HSP.P_{nom}.TD} \quad \text{(Equação 4)}$$

Sendo:

$G$ , a Energia Elétrica demandada diária [kWh];

$n$ , o Número de módulos fotovoltaicos a serem utilizados;

HSP, as Horas de Sol Pleno [horas/dia];

$P_{nom}$ , a Potência nominal do módulo fotovoltaico escolhido [kWp];

TD, a taxa de Desempenho do sistema (considera inversor e conexões).

Destaca-se que fatores como correção do norte verdadeiro em relação ao norte

magnético e o sombreamento da caixa d'água sobre a instalação fotovoltaica não foram levados em consideração e podem ter influência nos resultados.

### 3.5 Dimensionamento dos inversores dos respectivos sistemas fotovoltaicos

A escolha dos inversores seguiu as recomendações técnicas do fornecedor encontradas no site da empresa Umbelino Monteiro de Portugal, referentes às telhas solares da marca SOLESIA. Para o SFCR de placas solares, seguiu-se a metodologia sugerida por Pinho *et al.* (2014) para a escolha dos inversores, que realizam a conversão energética de corrente alternada para corrente contínua, utilizando-se das equações 5, 6, 7, 8 e 9, considerando-se as características elétricas do gerador para evitar um superdimensionamento. Além disso, seguiram-se as recomendações de RÜTHER (2004) para a melhor configuração de *strings* para a potência instalada do sistema de telhas e de módulos fotovoltaicos.

$$P_{inv} = FDI \cdot P_{cc} \quad \text{(Equação 5)}$$

Sendo:

$P_{inv}$ , a Potência nominal do inversor [kWp];

FDI, o Fator de Dimensionamento de inversores [adimensional];

$P_{cc}$ , a Potência instalada dos módulos fotovoltaicos [kWp].

$$N < \frac{V_{i\max}}{V_{oc}} \quad \text{(Equação 6)}$$

Sendo:

$N$ , o Número máximo de módulos associados em série em uma mesma *string*;

$V_{i\max}$ , a Tensão máxima de entrada do inversor [V];

$V_{oc}$ , a Tensão de circuito aberto do módulo [V].

$$\frac{V_{iSPPM\min}}{V_{mp}} < N < \frac{V_{iSPPM\max}}{V_{mp}} \quad \text{(Equação 7)}$$

Sendo:

$N$ , o Número máximo de módulos associados em série em uma mesma *string*;

$V_{iSPPM\min}$ , a Tensão do Seguidor de Ponto de Potência - SPPM mínima [V];

$V_{iSPPM\max}$ , a Tensão SPPM máxima [V];

$V_{mp}$ , a Tensão na potência máxima do módulo [V].

$$n_s = \frac{I_{max}}{I_{sc}} \quad \text{(Equação 8)}$$

Sendo:

$n_s$ , o Número de *strings* em paralelo admitido por um mesmo inversor ou uma mesma entrada de inversor;

$I_{max}$ , a Corrente contínua máxima de entrada [A];

Isc, a Corrente de curto circuito do módulo [A].

$$P_{inv} = N.V_{mp}.I_{mp}.n_s.n_e.TD$$

(Equação 9)

Sendo:

$P_{inv}$ , a Potência no inversor [W];

N, o Número de módulos em cada *string*;

$V_{mp}$ , a Tensão do módulo fotovoltaico na potência máxima [V];

$I_{mp}$ , a Corrente do módulo fotovoltaico na potência máxima [A];

$n_s$ , o Número de *strings* em paralelo em um inversor;

$n_e$ , o Número de entradas do inversor;

TD, a Taxa de desempenho.

### 3.6 Análise de viabilidade técnica e econômica

Para o cálculo do investimento na implantação do SFCR de telhas e de módulos fotovoltaicos, calculou-se a quantidade dos módulos, e seus respectivos inversores, como demonstrados na Equação 10. Os gastos com conexões, suportes e outros componentes da instalação do sistema, custo com a mão de obra de implantação e projetos envolvidos foram estimados na ordem de 31% do valor investido, baseado em estudo de mercado (IDEAL; AHKRJ, 2018).

$$I = 1,31.[(np.pp)+(ni.pi)]$$

(Equação 10)

Sendo:

I, o investimento inicial [R\$];

np, a Quantidade de módulos necessários;

pp, o Preço orçado dos módulos [R\$];

ni, a Quantidade de inversores necessários;

pi, o Preço orçado dos inversores [R\$].

O investimento nos sistemas fotovoltaicos tem como contrapartida os gastos anuais com operação e manutenção, sendo que estes custos representam as saídas de capital no fluxo de caixa. Para as atividades de operação e manutenção de sistemas fotovoltaicos, considera-se um gasto anual de 1% sobre o valor do sistema (NAKABAYASHI, 2015). Estes custos foram classificados como saídas de capital no cálculo do *payback* descontado dos sistemas fotovoltaicos instalados. No manual do fabricante de ambos os sistemas, telhas solares e módulos fotovoltaicos, consta que o equipamento opera com rendimento mínimo de 80% para até 25 anos de uso (SOLESLIA, 2015; SOLARVOLT, 2015). Assim, considerou-se, para efeito de depreciação, a vida útil de 25 anos para os módulos e telhas fotovoltaicas. Por outro lado, os inversores apresentam vida útil de 10 anos e dessa forma o investimento

inicial contabilizou a compra de duas vezes a quantidade de inversores necessária para atender o consumo energético mensal estipulado, para um cálculo mais preciso do fluxo de caixa de 25 anos.

Ademais, considerou-se neste estudo a tarifa aplicável a uma residência de padrão normal, conforme parâmetros estabelecidos pela CEMIG, localizada em área urbana. Nestas condições, existem quatro bandeiras tarifárias: verde, amarela, vermelha patamar 1 e vermelha patamar 2 (CEMIG, 2019). A variação das bandeiras tarifárias ocorre segundo as condições de geração de eletricidade, sendo o custo para a cor verde, o menor, para a amarela, intermediário e para a vermelha, o maior. Para efeito deste estudo utilizou-se a média das tarifas cobradas, equivalente a R\$ 0,65768/KWh. Sendo assim, para as entradas de capital, ano a ano, possibilitadas pelo investimento nos sistemas fotovoltaicos instalados, considerou-se o valor obtido pela multiplicação do custo médio da tarifa pelo consumo mensal por 12 meses.

A avaliação da viabilidade econômica de ambos SFCR pautou-se na análise do Fluxo de Caixa gerado para o tempo de vida útil do sistema (25 anos) e dos respectivos índices financeiros: Valor Presente Líquido (VPL), *Payback* descontado e Taxa Interna de Retorno (TIR). Para o cálculo destes índices, a Taxa Mínima de Atratividade (TMA) considerada foi estipulada sobre o INCC (Índice Nacional da Construção Civil), sendo este o índice utilizado para aferir a evolução dos custos habitacionais no Brasil. Assim, considerando a variação nos últimos 12 meses (PORTAL BRASIL, 2020) estabeleceu-se um valor médio para a TMA de 3,9878% a.a.

#### 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da simulação de consumo energético estão registrados na Tabela 1, em que se totalizou um consumo residencial de 347,055 KWh/mês. Complementarmente à estimativa realizada pelo simulador, foi verificada a veracidade dos resultados, com os dados de uma conta de energia elétrica da CEMIG fornecida por uma família, com perfil de uma residência unifamiliar, de três membros, localizada em Belo Horizonte-MG, semelhante ao estudo de caso. Desta forma, verificou-se a adequação dos resultados gerados no simulador em comparação com a média do consumo real (347,17 KWh/mês) para 12 meses contados de março de 2017 até o mês de fevereiro de 2018.

Equipamento	Quantidade	Potência	Dias de uso	Tempo de uso	Total KWh/mês
Carregador de celular	3	15 W	Dia/mês 30	4 Hr 0 min	5,4
Chuveiro	2	4400 W	Dia/mês 30	0 Hr e 22 min	96,8
Computador	1	200 W	Dia/mês 30	2 Hr e 0 min	12
Ferro de passar	1	1000 W	Dia/mês 30	0 Hr e 3 min	1,5
Fogão elétrico	1	1500 W	Dia/mês 30	0 Hr e 30 min	22,5

Freezer	1	170 W	Dia/mês 30	9 Hr e 36 min	48,96
Geladeira	1	190 W	Dia/mês 30	9 Hr e 36 min	54,72
Lâmpada Fluorescente, 40W	12	40 W	Dia/mês 30	5 Hr e 0 min	72
Lavadora de roupas	1	1000 W	Dia/mês 30	0 Hr e 20 min	4
Liquidificador	1	300 W	Dia/mês 30	0 Hr 5 min	0,75
Micro-ondas	1	1500 W	Dia/mês 30	0 Hr e 5 min	3,75
Sanduicheira	1	750 W	Dia/mês 30	0 Hr e 5 min	1,875
Televisão	2	150 W	Dia/mês 30	2 Hr 0 min	18
Ventilador	2	80 W	Dia/mês 30	Hr 1 e 30 min	4,8
Total					347,055

Tabela 1 - Simulação do consumo residencial.

A partir da radiação solar global diária, média anual de 4,44kWh/m<sup>2</sup>, para a região de Belo Horizonte – MG, de acordo com Atlas Solarimétrico do Brasil, (2000), encontrou-se um HSP de 4,44 horas/dia. O modelo de telha fotovoltaica escolhido foi da marca SOLESIA fabricada pela empresa Umbelino Monteiro de Portugal, pela ausência de fornecedores nacionais, custo benefício e garantia de 25 anos. Segundo o fornecedor, cada unidade apresenta uma potência nominal de 90W com um peso de 12 Kg, Já para o modelo dos módulos fotovoltaicos, escolheu-se o módulo solar fotovoltaico de 265W Canadian Solar - CS6K-265P com as dimensões de (1662 x 996 x 8,5 mm), por apresentar menor relação custo por Watt (R\$/W), potência nominal de 265W e eficiência de 16,1% de acordo com especificações do fabricante. Com tais especificações foi possível encontrar a quantidade total de 38 telhas fotovoltaicas ou 13 módulos fotovoltaicos para suprir a demanda de consumo energético do apartamento.

Dando continuidade ao dimensionamento, para a quantidade de telhas fotovoltaicas calculada o fornecedor recomenda a instalação de 1 inversor Inversor SMA Sunny MiniCentral SMC 7000HV-11. Para as placas fotovoltaicas, sob as condições para o dimensionamento de inversores, escolheu-se a instalação de 1 inversor do modelo Grid-Tie 3,0kW (Sem Wi-fi) B&B Power - SF3000TL, com potência individual do equipamento de 2,968W.

Os módulos fotovoltaicos apresentaram viabilidade técnica para o presente estudo visto que a área necessária para suprir integralmente a demanda energética da residência foi de 21,10m<sup>2</sup>, valor equivalente a 38,69% da área útil inclinada de cobertura voltada para o norte, que é de 54,54m<sup>2</sup>. Se considerarmos todo o telhado, os módulos fotovoltaicos ocupam 21,27% de sua área útil. O sistema de telhas fotovoltaicas também apresentou viabilidade técnica, visto que a área necessária para suprir todo o consumo energético da habitação foi de 23,98m<sup>2</sup>, valor equivalente a 43,97% da área útil inclinada de cobertura voltada para o norte. Assim, as telhas fotovoltaicas ocupam 24,67% da área total de cobertura, valor mais expressivo em comparação com aqueles obtidos para os módulos, podendo apresentar uma

interferência maior no volume do telhado como um todo.

Contudo, cumpre destacar que as telhas solares se adaptam melhor à cobertura da edificação do que os módulos fotovoltaicos, pelo fato de serem mais leves, além de não apresentarem fiação aparente e não havendo a necessidade de suportes especiais para a sua sustentação, características que facilitam a sua instalação.

Os valores para cálculo do investimento inicial para os dois SFCR dimensionados estão resumidos na Tabela 2 e 3, sendo que a área superficial modular das telhas fotovoltaicas dimensionada em 24,53 m<sup>2</sup> resultou em uma economia de R\$ 652,25 (R\$ 26,59/m<sup>2</sup>) por dispensar o telhamento com telha cerâmica de encaixe, do tipo portuguesa, para a área ocupada pelas telhas fotovoltaicas, conforme previsto na planilha de Índices da Construção Civil, código 94195 (SINAPI, 2019).

É importante ressaltar que, para ambos os sistemas fotovoltaicos, desconsiderou-se o custo do frete e/ou importação.

<b>Descrição</b>	<b>Preço Unitário (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
TELHA SOLAR SOLESIA (38 un)	R\$ 2.140,14 <sup>1</sup>	R\$ 81.325,32
Inversor SMA Sunny MiniCentral SMC 7000HV-11 (considerou-se 1 troca de inversor)	R\$ 14.390,00	R\$ 28.780,00
Instalação (mão de obra e materiais) – aproximadamente 31%	-	R\$ 34.132,65
Economias com telhamento	-	(652,25)
<b>Total</b>	-	<b>R\$ 143.585,72</b>

Tabela 2 - Preço de telhas e inversores do SFCR de telhas fotovoltaicas

Com 1 EUR = 4,9403 , conforme cotação do dia 28 de fevereiro de 2020, apresentada pelo Banco Central da moeda.

<b>Descrição</b>	<b>Preço Unitário (R\$)</b>	<b>Preço Total (R\$)</b>
Placa Canadian CS6K-265P (13 un.)	R\$ 589,00	R\$ 7.657,00
Inversor Grid-Tie 3,0kW (SemWi-fi) B&B Power - SF3000TL (considerou-se 1 troca de inversor)	R\$ 4.690,00	R\$ 9.380,00
Instalação (mão de obra e materiais) – aproximadamente 31%	-	(R\$ 5.281,47)
<b>Total</b>	-	<b>R\$ 22.318,47</b>

Tabela 3 - Preço de módulos e inversores do SFCR de módulos fotovoltaicos

A tabela 4 apresenta o Resultado dos índices financeiros de ambos os sistemas fotovoltaicos. Observa-se que os índices de VPL e TIR para a implantação das telhas fotovoltaicas foram negativos, bem como um *payback* descontado acima do tempo de útil do sistema. Já o módulo fotovoltaico apresentou os índices financeiros positivos com um *payback* de 11 anos e 2 meses.

Índices Financeiros	Telhas fotovoltaicas	Módulos fotovoltaicos
VPL	(R\$ 123.201,43)	R\$ 17.034,74
TIR	9,19%	10,30%
<i>Payback</i> descontado	Acima de 25 anos	11 anos e 2 meses

Tabela 4 - Resultados dos Índices Financeiros

## 5 | CONCLUSÕES

Com base na metodologia empregada foi possível o cumprimento do objetivo proposto neste artigo. Os resultados do estudo de viabilidade técnica permitem inferir que ambos os sistemas fotovoltaicos apresentam potencial para serem implantados em uma residência unifamiliar, considerando que as duas tecnologias foram capazes de atender a 100% da demanda energética residencial. Ambos os sistemas ocuparam áreas menores do que a área de cobertura norte da edificação, sendo possível a sua instalação e funcionamento em condições ideais de geração de energia, conforme recomendações técnicas dos fabricantes. Contudo, nota-se que as telhas fotovoltaicas se sobressaem no aspecto estético, harmonizando mais facilmente à cobertura das edificações, ao passo que os módulos fotovoltaicos se diferenciam quanto à sua potência e eficiência na conversão de energia.

Sob a perspectiva econômica, a implantação das telhas fotovoltaicas se mostrou inviável por não possuir retorno sobre o investimento. Verifica-se, portanto, que este sistema ainda apresenta baixa atratividade econômica para ser implantado no Brasil, tendo em vista o alto custo inicial do seu investimento. Em relação aos módulos, o tempo de retorno foi de 11 anos e 2 meses, equivalente a 44,67% do tempo de vida útil do equipamento, considerando a ferramenta de *payback* descontado. No caso das telhas fotovoltaicas, o alto valor de investimento impossibilitou o cálculo do *payback* no tempo de vida do equipamento, que é de 25 anos.

Em pesquisas futuras, podem ser dimensionados estes mesmos sistemas fotovoltaicos para o atendimento parcial da demanda energética da habitação, por exemplo, até um máximo de 70%. Desta forma, o custo inicial de implantação será reduzido, possivelmente favorecendo a obtenção de um menor tempo de retorno financeiro sobre o capital investido.

Novas alternativas, sob a ótica da política e da economia, envolvendo governo e empresas concessionárias de energia elétrica, poderiam contribuir para estimular o uso das telhas fotovoltaicas no mercado de energia brasileiro. Por parte do governo poderiam ser realizadas, por exemplo, reduções das taxas de juros nos financiamentos para consumidores

que queiram investir nesta tecnologia, além do fornecimento de subsídios para a sua implantação. A concessão de uso do FGTS para a compra de equipamentos fotovoltaicos, proposta em Projeto de Lei em tramitação, também poderia fomentar a adoção de soluções alternativas na geração de energia em edificações. Por parte das concessionárias, o aumento do preço pago pela energia injetada na rede elétrica pública, poderia contribuir para estimular a micro geração.

Ademais foi possível, por meio deste trabalho, demonstrar quantitativamente os prós e contras referentes à implantação do sistema de telhas fotovoltaicas.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pelo apoio financeiro, ao CEFET-MG pelo auxílio ao desenvolvimento deste trabalho, bem como as empresas NER – Naturocoberturas e Energias renováveis e Minha Casa Solar pelo fornecimento de informações técnicas e orçamentos referentes aos sistemas de telhas e de painéis fotovoltaicos.

## REFERÊNCIAS

AL GORE JUNIOR, Albert Arnold. **An Inconvenient Truth: the Planetary Emergency of Global Warming and what we can do about it**. New York: Rodale Press, 2006.

ANEEL – AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Resolução normativa nº 482**, de 17 de abril de 2012. Brasília, 2012.

AOYAMA, Enrico Sablich; SOUZA, Igor A. S. de; FERRERO, Wagner Brasileiro. **Análise de consumo e desperdício de água em atividades diárias por alunos da UNICAMP**.

Revista Ciências do Ambiente On-Line. Campinas, vol. 3, n. 2, ago. 2007.

BARRETO, Douglas Barreto. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 23-40, abr./jun. 2008.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Conversor de moedas**. Disponível em: <<http://www4.bcb.gov.br/pec/conversao/conversao.asp>>. BRASIL. Acesso em: 28 fev. 2020.

Presidência da República. **Mensagem nº 16**. Brasília: 13 jan. 2016.

CEMIG. **Valores de tarifa e serviços**. Disponível em: <[https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores\\_de\\_tarifa\\_e\\_servicos.aspx](https://www.cemig.com.br/pt-br/atendimento/Paginas/valores_de_tarifa_e_servicos.aspx)>. Acesso em: 28 fev. 2020.

COSTA, R. C.; PRATES, C. P. T. **O papel das fontes renováveis de energia no desenvolvimento do setor energético e barreiras à sua penetração no mercado**. BNDES Setorial: Rio de Janeiro, 2005.

ECONOMIZANDO ENERGIA. **Hackeando a geladeira**. São Paulo, 2011. Disponível em: <<https://economizandoenergia.wordpress.com/about/>>. Acesso em: 16 mar. 2018.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Análise da Inserção da Geração Solar na Matriz Elétrica Brasileira**. Rio de Janeiro, EPE 2012.

\_\_\_\_\_. **Balanco Energético Nacional 2018**: ano base 2017. Rio de Janeiro: EPE, 2018.

\_\_\_\_\_. **Inserção da Geração Fotovoltaica Distribuída no Brasil - Condicionantes e Impactos**. Rio de Janeiro, EPE 2014.

IDEAL - INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DE ENERGIAS ALTERNATIVAS NA AMÉRICA LATINA; AHKRJ - CÂMARA DE COMÉRCIO E INDÚSTRIA BRASIL-ALEMANHA DO RIO DE JANEIRO. **O mercado brasileiro de geração distribuída fotovoltaica**. Florianópolis/Rio de Janeiro: IDEAL/ AHK RJ, 2018.

IDHEA – INSTITUTO PARA O DESENVOLVIMENTO DA HABITAÇÃO ECOLÓGICA. **A moderna construção sustentável**. São Paulo, 2015.

ECOD – Portal do Instituto EcoDesenvolvimento. **Mercado aposta em telhas solares capazes de substituir painéis fotovoltaicos**. Salvador, [201-]. Disponível em: <<http://www.ecodesenvolvimento.org/posts/2014/mercado-aposta-em-telhas-solares-capazes-de>>. Acesso em: 11 abr. 2016.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência energética na arquitetura**. São Paulo: PW Editores, 1997. Atualizado em 2014.

LNEC - Laboratório Nacional de Engenharia Civil; ISA - Instituto Superior de Agronomia. **Programa nacional para o uso eficiente da água**. LNEC/ISA: Lisboa, 2001.

MARQUES, J. J. A.; OLIVEIRA, C. S.; DOS SANTOS JÚNIOR, B. F. **Instalação de um Sistema Fotovoltaico Misto Considerando a Readequação no Consumo de Energia Elétrica**. In: Simpósio Brasileiro de Sistemas Elétricos (SBSE), 2016, Natal. Anais... Natal: SBSE, 2016.

MINHA CASA SOLAR. **Painel Solar de 260W Globo Brasil - GBR-260P**. São Paulo, [201-]. Disponível em: <[http://www.mct.go.br/upd\\_blob/0012/12425.pdf](http://www.mct.go.br/upd_blob/0012/12425.pdf)>. Acesso em: 13 mar. 2017.

MIRANDA CORRÊA. **Informações técnicas**. [201-]. Disponível em: <<https://www.mirandacorrea.com.br/faq-questions-top>>. Acesso em 11 maio 2017.

NAKABAYASHI, R. **Micro geração fotovoltaica no Brasil: condições atuais e perspectivas futuras**. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2014.

NASCIMENTO, C. **Princípio de Funcionamento da Célula Fotovoltaica**. Lavras, MG, 2004. Disponível em: <[https://www.solenerg.com.br/files/monografia\\_cassio.pdf](https://www.solenerg.com.br/files/monografia_cassio.pdf)>. Acesso em: 04 abr. 2017.

PINHO, J. T.; GALDINO, M. A. **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. Rio de Janeiro: Cepel-Cresesb, 2014.

PLANTIER, R. **As Crises do Petróleo da Década de 1970**. São Paulo, 2013. Disponível em: <<http://meioambiente.culturamix.com/recursos-naturais/as-criSES-do-petroleo-da-decada-de-1970>>. Acesso em: 09 abr. 2016.

PORTAL BRASIL. **Índice Nacional de custo da construção do mercado – INCC/DI**. Brasília, 2020. Disponível em: <[https://www.portalbrasil.net/incc\\_di.htm](https://www.portalbrasil.net/incc_di.htm)>. Acesso em: 28 fev. 2020.

PORTAL ENERGIA. **Telhas solares fotovoltaicas uma aposta no futuro**. Guarda, [201-]. Disponível em: <<http://www.portal-energia.com/telhas-solares-fotovoltaicas-uma-aposta-no-futuro/>>. Acesso em: 28 abr. 2016.

PORTAL SOLAR. **Painel Solar - Condições Padrão de Teste (STC)**. Lisboa, [201-]. Disponível em: <<http://www.portalsolar.com.br/folha-de-dados-do-painel-solar---o-que-voce-precisa-saber.html>>. Acesso em: 03 abr. 2017.

PROCEL INFO - Centro Brasileiro de Informação de Eficiência Energética. Intersolar Europe: **Energia renovável avança no mundo inteiro. Rio de Janeiro**, 2006a. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?ViewID=%7BF5EAADD6-CCB0-4E29-A0C4-482D3D66BB65%7D&params=itemID=%7BB61B9CB1-D7AF-4E37-ADD2-114D1CFFDBA8%7D;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>>. Acesso em: 07 jun. 2016.

\_\_\_\_\_. **O Programa**. Rio de Janeiro, 2006b. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?TeamID={921E566A-536B-4582-AEAF-7D6CD1DF1AFD}>>. Acesso em 10 mar 2019.

\_\_\_\_\_. **Senado aprova uso do FGTS para compra de equipamentos de micro geração**. Rio de Janeiro, 2006c. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?ViewID=%7BF5EAADD6-CCB0-4E29-A0C4-482D3D66BB65%7D&params=itemID=%7B71AD6849-C9B4-4731-B412-D3DDB9CECCBB%7D;&UIPartUID=%7BD90F22DB-05D4-4644-A8F2-FAD4803C8898%7D>>. Acesso em: 18 abr. 2016.

ROAF, S; FUENTES, M; THOMAS, S. **Ecohouse: A casa ambientalmente sustentável**. Tradução Alexandre Salvaterra – 3ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SILVA, Cristiano Augusto Cunha; SOUZA, Teófilo Mighel De. **Desenvolvimento de sistema para dimensionamento do aquecedor solar popular de água**. Revista Sodebras, Fortaleza, volume 7, n. 73 – jan. 2012.

SINAPI – **Índices da Construção Civil**. Disponível em: <[http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-mg/SINAPI\\_ref\\_Insumos\\_Composicoes\\_MG\\_022019\\_Desonerado\\_retific.zip](http://www.caixa.gov.br/Downloads/sinapi-a-partir-jul-2009-mg/SINAPI_ref_Insumos_Composicoes_MG_022019_Desonerado_retific.zip)>. Acesso em 02 fev.2019.

SOLARVOLT. **Painéis fotovoltaicos**. São Paulo, 2015. Disponível em: <<http://www.solarvoltenergia.com.br/voce-sabe-qual-e-a-vida-util-dos-equipamentos-do-sistema-de-energia-fotovoltaica/>>. Acesso em: 13 mar. 2018.

SOLESIA. **Telhas Solares - Informação Técnica**. São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://www.renovarotelhadopoupaenergia.com/downloads/UM10.PDF.CATALOGOTECNICO\\_SOLESIA.PT.pdf](http://www.renovarotelhadopoupaenergia.com/downloads/UM10.PDF.CATALOGOTECNICO_SOLESIA.PT.pdf)>. Acesso em: 27 abr. 2017.

UMBELINO MONTEIRO. **Telha SOLESIA – Catálogo técnico**. Disponível em <[http://www.umbelino.pt/client/documentos/downloads/guias\\_aplicacao/CATALOGOTECNICO\\_SOLESIA.pdf](http://www.umbelino.pt/client/documentos/downloads/guias_aplicacao/CATALOGOTECNICO_SOLESIA.pdf)>. Acesso em 15 mar. 2018.

VALOR ECONÔMICO. **Em dez anos, cai pela metade proporção de residências superlotadas**. São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, [201-]. Disponível em: <<https://www.valor.com.br/brasil/4794551/em-dez-anos-cai-pela-metade-proporcao-de-residencias-superlotadas>>. Acesso em: 15 mar. 2018.

ZOMER, C. D. **Método de estimativa da influência do sombreamento parcial na geração energética de sistemas solares fotovoltaicos integrados em edificações**. 2014. Tese (doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2014.

## O PROCESSO DE PROJETO DE EDIFÍCIO DE BALANÇO ENERGÉTICO NULO (ZEB) NUMA PERSPECTIVA TERMODINÂMICA

Data de aceite: 28/05/2020

### **Roberta Carolina Assunção Faria**

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília – DF  
e-mail: robertacfaria7@gmail.com | <https://orcid.org/0000-0003-4794-0019>

### **Thiago Montenegro Góes**

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília – DF  
e-mail: tgoes@hotmail.com | <https://orcid.org/0000-0002-5745-229X>

### **Cláudia Naves David Amorim**

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília – DF  
e-mail: clamorim@unb.br | <https://orcid.org/0000-0001-6769-1983>

### **Joára Cronemberger**

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília – DF  
e-mail: joaracronemberger@unb.br | <https://orcid.org/0000-0002-8649-451X>

### **Caio Frederico e Silva**

Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Brasília – DF  
e-mail: caiosilva@unb.br | <https://orcid.org/0000-0001-8910-1841>

**RESUMO:** O processo de projeto arquitetônico requer uma compreensão

do objeto edificado dentro do contexto da sustentabilidade, da eficiência energética e em seu sentido mais amplo, dos princípios termodinâmicos. O objetivo deste capítulo é apresentar o processo de projeto de um edifício de balanço energético nulo (*Nearly Zero Energy Building*-NZEB), dentro do contexto de arquitetura sustentável e sua relação com os princípios termodinâmicos. Assim, o objeto de estudo em questão é o projeto de um Galpão Industrial de Reciclagem de Vidro localizado em Brasília. O processo de projeto visa minimizar a dependência de energia do edifício por meio de um design arquitetônico adaptado ao clima local e geração de energias limpas *in loco* para torná-lo NZEB. A esse fim, o projeto adota ferramentas computacionais como *DesignBuilder (v5.5)* e *Revit (2019)* desde as etapas iniciais de projeto. Esses programas permitem avaliações termoenergético e de conforto lumínico desde a concepção volumétrica, o que possibilita testar alternativas que melhorem o desempenho do edifício. Os resultados demonstram que 81% de horas ocupadas em conforto térmico, cerca de 80% da área é adequadamente iluminada de maneira natural durante o dia, o que indica uma redução de 71% da demanda energética. Destaca-se a instalação de módulos

fotovoltaicos no edifício principal, motivados pela farta radiação solar de Brasília ao longo do ano. Além disso, a geração de energia fotovoltaica é capaz de fornecer 94% da demanda energética do edifício. Em suma, o estudo de caso demonstra como ferramentas de simulação computacional são capazes de auxiliar o processo na busca de uma edificação mais eficiente e sustentável, além disso, comprova que o uso integrado de energias renováveis pode gerar edifícios de balanço energético próximos a zero no contexto climático do Distrito Federal.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sustentabilidade, Simulação Computacional, Eficiência energética, ZEB, arquitetura bioclimática.

## THE DESIGN PROCESS OF ZERO ENERGY BUILDING (ZEB) IN A THERMODYNAMIC PERSPECTIVE

**ABSTRACT:** The architectural design process requires a whole comprehension of buildings in the sustainability context, especially on energetic efficiency and thermodynamics perspectives. The goal of this chapter is to present the design process of a Nearly Zero Energy Building (NZEB) in the sustainable and thermodynamic context. In this sense, the case of study is a Project of an Industrial Hangar of Glass Recycling located in Brasília. The design process aims to minimize energy dependency using a design adapted to local climate conditions, additionally, it provides clean energy locally. For the project development, a computer simulation was used as a methodology with DesignBuilder (v5.5) and Revit (2019) since early design. Those tools allowed testing several design alternatives by thermal and energetic analysis, natural lighting, and shapes validations that could improve the building performance. The industrial hangar's project outcomes are 81% hours occupied with thermal comfort, 80% of the area with natural lighting during the day, and a 71% reduction of energy consumption. It is highlighted the installation of photovoltaic modules at the main building, due to the high solar radiation incident in Brasilia during in significant part of the year. Therefore, the local energy production supplies 94% of the energetic building demand. In summary, that study case demonstrates how computational tools could aid the process through more sustainable and efficient buildings, and how integrated with renewable technology could provide NZEB constructions in Distrito Federal.

**KEYWORDS:** Sustainability, Computer Simulation, Energy Efficiency, Zero Energy Building - ZEB, bioclimatic architecture.'

## 1 | INTRODUÇÃO

A evolução tecnológica pós revolução industrial modificou totalmente a relação do homem com o ambiente construído, dissociando-o cada vez mais do meio natural. Hoje o elevado consumo de recursos naturais pelo setor da construção civil torna a busca pela sustentabilidade no ambiente construído aliada a eficiência energética algo imprescindível (KERÉ, 2019). Para isso, é importante que haja esforços em função de contornar o atual curso do exercício da arquitetura no meio ambiente.

Até 2050, teremos mais de 70% da população em áreas urbanas, com este crescimento urbano latente, justificado principalmente pelo contínuo desenvolvimento econômico que

exige alto nível de produção e consumo, as cidades e seus habitantes se tornam cada vez mais consumidoras dos recursos naturais.

O fluxo intenso de produção está diminuindo o ecossistema (BROWN, 2006), e isso pode ser percebido pela diferença do potencial qualitativo do meio ambiente quando os ambientes desérticos se expandem, o nível do mar aumenta, a população per capita aumenta e o consumo per capita também aumenta (KORHONEN, HONKASALO e SEPPÄLÄ, 2017).

O edifício durante sua vida útil chega a consumir cerca de 50% de matéria prima retirada da natureza (RUUSKA e HÄKKINEN, 2014). Quanto ao consumo de energia elétrica, durante a fase de operação, as edificações são responsáveis pelo consumo de 47% no cenário nacional e 70% de toda energia elétrica gerada no mundo (PESSOA *et al.*, 2013), o que representa um quarto das emissões de CO<sub>2</sub> antrópicas mundiais (IPCC, 2007).

No entanto, já existem iniciativas que visam promover um ambiente construído com menores impactos ambientais, fomentando a resiliência urbana, eficiência energética e mitigação de gases de efeito estufa. Alguns exemplos dessas iniciativas são a Agenda 2030 da ONU, Nova Agenda Urbana- habitat III e o Acordo de Paris. A agenda 2030 especifica ações 17 objetivos de desenvolvimento sustentável, mas especificamente a de Energia Acessível e Limpa (ODS 7) Cidades e Comunidades sustentáveis (ODS 11), Consumo e produção Sustentável (ODS 12) e Ação Contra Mudança Global do Clima (ODS 13), estão inteiramente relacionadas ao contexto de resiliência urbana e crescimento ambiental de menor impacto.

Neste contexto, uma alternativa para diminuir o impacto das construções no meio ambiente surge o conceito *Zero Energy Building-ZEB (edifício de balanço energético nulo)*, ou *NZEB Nearly Zero Energy Building* (edifício de balanço energético próximo a zero), a ainda os ZEB+ (positivo), que possuem balanço energético positivo, ou seja, produzem mais energia elétrica do que consomem, sendo capazes de oferecer para a rede elétrica da cidade esta energia excedente. (Figura 1).



Figura 1– Conceito de edifícios de balanço energético nulo em três níveis – do próximo a zero ao balanço positivo.

De acordo com Torcellini (2006), um edifício ZEB, seja qual for sua tipologia, têm uma significativa redução no consumo de energia e um balanço energético baixo quando aplicada tecnologias renováveis.

Para dar suporte ao projeto de um edifício com boa performance energética é importante conhecer o impacto das decisões projetuais, sobretudo o impacto no consumo energéticos

dos sistemas capazes de operar o edifício. Neste sentido, aponta-se o uso de simulação computacional como uma estratégia útil para esse processo, pois pode-se gerar um modelo aproximado da realidade que prevê o comportamento do projeto em diversos aspectos. (PETERS e PETERS, 2018).

Em relação aos métodos de avaliação, a introdução da simulação computacional desde as fases iniciais do projeto de arquitetura é algo complexo, contudo, torna-se essencial para se a tomada de decisões mais assertivas para o bom desempenho do edifício. (OSTERGARD, JENSEN e MAAGAARD, 2016).

No Brasil, Lamberts *et al* (2005) discute que há pouco incentivo na obtenção de construções com baixo consumo energético, e que isso decorre da falta de iniciativas governamentais que fomentem a utilização de mais ferramentas de simulação durante o projeto. Tendo em vista o quadro nacional com poucos exemplos de edifícios com características ZEB, este capítulo pretende discutir o tema bem como apresentar uma metodologia para o projeto de edifício de balanço energético nulo ou próximo a nulo, mais especificamente, será apresentado um estudo de caso de galpão industrial<sup>1</sup> localizado no Distrito Federal, quando foram utilizadas simulações computacionais nas fases iniciais de projeto.

## 1.1 Objetivo

Este capítulo tem o objetivo de apresentar um processo de projeto de edifício de balanço energético quase nulo, discutindo-o no panorama da arquitetura sustentável e da eficiência energética do ambiente construído. Paralelamente, este capítulo também destaca boas práticas para uma arquitetura bioclimática alinhada aos princípios básicos da termodinâmica.

## 2 | ESTRUTURA DO CAPÍTULO

O conteúdo deste capítulo está dividido em dois momentos, sendo eles o primeiro destinado a uma ampla conceituação da arquitetura termodinâmica e o segundo destinado a apresentar o conceito de processo de projeto integrado, utilizando, para isso, o estudo de caso do projeto de edifício ZEB em Brasília.

- A arquitetura sob uma visão termodinâmica. Neste tópico são apresentados conceitos da Arquitetura Solar a partir da visão de alguns autores chave onde são indicadas estratégias para mitigar os impactos da Arquitetura no meio ambiente.
- Metodologia de projeto para edifício ZEB. Neste tópico destaca-se a metodologia de projeto para um edifício de galpão de reciclagem de vidro *Zero Energy Buildings* - ZEBs como estudo de caso. Para o desenvolvimento do projeto do Galpão de Reciclagem de Vidro ZEB foram utilizados alguns procedimentos de simulação computacional, sendo eles de conforto térmico, de iluminação natural e termoe-

---

<sup>1</sup> Projeto de Galpão de Reciclagem de Vidro *Zero Energy Buildings* – ZEBs, tema de Projeto Final de Graduação na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Brasília, detalhes do projeto constam em artigo previamente publicado (Faria e Silva, 2019)

nergética.

As etapas desse processo de projeto se dividem em Design Passivo e Design Ativo, onde dentro dessa macro divisão se inserem o Estudo Preliminar que aborda, fase de definição da Orientação e Volumetria, fase de design das vedações, com análise da transmitância térmica das vedações, simulação de iluminação natural e análise do percentual de horas ocupadas em conforto e análise de consumo de energia final.

Por fim, foi aplicado estratégia ativa de geração de energia limpa com instalação de módulos fotovoltaicos, para assim garantir o balanço nulo de energia do projeto.

### 3 | ARQUITETURA SOB UMA VISÃO TERMODINÂMICA

Um grande desafio da arquitetura frente ao desenvolvimento mais sustentável é demonstrado pelos fluxos físicos da matéria e energia, principalmente ao relacionar o conceito de entropia com o ambiente construído das cidades. O alto consumo de energia com a degradação de diversos elementos que compõem o meio e a reparação dessa degradação são o custo dessas cidades consumidoras de alta energia (ODUM, 2007).

O homem modifica o ambiente natural para se aproximar das condições de habitabilidade (OLGYAY, OLGAY, 1963). Para produzir uma arquitetura que consiga diminuir suas demandas energéticas, Corbella e Yannas (2003) afirmam que com a adequada associação do edifício com meio é possível reduzir o consumo de energia, o que é fundamental na busca de uma arquitetura mais sustentável.

A arquitetura aqui colocada como sinônimo de ambiente construído é um dos principais agentes responsáveis pelos impactos ambientais, responsável por 30% do consumo de energia elétrica mundial somente na fase de operação (IPCC, 2007) e 50% do consumo de toda matéria-prima extraída (RUUSKA e HÄKKINEN, 2014). A arquitetura pode ser sintetizada em um ciclo no qual se inicia utilizando elementos vivos, como os recursos naturais, passando por um processo de aniquilação desses elementos, através de um consumo de energia para os transformarem em elementos artificialmente construídos (BERG, 2014).

Sob o ponto de vista termodinâmico, os dois primeiros princípios – as leis de conservação e a entropia – possuem consequências marcante na arquitetura. A lei de conservação de energia está estritamente ligada às diversas questões relacionadas à eficiência energética, que almeja minimizar o impacto do setor responsável por 30% do consumo de energia elétrica (IPCC, 2007).

Outro ponto relacionado à questão da conservação de energia no ambiente construído, diz respeito da energia embutida nos materiais. Um produto em seu estado acabado, é um resultado de um acumulado de recursos materiais e energéticos, e para quantificar adequadamente seu impacto, é necessário analisar todo processo de produção, inclusive etapas posteriores ao uso, contemplando todo o seu ciclo de vida.

Contudo, a questão da energia e outros recursos embutidos em um determinado material ou produto, vai além da questão da conservação de energia, relativa a primeira lei da termodinâmica. Mais do que o simples acúmulo de energia e demais recursos no processo

de produção, uso e descarte de um produto, é importante considerar que esse processo envolve ao aumento de entropia, na transformação de energia de alta qualidade em baixa qualidade durante o processo. Por mais que as transformações ocasionem a concentração de uma energia de mais alta qualidade, mas em pequena quantidade, localmente, há invariavelmente uma dispersão de energia de baixa qualidade por todo o sistema, algo já apontado por Georgescu-Rogen (2013) e Odum (1983).

Além dessas questões relacionadas às duas primeiras leis da termodinâmica, questões relacionadas aos princípios de energia dos sistemas ecológicos também podem ser presentes no ambiente construído. Braham (2016) e Srinivasan e Moe (2015) apontam que a busca pela eficiência energética não contempla o entendimento do princípio de máxima potência. Em muitos casos essa visão é limitada e pontual o que acelera o processo de transformação de energia de alta qualidade - normalmente energia elétrica em calor. Dessa forma, acelera-se o processo de aumento de entropia, mas especialmente perde-se a oportunidade de criação de sinergias a partir do conceito de redes tróficas, o que beneficia subsistemas e torna o sistema completo mais resiliente.

Para minimizar os impactos decorrentes da produção do ambiente construído, necessita-se de uma abordagem que contemple adequadamente questões inexoráveis às dinâmicas físicas e ecológicas do sistema em que a arquitetura - e o ambiente construído como um todo - está inserida, do planeta Terra. Assim, propõe-se alguns princípios que podem auxiliar nesse objetivo.

### 3.2 Arquitetura Solar

A priorização do Sol como fonte de baixa entropia é o ponto fundamental para se alcançar uma arquitetura termodinâmica. A energia química armazenada no planeta Terra é limitada e ao se focar em sua transformação como fonte principal de energia, atualmente por meio de combustíveis fósseis. Por esse recurso possuir uma natureza finita, conflita diretamente com a lei da conservação de energia. Porém, o principal problema é que esse processo de dependência de combustíveis fósseis acelera o aumento da entropia e o fim da energia útil existente no planeta.

Por outro lado, por ser uma fonte de energia externa ao sistema - ao planeta Terra - a energia proveniente do sol, em parte, subverte o aumento da entropia do sistema, visto que há um fluxo contínuo de energia externa. Pela abundância de energia solar, esta é quase que ilimitada e infinita se comparadas com as necessidades humanas, o que evidencia a importância de se priorizar seu uso em relação com a energia provenientes de combustíveis fósseis.

Historicamente, a arquitetura sempre possuiu uma relação estreita com o sol, contudo, com o advento e popularização do condicionamento artificial de edifício, esta relação se enfraqueceu. Em resposta à crise energética mundial na década de 70 percebe-se um claro um resgate desses diversos princípios de condicionamento passivo, pelo movimento denominado de arquitetura solar. Essa arquitetura utiliza técnicas construtivas que permitem

ganhos térmicos para aquecimento, em climas frios, além da redução de perdas de calor através da inércia térmica das paredes (ZAMBRANO, 2008). Assim que as estratégias para conseguir um melhor desempenho das edificações do ponto de vista energético são utilizar técnicas de condicionamento passivo, atender à demanda energética principalmente com recursos renováveis e usar a energia não renovável de maneira ótima. Entre as principais variáveis para lograr esses objetivos estão a orientação no terreno e a forma dos edifícios - diretamente relacionadas à captação da irradiação solar, condicionando os ganhos e perdas caloríficas que influenciam as condições de conforto interno.

As envoltentes são decisivas na quantidade de energia consumida no edifício - é na pele dos edifícios que ocorre a troca com o meio ambiente, e aí é determinado o balanço energético final do edifício (HERAS, 2003). Elas são também fundamentais para conseguir um adequado nível de conforto ambiental e eficiência energética, desde que integrem sombreamento, orientação, iluminação e captação solar a materiais apropriados (HERZOG et al, 2004).

Os novos requisitos de eficiência energética exigidos aos edifícios, no qual se incluem os ZEBs, exigirão soluções tecnológicas que permitam a produção de energia elétrica no local da demanda (VOSS e MUSALL, 2013). Uma das maneiras mais eficientes de fazê-lo no ambiente construído é através da utilização de sistemas solares fotovoltaicos, que transformam a radiação eletromagnética do sol em eletricidade (corrente direta) através das células fotoelétricas, fabricadas com materiais semicondutores. Sua produtividade é altamente dependente do contexto climático onde estão localizados, diretamente proporcional à disponibilidade de irradiação solar e das variações sazonais, e em menor escala, inversamente proporcional à temperatura das células.

A possibilidade de integração na envoltória das edificações representa uma boa oportunidade para os sistemas fotovoltaicos, uma vez que pode otimizar o uso do solo e substituir parte dos componentes construtivos (LANG, 2003). Seja qual for a alternativa para instalação, o planejamento eficaz deve levar em consideração a orientação, a inclinação e a isenção de sombras dos módulos fotovoltaicos. A ventilação dos módulos é outro critério a ser seguido para evitar a perda de produtividade, em especial se instalados na envoltente. Nestes casos, para evitar a transferência de excesso de calor aos ambientes internos, pode ser necessário aumentar o isolamento dos materiais (Butera, 2014).

Dessa forma, buscar uma arquitetura - como também todo o ambiente construído - que enfoque mais nos recursos energéticos provenientes do sol e não da energia química já existente na Terra, é essencial. A arquitetura solar contemporânea deve buscar novas possibilidades técnicas e projetuais imbuídas de ambas bases - vernácula e científica. Por um lado, dando ênfase às soluções que contemplem adequadamente questões como orientação, aberturas e materiais construtivos, e por outro contando com sistemas solares ativos - fotovoltaicos e térmicos - para a produção de eletricidade e calor de fonte limpa e renovável, diretamente nos pontos de consumo.

### 3.3 Hierarquia de energia

Mais do que uma alteração da matriz energética que possua ênfase em fontes renováveis, especialmente a energia solar, uma arquitetura termodinâmica necessita consumir energia de forma mais consciente, o que vai muito além das questões recorrentes de eficiência energética e fontes renováveis. Um ponto fundamental é muito negligenciado é o quarto princípio de energia dos sistemas ecológicos, a hierarquia de transformações de energia de Lindeman-Odum.

Nesse sentido, primeiramente, seria adequado utilizar fontes alternativas de energia não elétricas na edificação, especialmente estratégias passivas para condicionamento. Isso se mostra muito mais adequado sob o ponto de vista de hierarquia de energia, visto que utiliza calor para lidar com o excesso ou falta de calor. Isso pode ser contemplado por meio de utilização de acumuladores de calor para ganho de calor. Ou vedações com grande atraso térmico, ou chaminés solares para a retirada de calor. Alternativamente, há a possibilidade da utilização de outras fontes não elétricas, como gás natural ou biogás, para fornecer aquecimento da água do chuveiro, por exemplo. Já sobre a questão do reuso de energia residual, esta pode ser contemplada a partir de sinergias entre os diversos sistemas. Por exemplo, há a possibilidade de se usar calor residual de equipamentos para o aquecimento de água ou ar. Além disso, atualmente existem diversos equipamentos recuperadores de calor, que possibilitam resgatar o calor da água e ar previamente aquecidos, como também pré-resfriar o ar a ser insuflado no ambiente.

### 3.4 Ciclo de Vida dos Materiais

A importância de se considerar o uso de materiais que possam ser reciclados na construção contribui com a diminuição da produção de resíduos urbanos advindos da construção civil, que em sua maioria são depositados irregularmente no meio ambiente e em grande quantidade (JOHN, AGOPYAN, 2000). Na Tabela 1 abaixo apresenta dados de alguns países sobre a quantidade resíduo produzido anualmente pelo setor da construção civil.

Ainda considerando o Ciclo de vidas dos materiais, outro problema acarretado pelo elevado consumo de materiais é o alto consumo de energia no processo de produção. Tendo em vista esse problema, o uso de materiais recicláveis no processo de produção contribui para a redução do consumo de energia. Destaca-se como exemplo a indústria de cimento, que pode fazer o uso de resíduos de bom poder calorífico com a co-incineração para a obtenção de sua matéria-prima, ou pode utilizar a escória de alto forno, resíduo com composição semelhante ao cimento (JOHN, 2000). Outro exemplo é o uso de agregado siderúrgico para compor materiais utilizados em obras de infraestrutura urbana, como ciclovias, pavimentos, calçadas e mobiliários (GERDAU, 2019).

## 4 | METODOLOGIA DE PROJETO PARA EDIFÍCIO ZEB

Este tópico é dedicado a apresentar o estudo de caso de método de projeto para galpão industrial ZEB em Brasília – Distrito Federal. A partir dos princípios demonstrados acima pode-se perceber a variedade de alternativas que podem ser adotadas a fim de diminuir o impacto causado pelas construções no meio. Pensando assim, projetar um edifício que além de ocupar o meio passe a contribuir com a melhora do mesmo pode ser criado a partir da união desses princípios. Mas antes de apresentar o projeto propriamente dito, este tópico apresenta o conceito de projeto ambiental integrado (AMORIM, 2018).

Uma das metodologias postar para o atingimento de um projeto com alta qualidade ambiental é o Processo de Projeto Integrado (PPI). O PPI é um processo iterativo, não linear: em contraste com o processo de projeto convencional linear, onde os membros da equipe trabalham isoladamente, o PPI promove ciclos de *feedback* crescentes entre todos os *stakeholders* do projeto (ATHIENITIS e O'BRIEN, 2015). É essencial que todos os participantes dividam a mesma visão do projeto desde o início para fornecer inputs e feedback ao resto da equipe. Os membros da equipe podem ser solicitados a trabalhar em tarefas fora de seu objetivo usual. O PPI encoraja todos os participantes a dividir o aprendizado e aperfeiçoando o processo como um todo.

A equipe deve ser multidisciplinar: de maneira ideal, o PPI inclui todos os *stakeholders* em um projeto, desde o proprietário, os projetistas, o construtor, os usuários e os operadores do edifício. Eles estão presentes desde os estágios iniciais de trabalho e cada um fornece uma expertise valiosa para o processo de projeto. Pode haver outros consultores dependendo das necessidades específicas do projeto (Figura 2).

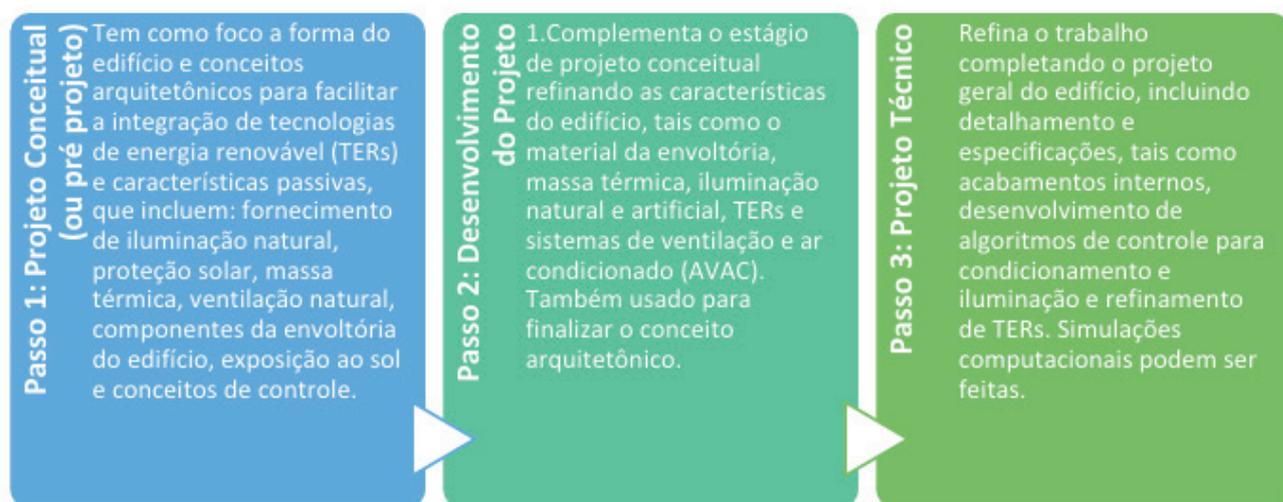


Figura 2– Os três passos interativos para o PPI

Fonte: Athienitis e O'Brien (2015)

O projeto de ZEBs requer que as considerações de projeto relacionadas a energia sejam consideradas significativamente mais cedo no processo de projeto do que em edifícios convencionais. Em climas quentes, três perguntas podem ser feitas nas fases iniciais: [1]

Quais as melhores estratégias passivas para este clima? [2] Quanta energia solar pode ser coletada e armazenada no sítio? [3] Aproximadamente quanta energia usada para resfriamento pode ser reduzida melhorando aberturas (janelas e zenitais) e vedações opacas (paredes e cobertura)?

#### 4.5 O Projeto de Balanço Energético Nulo

O Conceito de edificação ZEB ou NZEB pode ser trabalhado como uma construção que, passivamente, diminui suas demandas energéticas, e ao aplicar estratégias ativas limpas de geração de energia passe a dar retorno ao meio ambiente de maneira quase simbiótica.

O Galpão em estudo obtém 15.428,15 m<sup>2</sup> e está localizado no Setor de Indústrias e Abastecimento, na cidade de Brasília, Distrito Federal em um terreno de 45.794 m<sup>2</sup> de área e com inclinação de 0,77°. Tentando melhor aproveitar a geometria do terreno e a respeitar a linearidade que melhor se adequa para a funcionalidade de um galpão, o projeto foi disposto as maiores fachadas a leste – oeste (Figura 3).



Figura 3 – Planta de implantação do projeto do galpão NZEB

Fonte: Faria, 2018.

A concepção volumétrica do projeto partiu da necessidade de captação de água da chuva, que é uma demanda de grande importância para o DF que vem passando por severas crises hídricas, e para o reuso de água no processo de reciclagem de vidro. Além disso, a

estrutura proposta busca romper com a volumetria convencional de um galpão (Figura 4).

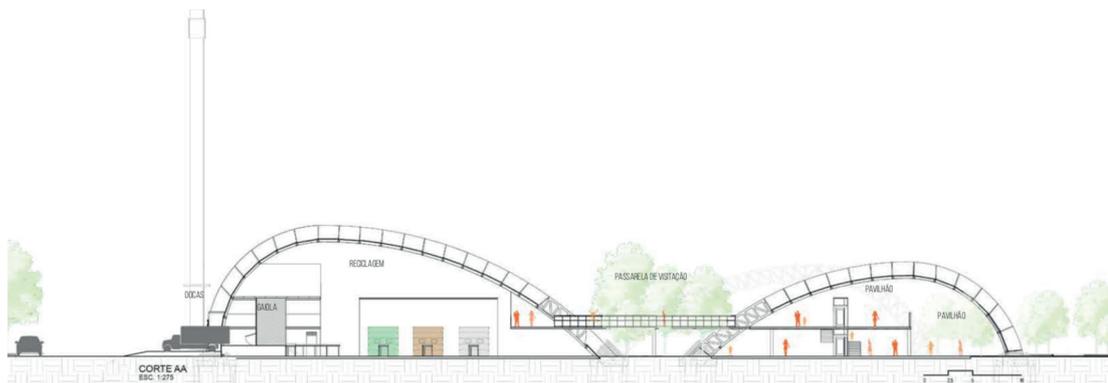


Figura 4 - Corte transversal do projeto do Galpão

Fonte: FARIA, 2018

A tipologia proposta no projeto busca fomentar a reciclagem de vidro na capital do país dando um melhor direcionamento a esse material com a produção de embalagens a partir do vidro triturado. Com isso, o projeto completo consiste em um Centro de Reciclagem de Vidro, contendo o seguinte programa de necessidades (Tabela 1).

Blocos	Área (m <sup>2</sup> )	Ocupantes
<b>Reciclagem</b>	4.495,50	150
<b>Indústria</b>	4.495,50	150
<b>comunidade de inovação</b>	2.858,30	200
<b>Funcionários</b>	3.131,30	300

Tabela 1 – Programa de Necessidades organizados por bloco, área e população

Como o foco do estudo foi o galpão onde ocorrem as atividades de reciclagem e indústria, detalha-se o programa de necessidades desses dois blocos (Figura 5 e Figura 6):

BLOCO RECICLAGEM			
	AMBIENTE	ÁREA	OCUPAÇÃO
1	Reciclagem	3.098,49 m <sup>2</sup>	69%
2	Depósito	74,2 m <sup>2</sup>	2%
3	WC	99,92 m <sup>2</sup>	2%
4	Oficinas	148,40 m <sup>2</sup>	3%
5	Enfermaria	73,12 m <sup>2</sup>	2%
6	Descanso	73,12 m <sup>2</sup>	2%
7	Circulação Vertical	36,00 m <sup>2</sup>	1%
8	Escritório	354,50 m <sup>2</sup>	8%
9	Sala de Reunião	66,65 m <sup>2</sup>	1%
10	Sala de Treinamento	40,15m <sup>2</sup>	1%
11	Mezanino	376,00 m <sup>2</sup>	8%
12	Caixa d'água	66,65 m <sup>2</sup>	1%

Figura 5 - Programa de Necessidade do Bloco de Reciclagem

Fonte: FARIA, 2018

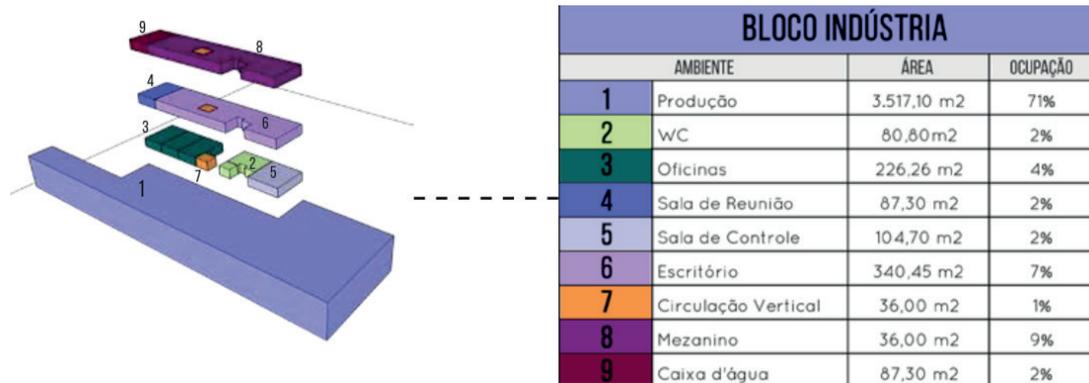


Figura 6 - Programa de Necessidade do Bloco de Indústria

Fonte: FARIA, 2018

#### 4.6 Estratégias Projetuais

As estratégias projetuais deste estudo de caso podem ser organizadas em quatro principais temas, são eles: orientação e volumetria, vedações e materiais, seguido pelo uso de luz e ventilação naturais, e, por fim, a incorporação de módulos fotovoltaicos para a geração energética (Figura 7).

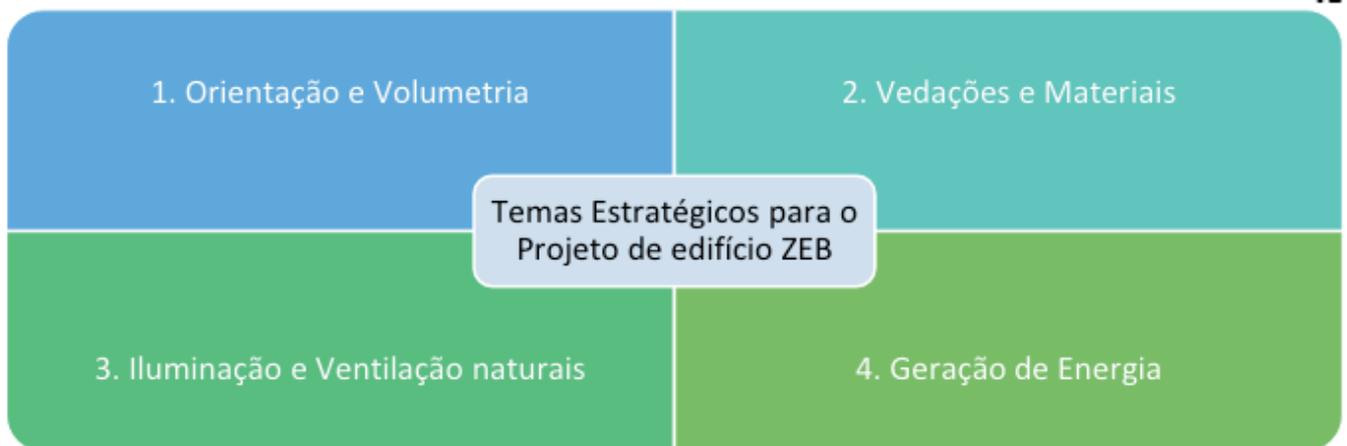


Figura 7 – Resumo das temas estratégicos adotadas

##### 4.2.1 Orientação e Volumetria

Dentro do tema das soluções passivas, o entendimento da orientação e volumetria adequados compõe uma importante decisão arquitetônica. Neste sentido, foram avaliados o entorno imediato em suas características físicas (topografia, barreiras lindeiras e poluição sonora) e bioclimáticas para setORIZAR o projeto de maneira a valorizar os ventos predominantes e o percurso solar. Após esse estudo, são testadas três diferentes volumetrias e orientações

para a implantação de um projeto de baixo consumo energético (Figura 5). Para isso, foi utilizado o software *DesignBuilder* (versão 5.5) que fez o estudo de *fuel totals* o qual avalia o parâmetro de consumo total de energia do modelo (Figura 7).

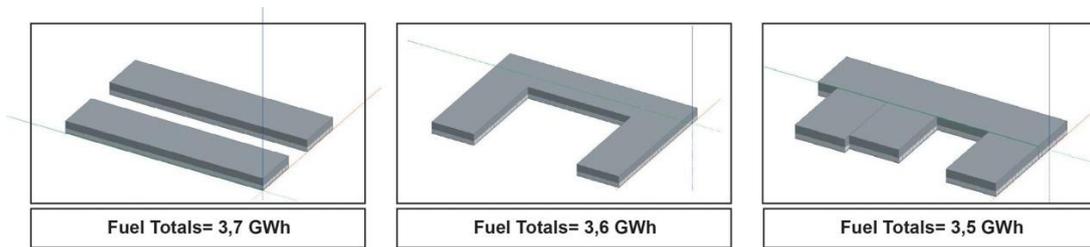


Figura 8 - Estudo do consumo energético total a partir de diferentes volumetrias e orientações.

Fonte: Faria e Silva (2019)

Segundo Morbitzer *et.al* (2001), a simulação computacional pode focar em problemas setorizados de acordo com cada fase de projeto evitando que se estenda para as fases subsequentes. Neste sentido, o critério de escolha da volumetria base para um edifício NZEB foi a de menor consumo energético, sendo ela a opção de 3,5GWh correspondente à 233,34kWh/m<sup>2</sup>.

#### 4.2.2 Vedações e Materiais

O tratamento dado às fachadas do edifício adotou uma arquitetura biomimética, a qual se inspira em soluções baseadas na natureza para responder às demandas da arquitetura. Neste caso, foi projetado uma geometria com a finalidade de favorecer a captação de água da chuva e o sombreamento, e para isso as fachadas possuem a geometria de uma vegetação nativa de climas secos como os cactos (Figura 8).

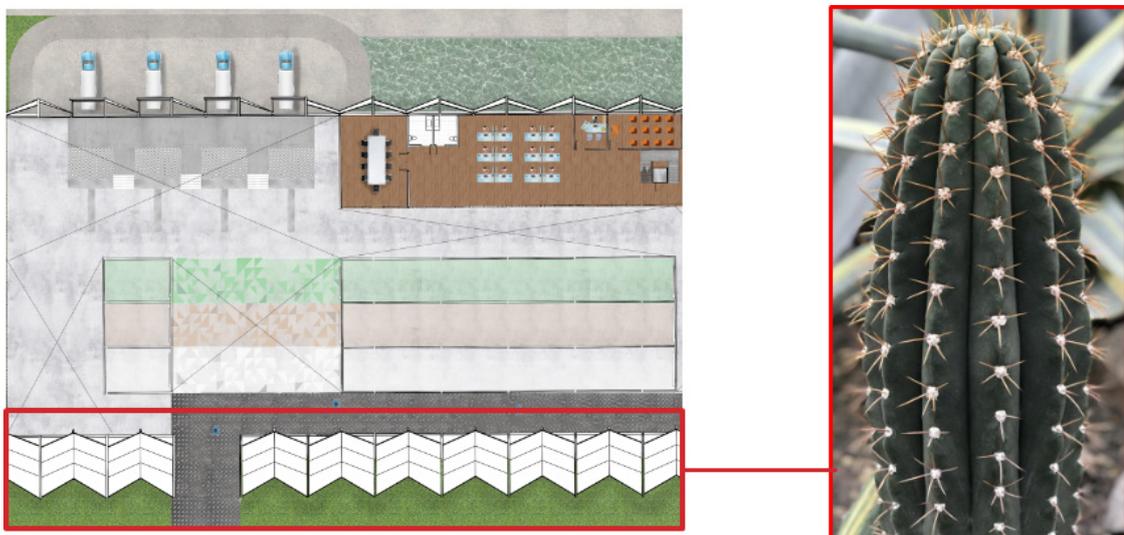


Figura 9 - Planta baixa do galpão principal e referência para a sua fachada.

A partir da geometria escolhida na etapa anterior, o projeto seguiu com a especificação dos materiais de fechamento opaco e translúcido e o consumo final de energia. Inicialmente, os materiais de fechamento opaco, de parede e cobertura, (Figura 7) foram escolhidos baseados nos pré-requisitos do Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C), para nível A da zona bioclimática 4, que é a de Brasília, e possuem transmitância de  $1,65 \text{ W/m}^2 \text{ K}$  em sua composição e absorvância de 0,3 com pintura branca (DORNELLES, 2008).

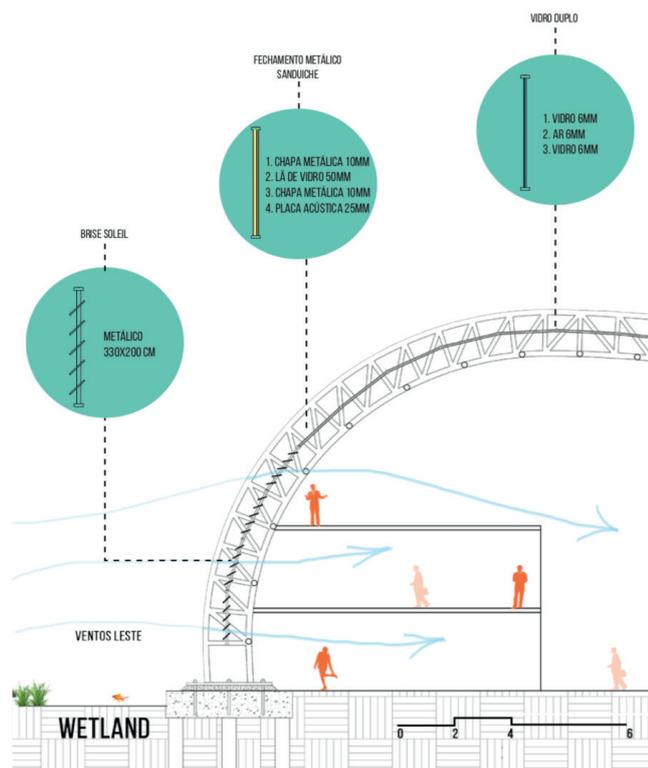


Figura 10 - Esquema da composição dos materiais de vedação

Fonte: FARIA, 2018

#### 4.2.3 Iluminação e Ventilação Naturais

Esta estratégia metodológica incluem as simulações para a iluminação natural e o conforto térmico. Para o material de fechamento translúcido é feito o estudo de iluminação natural para verificar se a quantidade de aberturas zenitais propostas atende ao sugerido pela NBR ISO/CIE 8995. Nesse estudo se utiliza o algoritmo de cálculo do *Radiance* dentro da interface visual do *DesignBuilder*, que extrai valores relativos ao *daylight factor* gerando um mapa gráfico com a quantidade de lux refletido na superfície do piso (Figura 10).

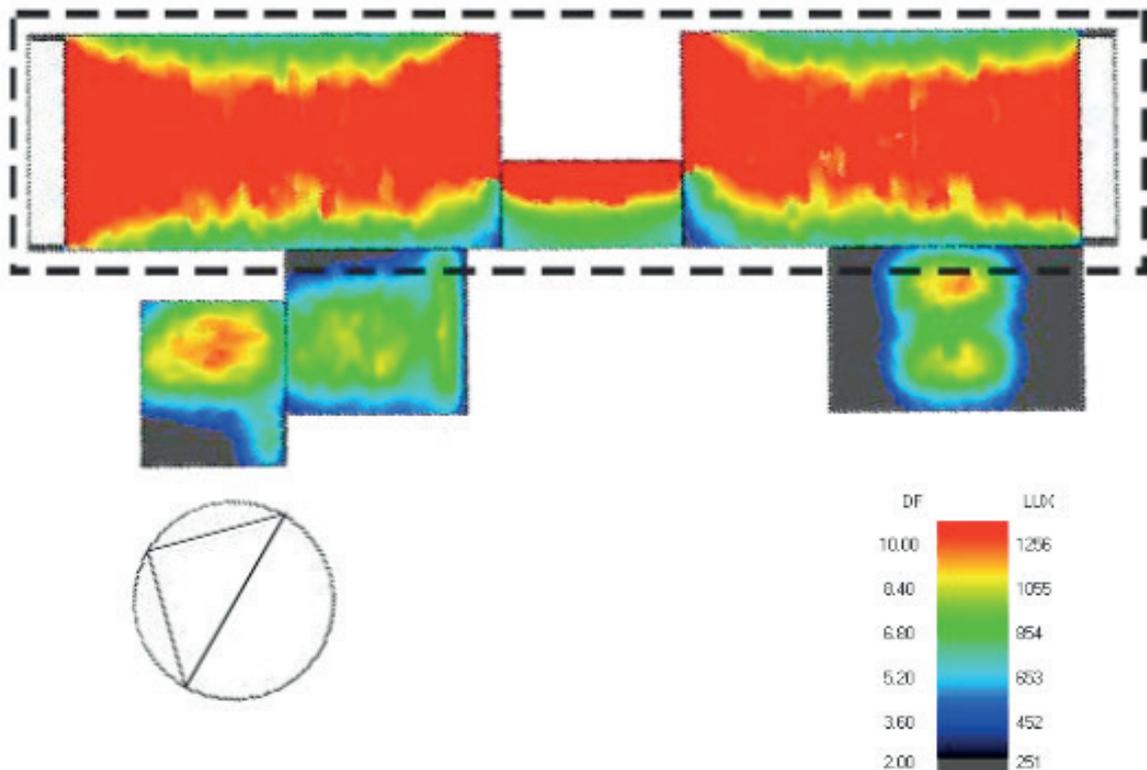


Figura 11 - Demonstração de simulação de iluminação natural com o DesignBuilder

Fonte: Faria e Silva, 2019.

O resultado obtido da análise de iluminação natural mostra que mais de 80% da área do galpão recebe cerca de 1256 lux, o que está de acordo com a NBR ISO/CIE 8995, que sugere para tipologias de galpão industrial (classe B) o valor entre 1000-2000lux

#### a) Percentual de Horas Ocupadas em Conforto

Após a avaliação de iluminação natural, foram testados dois tipos de vidro, sendo eles um simples de 3mm e um duplo de 6mm. O teste valida o Percentual de Horas Ocupadas em Conforto (POC), pois para o projeto pretende-se utilizar o máximo potencial de iluminação natural sem prejudicar o conforto térmico interno. Para o estudo de POC, o software *DesignBuilder* avaliou 8.760 horas no ano, com o uso do modelo adaptativo de De Dear e Brager (2002) a partir da fórmula de temperatura neutra abaixo e utilizando um voto médio predito (PMV) de +2,5°C.

$$TN = 17,8 + 0,310Tar$$

Onde,

TN = temperatura neutra (°C);

Tar = temperatura do ar (°C).

De acordo com Assis e Pereira (2010), alguns autores estão adotando índices adaptativos de

forma mais simples, em fases iniciais de projetos, devido a dificuldade de estimar um PMV em climas tropicais.

O resultado obtido foi que com o uso do vidro duplo (duas folhas de 6 mm, com transmitância total de  $0,03\text{W/m}^2\text{K}$ ) no projeto atinge 81% de horas ocupadas em conforto (Quadro 1), o que de acordo com o Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C), equivale a uma etiquetagem A, para edifícios naturalmente ventilados.

#### b) Consumo de Energia final

Após analisar as características de iluminação natural e conforto foi feita a simulação referente ao consumo energético do projeto denominada *Fuel Totals*. Nessa simulação foram estabelecidos alguns parâmetros para o projeto, sendo eles apresentado no Quadro 1.

Parâmetros de simulação
Iluminação artificial desligada no galpão
Ventilação natural ligada
Ar condicionado desligado
Transmitância chapa metálica: $U= 1,65\text{ W/m}^2\text{-K}$ (RTQ-C)
Vidro duplo 6mm/6mm/ar

Quadro 1 Parâmetros de análise de consumo energético total (Fuel Totals)

Fonte: Faria e Silva, 2019

Esses parâmetros só puderam ser determinados por causa das simulações atribuídas anteriormente, que validaram as especificações feitas no projeto. Após a análise de *Fuel totals* com os parâmetros estabelecidos acima (Quadro 2) o resultado obtido foi de que o edifício consome 1.004.398,00 kWh correspondente à  $65,10\text{ kWh/m}^2$ . O que significa que houve uma redução de 71% do total de energia quando comparada com o obtido na volumetria base avaliada no Estudo Preliminar.

#### 4.2.4 Geração energética

A estratégia final é a geração energética por meio da instalação de módulos fotovoltaicos. Para tentar se aproximar do consumo energético real de uma indústria vidreira, foram considerados ao final do projeto o uso de maquinários específicos, como forno e paletizadoras, obtendo-se o total final de 7.887.492,77kWh. Com a finalidade de se obter um edifício ZEB, foram utilizados módulos fotovoltaicos, considerados a melhor estratégia ativa de captação de energia limpa para o contexto climático de Brasília. Dessa forma, propondo o uso de 1.000 módulos de 405W de potência instalada, ocupando  $2.100\text{m}^2$  da cobertura do galpão de reciclagem o projeto atinge um balanço energético final de 94%, o que, a partir dos dados apresentados pela CEB (2014), também pode corresponder ao abastecimento de

2.759 residências por ano no Distrito Federal.

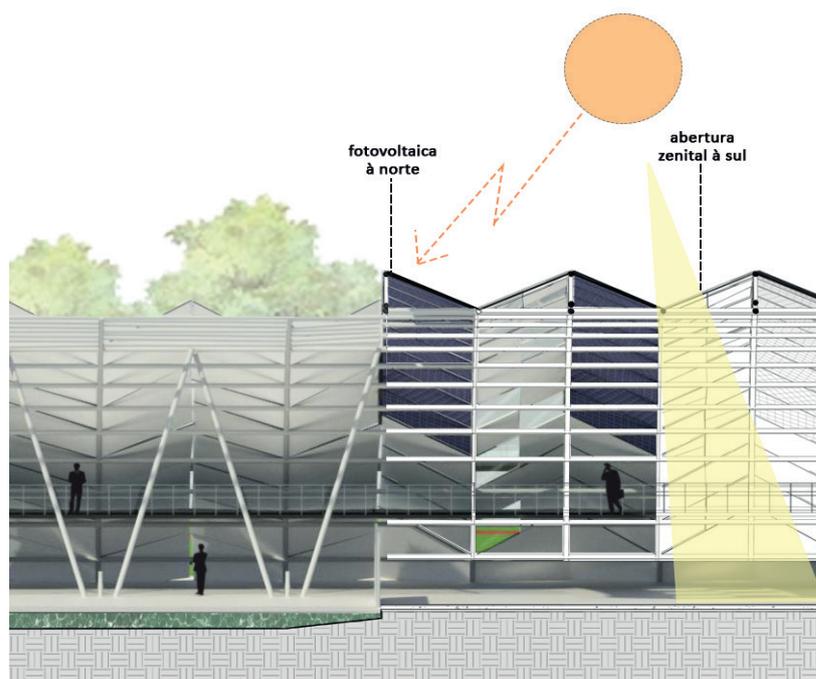


Figura 12 - Imagem esquemática da aplicação dos módulos fotovoltaicos.

Fonte: FARIA, 2018

## 5 | CONCLUSÃO

A arquitetura, seja ela uma edificação individual ou um centro urbano, gera grandes impactos no meio ambiente, pois gera baixa entropia local às custas de uma alta entropia geral do sistema. Tal aspecto pode ser exemplificado com a necessidade do ser humano querer controlar o ambiente a fim de o tornar mais confortável, no entanto, esse controle ocasiona em diversos ciclos exploratórios do meio ambiente (desmatamentos, queimadas, poluição de rios e mares, entre outros).

Com a previsão do aumento populacional mundial a responsabilidade no projeto de um ambiente construído mais habitável, conseqüentemente, também aumenta. Tendo como desafio acomodar as pessoas de forma mais sustentável, surge a urgente demanda de se construir ou reformar arquiteturas que respeitem cada vez mais o sistema a fim de mitigar o seu impacto na natureza. Como visto, bons exemplos de arquiteturas termodinâmicas são a arquitetura solar, que prioriza o sol como fonte energética; a hierarquização energética, que visa optar pela conservação, depois melhorar a eficiência, e por fim a geração de nova energia e disso decorre da utilização de estratégias passivas na construção; utilizar materiais recicláveis, compreendendo a importância do ciclo de vida dos materiais no meio ambiente.

Destaca-se que se deve considerar fortemente o *retrofit* como prática de diminuir o impacto das construções já existentes, e por fim, melhorar a eficiência do transporte, um dos grandes consumidores de energia e emissores de partículas poluidoras, em centros urbanos. Nesse sentido, a incorporação de princípios termodinâmicos na arquitetura por meio de uma arquitetura solar, da compreensão da hierarquia de energia e energia embutida

e das práticas de *retrofit* e diminuição do consumo de energia de um edifício pode ser uma rota para se atingir uma arquitetura mais sustentável.

Dentre diferentes formas de se projetar, o uso da simulação integrada ao processo de projeto é uma estratégia adequada para se obter uma construção de mais qualidade e de menor impacto ambiental. Exemplo disso são os resultados apresentados, que ao utilizar a simulação computacional pode-se verificar o desempenho desse projeto antes mesmo de sua construção no Galpão ZEB projetado em Brasília.

Do ponto de vista da inserção de software no processo de projeto, principalmente, daqueles voltados para avaliação termoenergética e lumínica desde o início do projeto, foi possível determinar estratégias passivas no design que contribuiriam para o desenvolvimento de uma arquitetura mais sustentável. Neste estudo, essas decisões projetuais combinadas resultaram numa redução de 71% do consumo de energia inicial.

Os resultados também apontam a possibilidade de se gerar arquiteturas que funcionem como usinas de produção local de energia no contexto local, edifícios ZEB+. Em resumo, a atribuição de ferramentas tecnológicas dentro do processo de projeto de arquitetura evidencia uma evolução na qualidade de construção das cidades com a possibilidade de diminuição do consumo de energia. Além disso, o uso da simulação torna o arquiteto um ator mais responsável por suas decisões projetuais, sendo assim, o engaja na busca por um urgente reequilíbrio entre o espaço construído e as pessoas.

## AGRADECIMENTOS

A terceira autora agradece ao CNPq pela Bolsa de Produtividade em Pesquisa.

O último autor agradece à Fundação de Apoio a Pesquisa do Distrito Federal – FAP-DF, pela bolsa de pós-doutorado concedida.

## REFERÊNCIAS

AMORIM, C. N.D. **Projeto Ambiental Integrado**. Plano de Curso 02/2018. Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília, Brasília.

ASHRAE. **Advanced Energy Design Guide for Small to Medium Office Buildings: Achieving 50% Energy Savings Toward a Net Zero Energy Building**. American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. 2011

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - NBR ISO/CIE 8995-1 – Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior. Rio de Janeiro, 2013.

ATHIENITIS, A.; O'Brian, W. **Modelling, Design and Optimization of Net-Zero Energy Buildings**. Ed. Ernst and Sohn, Alemanha, 2015.

BERG, E. *Architecture, Thermodynamics and architect as a weapon*. 1. ed. Chalmers, 2014.

BRAHAM, W. **Architecture and Systems Ecology. Thermodynamic principles of environmental building design, in three parts**. Routledge; Edição: 1. 9 de setembro de 2015.

BROWN, R. L. Eco-economy: Building an Economy for the Earth. W.W. Norton & Co., NY, 2001. Disponível em < [http://www.earth-policy.org/images/uploads/book\\_files/ecofront.pdf](http://www.earth-policy.org/images/uploads/book_files/ecofront.pdf)>

BUTERA F. M., Sustainable building design for tropical climates, Principles and applications for Eastern Africa, Sue Ball, Nairobi, 2014.

CORBELLA, O.; YANNAS, S. Em busca de uma Arquitetura Sustentável para os trópicos. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

DOMINGOS, Lucas; KALZ, Dorren; DINKEL, Arnulf; LOMARDO, Louise; SILVA, Vanessa. **Definição de uma classificação climática para o estudo de edificações com balanço anual zero de energia no Brasil.** XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente construído, p.213-222, novembro de 2014, Maceió.

DORNELLES, K.A. Absortância Solar de superfícies opacas: **Métodos de determinação e base de dados para tintas látex acrílica e PVA.** Dissertação (Doutorado em Engenharia Civil) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FARIA, R. C. A. **Centro Integrado de Reciclagem de Vidro NZEB.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília. 2018.

FARIA, R. C. A.; SILVA, C. F. E. **Metodologia projetual de um centro de reciclagem de vidro ZEB em Brasília, DF.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 6., 2019, Uberlândia. Anais... Uberlândia: PPGAU/FAUeD/UFU, 2019. p 692-702. DOI <https://doi.org/10.14393/sbqp19064>.

FARR, D. Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza. Tradução: Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman. 2013.

GEORGESCU-ROEGEN, N. **O Decrescimento. Entropia, Ecologia e Economia.** São Paulo. Senac São Paulo. 1ª Edição. 2013. ISBN-10: 8539602695

HERAS, Maria del Rosario. (org). 2003. Energía Solar en la Edificación. Madrid: CIEMAT, 2003.

HERZOG, Thomas., KRIPPNER, Roland e LANG, Werner. 2004. Façade Construction Manual. Berlin: Birkhäuser, 2004.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp.

JOHN, V. M., AGOPYAN, V. Reciclagem de escória de alto forno no Brasil. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE REUSO/RECICLAGEM DE RESÍDUOS SÓLIDOS INDUSTRIAIS. São Paulo: SEMA-SP/FIESP/CETESB, 2000.

JOHN, V.M. Reciclagem de resíduos na construção civil – contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento. São Paulo, 2000. 102p. Tese (livre docência) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.

Kéré, Francis. A arquitetura “precisa de mudar” e ter em conta escassez de recursos. **Publicado pelo Observador em 22 nov 2019, 10:43. Disponível em <<https://observador.pt/2019/11/22/francis-kere-a-arquitetura-precisa-de-mudar-e-ter-em-conta-escassez-de-recursos/>> em 14 de fevereiro de 2020**

Korhonen, Jouni, Antero Honkasalo, and Jyri Seppälä. “Circular Economy: The Concept and Its Limitations.” Ecological Economics 143 (2018): 37-46.

LANG, Werner. 2003. ¿Nada más que fachada? Sobre los aspectos funcionales, energéticos y constructivos de la envolvente del edificio”. Detail. Building Skins, 2003.

MORBITZER, C., STRACHAN, P., WESTER, J., SPIRES, B., CAFFERTY, D. **Integration of Building Simulation into design proces of na architecture practice.** Seventh International IBPSA Conference. Rio de Janeiro, Brazil. 2001. Disponível em:

ODUM, E. P., G.W. BARRETT. 2007. Fundamentos de Ecologia. 5a ed. Pionera Thomson, São Paulo, SP. Capítulo 3 – 1,2,9 e 12.

ODUM, E., P. **Ecologia.** Rio de Janeiro. Editora Guanabara Koongan S.A. 1983. ISBN 978-85-277-0061-0. Tradução Ricardo Iglesias Rios.

OLGYAY, V., OLGAY, A. Design with climate: bioclimatic approach to architectural regionalism. 1st Edition. Princeton University Press Princeton, Estados Unidos; 1963.

OSTERGARD, JENSEN e MAAGAARD, 2016

PETERS, B., PETERS, T. **Computing the Environment: Digital Design Tools for Simulation and Visualisation of Sustainable Architecture.** 1st Edition. John Wiley & Sons Ltd. Chinchester, UK.2018.

RUUSKA, A., HÄKKINEN, T. Material efficiency of building construction. Buildings 4, 266-294; doi:10.3390/buildings4030266. Traduzido pelo autor, 2004.

STERN, N. The Economics of Climate Change: The Stern Review. Cambrige University

SUDBRACK, L.O. Casa Zero: **Diretrizes de projeto para casas pré-fabricadas de balanço energético nulo em Brasília.** 2017.242 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

TORCELLINI, P.; PLESS, S.; DERU, M. Zero Energy Buildings: A critical look at the Definition. **Conference Paper NREL/CP-550-398333**, Califórnia, US. 2006. Disponível em: <<https://www.nrel.gov/docs/fy06osti/39833.pdf>>

VOSS, Karsten. e MUSALL, Eike (org.). Net Zero Energy Buildings - International Projects of Carbon Neutral Buildings. Munich: Detail Green Books, p.120-143, 2013.

ZAMBRANO, L.M.A. Integração dos Princípios da Sustentabilidade no Projeto de Arquitetura. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, p.66, 2008.

## ARQUITETURA E DOCUMENTAÇÃO: Primeiras ações no Acervo Baumgart

Data de aceite: 28/05/2020

### Denise Vianna Nunes

Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

### Ivan Silvio de Lima Xavier

Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

### Oswaldo Luiz de Carvalho Souza

Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

### Roberto Possolo Jermann

Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

### Luiz Felipe Machado Coelho de Souza

Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da  
Universidade Federal Fluminense (UFF)

**RESUMO:** O artigo trata da fase inicial do trabalho no Acervo Baumgart: identificação e catalogação de plantas e documentos relativos aos projetos de estrutura realizados pelo *Escritório Técnico* Emílio H. Baumgart e pela empresa que o sucedeu – a Serviços de Engenharia Emilio Baumgart Ltda. (SEEBLA), realizadas pelo Grupo de pesquisa Arquitetura e Concepção Estrutural – Diálogos no Acervo Baumgart da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade

Federal Fluminense (EAU -UFF). Apresenta-se a origem do Acervo e sua trajetória, a importância das inovações propostas por Baumgart para o surgimento da Arquitetura Moderna no Brasil, o potencial do Acervo para a Pesquisa e para o conhecimento da Arquitetura do século XX e, por fim, a metodologia empregada e o processo de trabalho realizado no Núcleo de Pesquisa e Documentação (NPD) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), onde está depositado o Acervo. Levando em conta sua dimensão, o percentual realizado ainda é pequeno, mas já indica sua diversidade e possibilidade em contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre a Arquitetura brasileira do século XX, bem como sobre a importância das inovações no campo da Engenharia para a materialização dos anseios estéticos e artísticos dos arquitetos do período.

**PALAVRAS-CHAVE:** Emílio Baumgart; Acervo Baumgart; Arquitetura e Estrutura; Concepção Arquitetônica e estrutural.

**ABSTRACT:** The article deals with the initial phase of work in the Baumgart Collection: identification and cataloging of plants and documents related to the structural projects carried out by *Escritório Técnico* Emílio H.

Baumgart and the company that succeeded it - Serviços de Engenharia Emilio Baumgart Ltda. (SEEBLA), carried out by the Research Group Architecture and Structural Design - Dialogues in the Baumgart Collection of the School of Architecture and Urbanism of the Federal Fluminense University (EAU - UFF). The origin of the Collection and its trajectory are presented, the importance of the innovations proposed by Baumgart for the emergence of Modern Architecture in Brazil, the potential of the Collection for Research and for the knowledge of 20th century Architecture and, finally, the methodology employed and the work process carried out at the Research and Documentation Center (NPD) of the Faculty of Architecture and Urbanism of the Federal University of Rio de Janeiro (UFRJ), where the Collection is deposited. Taking into account its size, the percentage achieved is still small, but it already indicates its diversity and the possibility of contributing to the deepening of knowledge about Brazilian architecture in the 20th century, as well as about the importance of innovations in the field of Engineering for the materialization of aesthetic and artistic desires of the architects of the period.

**KEYWORDS:** Emílio Baumgart; Baumgart Collection; Architecture and Structure; Architectural and structural design.

## INTRODUÇÃO

A presente comunicação trata do estado da arte do trabalho, que vem sendo desenvolvido no Acervo do *Escritório Técnico* Emílio H. Baumgart (1926-1943) e da empresa que o sucedeu - SEEBLA (Serviços de Engenharia Emilio Baumgart Ltda.), que se encontram sob a guarda do Núcleo de Pesquisa e Documentação (NPD) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A identificação e catalogação dos documentos estão sendo realizadas pelo Grupo de pesquisa Arquitetura e Concepção Estrutural – Diálogos no Acervo Baumgart da Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense (EAU - UFF), integrado pelos autores deste artigo.

A relevância deste trabalho inicial consiste no resgate para a comunidade acadêmica e para o público interessado de um grande número de projetos de Arquitetura e de Estrutura realizados no Brasil nas primeiras décadas do séc. XX, dos quais não se tem nenhum documento; abrem-se assim inúmeras possibilidades de pesquisas e consultas técnicas. Diversos autores do campo da Arquitetura como Roberto Segre, Lucio Costa, Paulo Santos e Hugo Segawa, reconhecem a contribuição do trabalho de Emilio Baumgart no desenvolvimento de novas soluções para a Arquitetura de seu tempo.

Segundo tabela fornecida pela doadora do Acervo – a empresa SEEBLA – foram enviados ao NPD documentos relativos à cerca de 1000 projetos, entre eles: o primeiro arranha céu carioca - o Cine Capitólio (1923), na Cinelândia e já demolido; os hotéis Glória e Copacabana Palace (1922/23); os edifícios Guinle (1927), A Noite (1928), Milton (1929), Ribeiro Moreira (1932); o Ministério de Educação e Saúde (1936-43); o Teatro João Caetano (1926); Oficinas Gerais (Hangar) no Campo dos Afonsos (1928); o Banco Boavista (1928); o Albergue da Boa Vontade (1931); o Cinema Roxy (1937); o Edifício da Obra do Berço (1937); a casa de Oscar Niemeyer, na Lagoa (1942); dentre outros, no Rio de Janeiro e em várias

outras cidades brasileiras: Porto Alegre, Belo Horizonte, Curitiba, Fortaleza, Rio de Janeiro, São Paulo, e outras.

Apesar do grande trabalho desenvolvido até a presente data, menos de 20% dos projetos existentes foram examinados e catalogados. O objetivo da Pesquisa é identificar no Acervo informações relevantes sobre o diálogo estabelecido entre os projetos estruturais e os projetos arquitetônicos. Pretende-se estudar os projetos associando-os às edificações construídas, verificar as soluções adotadas e contribuir assim para um conhecimento mais aprofundado de sua materialidade e da sua história.

Acredita-se que, através do estudo dos exemplos de inovação propostos por Baumgart que contribuiram para que a Arquitetura Moderna Brasileira pudesse se expressar plenamente, se pode fomentar a aproximação dos campos da Arquitetura e da Engenharia, ressaltando sua condição de complementaridade. Assim esse trabalho pode auxiliar no ensino nos Cursos de Arquitetura e Urbanismo, na medida em que o conhecimento da história da relação do engenheiro Emílio Baumgart com a Arquitetura de seu tempo, pode contribuir para a compreensão de que as transformações na Arquitetura se apoiam nos avanços da técnica construtiva. Justifica-se, por tudo acima exposto, a importância deste Acervo para a história e para o ensino da Arquitetura.

## A ORIGEM DO ACERVO BAUMGART

O Acervo Baumgart é composto pelo material gráfico e documental relativo à atividade do *Escritório Técnico* Emílio H. Baumgart (1925-1943) e de sua sucessora a SEEBLA – Serviços de Engenharia Emílio Baumgart Ltda. (1943 - atual).

O *Escritório Técnico* Emílio H. Baumgart foi fundado em 1925 pelo engenheiro catarinense Emílio Henrique Baumgart (Blumenau, 1889 - Rio de Janeiro, 1943). Baumgart (fig.1) herdou o nome do avô materno, o engenheiro Emilio Odebrecht, a quem desde cedo acompanhava em obras, recebendo noções de aritmética, topografia e construção em geral; em 1910 ingressou na Escola Politécnica do Rio de Janeiro e em 1912 iniciou estágio na *Companhia Constructora em Cimento Armado*, do engenheiro alemão Lampert Riedlinger. Baumgart precisou interromper os estudos por motivos particulares por alguns anos, mas continuou trabalhando na empresa. Em 1917, após assumir posição de destaque na empresa e antes mesmo de se formar, projetou a ponte Maurício de Nassau em Recife (PE), que ficou conhecida por ter sido recorte brasileiro em extensão na data de sua inauguração (178 metros de extensão e 16,5 metros de largura).



Fig. 1 Emilio Henrique Baumgart

Fonte: Quadro de formatura da Escola Politécnica do Rio de Janeiro

Em 1919 Emílio Baumgart se formou na Escola Politécnica do Rio de Janeiro e em 1923 fundou sua própria construtora, com a qual erigiu o primeiro arranha céu da Cinelândia (Centro do Rio de Janeiro) – o prédio do Cine Capitólio com pavimento térreo e sete pavimentos de uso misto, inaugurado em abril de 1925. A construtora no entanto, não foi bem sucedida e faliu. Baumgart decidiu então dedicar-se exclusivamente ao cálculo estrutural e abriu o *Escritório Technico* Emílio H. Baumgart.

Entre 1926 e 1943, Baumgart desenvolveu diversos projetos de extrema relevância no Rio de Janeiro e em diversas cidades brasileiras; no escritório orientou e formou um seleto grupo de engenheiros estruturais, que com ele aprenderam e disseminaram sua técnica. Após seu falecimento (1943) alguns de seus seguidores mais próximos fundaram a SEEBLA: Arthur Eugênio Jermann, Sérgio Marques de Souza, Tércio Souto Costa, Adolfo Nieckele e Raul Milliet. Dentre esses, apenas dois se perpetuaram na SEEBLA até nova mudança de direção da firma, em 1971: Arthur Eugênio Jermann e Tércio Souto Costa. Neste ano a SEEBLA passou a ser dirigida por outro grupo de engenheiros (alguns ex-alunos do engenheiro e professor Arthur Eugênio Jermann), liderados pelos engenheiros Jorge Degow e Murilo M. dos Reis. A partir dessa nova etapa a firma passou a atuar em outras áreas e a integrar o *ranking* das dez maiores empresas de consultoria em engenharia do país. Constituíram-se também como sócios e principais colaboradores os engenheiros: Claudio José Barruffini, Floriano Moncorvo, Jovelino Coelho, Ivan Freitas e Waldemar Ribeiro.

Em 1982 foi inaugurada uma nova sede da empresa, em Belo Horizonte (MG), em prédio próprio com 12 pavimentos, tendo recebido o nome de Edifício Arthur E. Jermann. Em 1983, grande parte do Acervo Baumgart foi transferido para um galpão com 100 m<sup>2</sup> na periferia da cidade, construído para servir de depósito dos projetos e livros antigos (fig.2).



Fig. 2 Galpão da SEEBLA onde esteve armazenado o Acervo Baumgart

Fonte: PAMPONET, R. 2016

Em 2014 começaram as tratativas com o NPD da FAU - UFRJ, através dos dois primeiros autores desse artigo, para que o Acervo Baumgart fosse trazido para o Rio de Janeiro. Após alguns anos de tentativas de financiamento para o transporte obteve-se, junto à empresa VEDACIT (Grupo Baumgart), o patrocínio para tal fim. O Grupo Baumgart, então representado pelo engenheiro Alexandre Baumgart, sobrinho neto de Emilio Baumgart, foi o principal articulador na obtenção da verba para o transporte. No final do ano de 2017 e início de 2018 a documentação, proveniente do galpão de Belo Horizonte, foi oficialmente recebida pelo NPD da UFRJ, sob a responsabilidade da professora Elizabete Martins, à época gestora do NPD.

Em 2018 foi criado o grupo de pesquisa Arquitetura e Concepção Estrutural – Diálogos no Acervo Baumgart na Escola de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal Fluminense (EAU - UFF) com o propósito de iniciar a identificação e organização do Acervo para posterior desenvolvimento de pesquisas. Apenas em 2019, com o NPD sob nova direção, foi possível iniciar os trabalhos. Neste ano a equipe realizou palestra na Semana Acadêmica da EAU - UFF e conseguiu motivar estudantes a colaborarem com a pesquisa em 2020.

## O ENGENHEIRO EMILIO BAUMGART E A ARQUITETURA

Emilio Baumgart sempre esteve ligado ao campo da Arquitetura de diversas maneiras, ainda que a nenhum estilo arquitetônico específico. Sua atuação como engenheiro calculista está associada a obras exponenciais na cidade do Rio de Janeiro e no país, relacionando-o de fato à implantação da modernização da construção civil e da arquitetura. Baumgart é considerado o pai do concreto armado no Brasil, sendo sua importância reconhecida pelo IBRACON (Instituto Brasileiro do Concreto) que promove, anualmente, a entrega do prêmio de destaque em engenharia estrutural - “PREMIO EMILIO BAUMGART”. Para esclarecer esta importância, destacamos os projetos estruturais de Baumgart realizados para edifícios importantes no Rio de Janeiro, então Capital Federal. Uma das primeiras obras, das quais participou ainda na *Companhia Constructora em Cimento Armado* Riedlinger, foi o Hotel

Central (1915 - demolido em 1951), na avenida Beira Mar (Rio de Janeiro), e depois a ele vieram somar-se dois hotéis de grande porte na mesma cidade na época, o Glória (1922) e o Copacabana Palace (1923), ambos encomendados para a Exposição Internacional do Centenário da Independência de 1922. No ano de 1923 projetou o Edifício Guinle, na atual Praia do Flamengo, com dez pavimentos, considerado o primeiro edifício em altura destinado à habitação multifamiliar da Zona Sul do Rio de Janeiro (fig. 3)



Fig. 3 Imagem da Praia do Flamengo com edifício Praia do Flamengo, década de 1920

Fonte: Revista da Semana, 1925

Entre as estruturas de grande porte destacam-se ainda os hangares destinados a oficinas gerais (1928) do Campo dos Afonsos. No entanto, sua obra de maior importância nos anos 1920 foi o cálculo do edifício do jornal A Noite (1929 – fig. 4), recorde sul americano de altura e mundial em construção de concreto armado. Projetado pelo arquiteto francês Joseph Gire, situa-se na Praça Mauá, Zona Portuária do Rio de Janeiro; possui 24 pavimentos e altura final de 102,80 metros. Segundo Cabral e Paraizo (2018),

(...) sua estrutura conta com apenas três fileiras de pilares e grandes lajes de 5 x 6,7 m e 5 x 9,5 m de 7 cm de espessura. Para tal redução da espessura, Baumgart usou mísulas que apresentam dois degraus. Para evitar a fissura dos pilares com a sobrecarga, ele empregou dois pórticos transversais do primeiro ao décimo quarto pavimento, reforçando também a estrutura contra o efeito dos ventos.” (CABRAL e PARAIZO, 2018, p. 160)

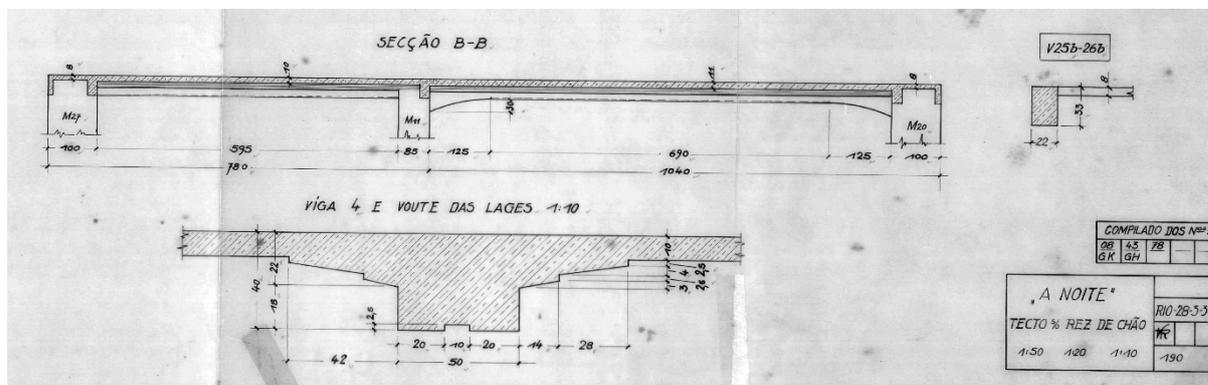


Fig. 4 Detalhe do projeto de cálculo estrutural do ed. A Noite – teto do pavimento Rez do Chão

Fonte: Arquivo Baumgart

A obra brasileira de maior destaque do currículo de Emílio Baumgart foi o edifício do Ministério da Educação e Saúde Pública (MESp, 1936), atual Palácio Gustavo Capanema (Centro, Rio de Janeiro – fig. 5), projetado pela equipe liderada pelo arquiteto Lucio Costa. Com 16 pavimentos e altura de 71,93 metros, teve sua estrutura em concreto armado projetada por Baumgart, com “lajes sem vigas baseadas numa solução original de viga invertida, cuja espessura era usada para a instalação de infraestruturas técnicas configurando uma laje cogumelo” (PAMPONET, IXCBPE, 2016, p. 7). Segundo Roberto Segre (2013), as inovações propostas por Baumgart no MESp chamaram a atenção dos engenheiros norte-americanos que vieram ao Brasil para conhecer a proposta de redução das lajes já empregada no edifício A Noite, e enfrentou outros desafios como a resistência aos ventos e o apoio de uma grande edificação sobre pilotis. A cúpula do Cinema Roxy (1937) em Copacabana (Rio de Janeiro), com seus 36 m de diâmetro e apenas 7 cm de espessura, foi um outro grande feito de Baumgart na busca da diminuição das espessuras das lajes e em busca da esbeltes estrutural.

Além do cálculo estrutural, destaca-se sua contribuição ao campo da Arquitetura como docente, pois lecionou a disciplina de Sistemas de detalhes na construção, desenho técnico, orçamento e especificações na Escola Nacional de Belas Artes (ENBA – Rio de Janeiro), de 1933 até a sua morte em 1943. Baumgart deu o curso um caráter eminentemente prático, levando com frequência os alunos aos canteiros de obras.

Baumgart fundou ainda em 1930, com o arquiteto Alejandro Baldassini, a Revista Forma dedicada à Arquitetura, Engenharia e Belas Artes, período no qual as ideias da Arquitetura Moderna começaram a se disseminar no Brasil.

## POTENCIAL DO ACERVO

A análise preliminar do conteúdo do Acervo Baumgart aponta para aspectos importantes da relação entre os campos do projeto de arquitetura e do projeto do sistema estrutural. Observou-se, entre outras, a relevante contribuição das inovações propostas pelo engenheiro Baumgart para a materialização da arquitetura moderna brasileira. Roger Pamponet (2016)

destaca:

A sensibilidade técnica de Baumgart reverberou os anseios estéticos e artísticos dos arquitetos brasileiros; a sinergia entre as partes proporcionou o aparecimento de inovações técnicas que se encarregavam de dar suporte estético a obras do proto-modernismo brasileiro. O resultado dessa parceria galgou uma das características fundamentais da arquitetura brasileira: o lirismo da técnica (PAMPONET, 2016).

Roger Pamponet (2016) analisou o projeto do Albergue da Boa Vontade (1931), cujo croqui inicial dos arquitetos Affonso Eduardo Reidy e Gerson Pompeu Pinheiro previa diversos pilotis no pavimento térreo. Após o desenvolvimento do projeto de estrutura realizado por Baumgart foi possível a criação de um grande vão livre, vencido por uma viga invertida estruturada com treliças (concepção advinda da experiência com pontes), que passou a funcionar como guarda corpo no segundo pavimento. Em 1953, o arquiteto Affonso Eduardo Reidy, ao projetar o Museu de Arte Moderna (MAM) do Rio de Janeiro, estabeleceu novamente uma parceria importante para uma solução estrutural original, então com o engenheiro Arthur Eugênio Jermann, sucessor de Baumgart na SEEBLA.

O Acervo revela também que o *Escritório* trabalhou com diversas escalas e de programas arquitetônicos diferentes: projetos residenciais e comerciais, projetos de conjuntos habitacionais, projetos de edifícios públicos e privados, projetos industriais e de galpões, projetos de pontes e viadutos, projetos de plataformas flutuantes (fig.5), de elementos de contenções, de muros de arrimo, etc.

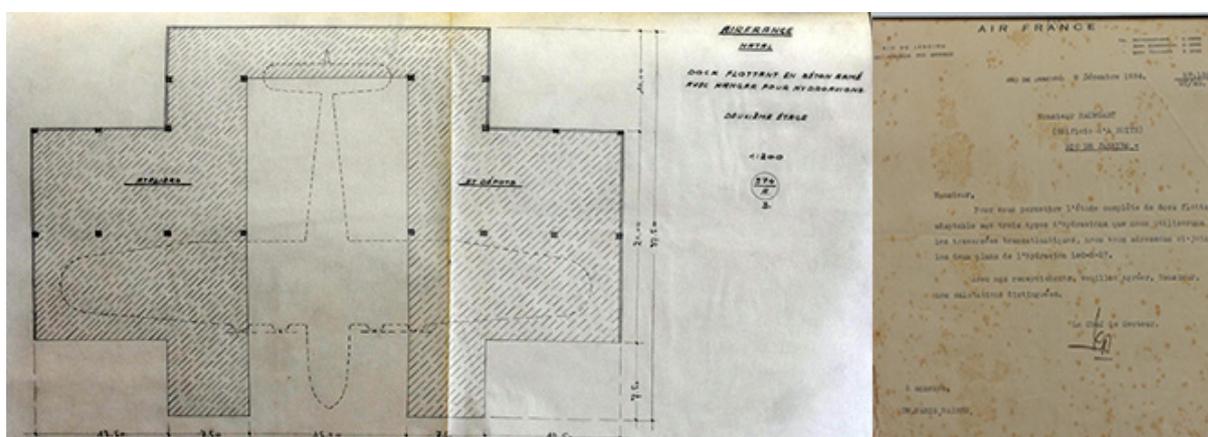


Fig. 5 Projeto de galpão para hidroaviões da Air France e correspondência

Fonte: XAVIER, 2019.

Outro aspecto que se verifica em relação ao potencial do Acervo refere-se à riqueza da documentação relacionada ao dia a dia do desenvolvimento dos projetos, traduzida por meio de correspondências entre os profissionais envolvidos, contratante e contratados e, documentos de caráter técnico, tais como, orçamentos, memoriais descritivos e de cálculos, croquis de estudos de sistemas estruturais, levantamentos planialtimétricos, cadernetas de obras, fotografias e fitas magnéticas de registros de obras.

Além do potencial histórico, o Acervo pode ser utilizado como base de pesquisa para a tomada de decisões em relação à recuperação estrutural de edificações, pontes e viadutos.

Seu conteúdo possibilita o conhecimento de projetos estruturais e, muitas vezes, de projetos arquitetônicos na ocasião de sua edificação e se constitui numa grande base de dados, visto que muitas destas obras são referências arquitetônicas e do setor da construção civil com grande importância histórica nacional.

O trabalho de mapeamento documental que está sendo elaborado possibilitará, entre outras, a produção de conhecimento que poderá servir de fonte de pesquisa para o desenvolvimento de estudos futuros nos campos da Arquitetura e da Engenharia com desdobramentos para sociedade acadêmica e civil, constituindo-se desta forma em um valioso patrimônio para os profissionais na área do ensino, engenharia e de arquitetura.

## PROCESSO E METODOLOGIA DA IDENTIFICAÇÃO E ORGANIZAÇÃO DO ACERVO

Um acordo de cooperação técnica foi firmado em 2019 entre o Departamento de Arquitetura (TAR) da Escola de Arquitetura e Urbanismo (EAU) da Universidade Federal Fluminense (UFF) e o Núcleo de Pesquisa e Documentação (NPD - (fig.6) da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). A partir desta parceria os professores da EAU-UFF passaram a trabalhar na organização e catalogação do Acervo.



Fig. 6 Vista da sala de armazenamento(5º andar) e sala de trabalho do NPD/FAU/UFRJ

Fonte: NUNES,D. 2019

A fonte de orientação inicial foi a listagem de 3.142 conjuntos de documentos, relativos a cerca de 1000 obras enviadas juntamente com o Acervo pela SEEBLA para o NPD. Esta listagem diz respeito apenas a documentos armazenados em caixas box e contém o nome da obra e do cliente, o ano e uma classificação por cidade e uma numérica indicando sua ordem entre as caixas box. O Acervo conta ainda com originais em papel vegetal, acondicionados em forma de rolos e em mapotecas, que ainda não foram examinados. A listagem se inicia no ano de 1926. Como recorte inicial, o grupo de pesquisa decidiu pelo período 1925-1943, que corresponde ao de existência do Escritório Técnico Emilio

Baumgart e se encerra com a morte do engenheiro. O ano de início foi alterado para 1926, que corresponde ao do primeiro projeto do Acervo. O acervo está armazenado em duas grandes salas no quinto andar da FAU–UFRJ, pré-organizado em prateleiras por década, segundo ano que consta em cada caixa box. As caixas são levadas em grupo de 10 unidades para o NPD no segundo andar, onde é realizada a primeira etapa da identificação e da organização do Acervo e de produção de uma ficha manual com as seguintes informações:

- Notação–número da obra, exemplo: RJ 0333 (está também na listagem original);
- Projeto–nome do projeto;
- Data–do projeto, que consta no carimbo da planta ou no início do bloco de memória de cálculo;
- Espécie documental–qual tipo de documento (planta, memória de cálculo, caderneta de campo, correspondência, telegrama, etc.);
- Descrição documental preliminar –fase projeto, conteúdo de espécie documental, estado de conservação
- nº. de páginas
- Invólucro –caixa box ou caixa rolo
- Localização–número encontrado na caixa box, exemplo: Caixa 1159 (está também na listagem original);

A segunda etapa, que está sendo feita concomitantemente, é a digitalização da ficha pelos técnicos do NPD, segundo os mesmos critérios, acrescidos de uma nova referência: EHB + número novo. Os documentos são então transportados para uma nova caixa box (as originais estão em péssimo estado). Há a intenção de que estes dados sejam posteriormente inseridos na plataforma ICAAToM (Open source archival description software da UNESCO), mas ainda não há pessoal suficiente no NPD para realizar esse trabalho. A terceira fase será o tratamento do Acervo: higienização e restauro dos documentos e sua digitalização, sem data para iniciar.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho aqui apresentado encontra-se na sua fase inicial, mas já demonstra potencial como fonte de pesquisa, referência para o ensino e para obras de retrofit e restauração de estruturas. A relevância e o volume dos projetos desenvolvidos pelo Escritório Técnico Emílio H. Baumgart e pela sua sucessora a SEEBLA em várias cidades do Brasil, indica uma longa trajetória até a sua conclusão. O grupo de Pesquisa Arquitetura e Concepção Estrutural –Diálogos no Acervo Baumgart da EAU-UFF pretende, ao mesmo tempo que procede à identificação e organização do Acervo Baumgart no Núcleo de Pesquisa e Documentação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro, continuar a desenvolver pesquisas sobre os edifícios,

ministrar palestras, organizar e participar de eventos sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

- CABRAL, M. C.; PARAIZO, R.C. Presença estrangeira. Arquitetura no Rio de Janeiro (1905-1942). Rio de Janeiro: Riobooks, 2018.
- CORBUSIER, L. Precisoões sobre um estado presente da arquitetura e do urbanismo. São Paulo: ed. Cosac & Naify, 2004.
- FORMA. Revista de Architectura, Engenharia e Artes Plásticas. N. 1. Rio de Janeiro, setembro de 1930.
- FREITAS, M. L. Modernidade concreta: As grandes construtoras e o concreto armado no Brasil, 1920 a 1940. Tese de Doutorado apresentada à FAU – USP, São Paulo, 2011.
- JERMANN, A. E. A Técnica do Concreto Armado de Emílio Baumgart. Symposium de Estruturas. Concreto Revista Technica das Construções em Concreto Armado. N. 66, Ano VIII, 11. Volume, Rio de Janeiro, 1944.
- PAMPONET, R. Escritório técnico Emílio H. Baumgart: Escola do concreto armado e a arquitetura modernista brasileira. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Brasília (FAU – UNB), 2016.
- PAMPONET, R.; SANCHEZ, J. M. M. Affonso Eduardo Reidy e a relação com o eng. Emílio Henrique Baumgart: o caso do Albergue da Boa Vontade, RJ (1931). 11º Seminário Docomomo. Recife, 2016.
- PAMPONET, R.; SANCHEZ, J. M. M. O engenheiro Emílio Baumgart e a Arquitetura Brasileira em concreto armado da primeira metade do século XX. IX Congresso brasileiro de pontes e estruturas. Rio de Janeiro, 2016.
- REIDY, A. E. Albergue da Boa Vontade. Revista da Directoria de Engenharia da Prefeitura do Distrito Federal, ano 1, n.2. Rio de Janeiro, 1932.
- SANTOS, R. E. Minis A Armação do Concreto no Brasil. História da difusão da tecnologia do concreto armado e da construção de sua hegemonia. Tese de doutorado apresentada à Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), 2008.
- SEGAWA, H. Ministério, da participação de Baumgart à revelação de Niemeyer. Entrevista do arquiteto Lucio Costa, Revista Projeto no102, São Paulo, ago, 1987.
- SEGRE, R. Ministério da Educação e Saúde. Ícone urbano da modernidade brasileira 1935-1945. São Paulo: Ed. Romano Guerra, 2013.
- TELLES, P. C. S. História da Engenharia no Brasil (século 20). Rio de Janeiro: Clavero Editoração / Clube de Engenharia, 1993.
- VASCONCELOS, A. C. Concreto no Brasil: recordes, realizações, história. São Paulo: ed. Copiare, 1985.
- VASCONCELOS, A. C. Emilio Henrique Baumgart, suas realizações e recordes: uma vida dedicada ao concreto armado. São Paulo: Otto Baumgart Indústria e Comércio S.A, 2005.
- VASCONCELLOS, J. C. Concreto Armado, Arquitetura Moderna, Escola Carioca: levantamentos e notas. Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós Graduação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PROPAR-UFRGS), 2004.

## FORQUETA: A MEMÓRIA DOS ESQUECIDOS

Data de aceite: 28/05/2020

Data de submissão: 02/03/ 2020

**Doris Baldissera**

Universidade de Caxias do Sul - UCS  
Caxias do Sul, Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/2969067098728092>

**Nicole Rosa**

Universidade de Caxias do Sul - UCS  
Caxias do Sul, Rio Grande do Sul  
<http://lattes.cnpq.br/1571405357447063>

**RESUMO:** O presente artigo apresenta o projeto Foqueta: a memória dos esquecidos, que foi premiado com a segunda colocação no concurso universitário Urban21, na edição de 2018. A proposta traz soluções para requalificar o distrito levando em consideração seus aspectos culturais, patrimoniais, de mobilidade e equipamentos urbanos, bem como recuperar a relação da comunidade com os espaços abertos. Outro fator muito relevante na proposta é a qualificação do roteiro turístico do Vale Trentino, visando o reconhecimento do distrito como um grande produtor de vinhas e uvas, além de abrigar a primeira cooperativa de vitivinícola da América Latina. Para demonstrar a sustentabilidade da proposta são feitas prospecções com a delimitação

de 10, 20 e 50 anos, demonstrando que as ações se tornam viáveis e podem qualificar o distrito a curto, médio e longo prazo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Urban21. Forqueta. Urbanismo. Requalificação. Mobilidade.

### FORQUETA: THE FORGOTTEN MEMORY

**ABSTRACT:** This article presents the Foqueta project: the memory of the forgotten, which was awarded the second place in the competition Urban21, in the edition of 2018. The proposal brings solutions to requalify the district taking into account its cultural, patrimonial, mobility and urban equipment, as well as recovering the relationship of the community with open spaces. Another very important factor in the proposal is the qualification of the tourist route of the Trentino Valley, aiming at the recognition of the district as a major producer of vineyards and grapes, in addition to housing the first wine cooperative in Latin America. In order to demonstrate the sustainability of the proposal, prospects with the delimitation of 10, 20 and 50 years are made, demonstrating that the actions become viable and can qualify the district in the short, medium and long term.

**KEYWORDS:** Urban21. Forqueta. Urbanism.

## 1 | INTRODUÇÃO

O artigo trata do projeto intitulado Forqueta: a memória dos esquecidos, que foi premiado com a segunda colocação, no concurso universitário Urban21, na edição de 2018.

Forqueta é um distrito do município de Caxias do Sul, no Rio Grande do Sul, localizado a 15km da área central da cidade, contando com aproximadamente 3.700 habitantes (IBGE, 2010). Foi uma das primeiras áreas ocupadas pelos imigrantes italianos, ao chegarem na Encosta Superior do Nordeste, sendo hoje a maior produtora de vinhos de Caxias do Sul.

A proposta do projeto premiado buscou a qualificação do centro do distrito, com o reuso das edificações históricas, equipamentos e mobiliário urbanos adequados que valorizem essa centralidade, implantação de uma praça e reestruturação do roteiro turístico do Vale Trentino, onde se encontram as vinícolas de produção local.

Foi buscado demonstrar a viabilidade do projeto e os benefícios que o distrito alcançará, pois, sua economia foi desestabilizada com a retirada do pedágio da rodovia RS-122, lindeira ao distrito, o que levou a perda do caráter de local de passagem alternativo acarretando em seu “esquecimento”. Esse fenômeno afeta a venda de produtos locais e a vida da comunidade, que com a visão do projeto, teria um atrativo para potencializar seu crescimento, não apenas como espaço de passagem, mas como um centro turístico reconhecido pelo seu real valor histórico para a região.

## 2 | O CONCURSO

O Urban21 é um concurso em nível nacional e tem por princípio incentivar e motivar os universitários, através do desenvolvimento de propostas de intervenções urbanísticas, que venham a qualificar a vida das pessoas de forma simples e real.

O planejamento urbano passa a ser uma ferramenta fundamental para a promoção da vitalidade urbana e consciência ambiental nos espaços densificados, bem como na conscientização dos novos profissionais a pensarem ações que possam atribuir qualidades aos espaços urbanos e ao mesmo tempo repensar os espaços e recriar a promoção cultural e social de diversidade que apenas os centros urbanos podem nos conceder.

O concurso, que no ano de 2018 teve sua quarta edição, foi promovido pela revista PROJETO e patrocinado pela empresa Alphaville Urbanismo, teve por objetivo difundir o urbanismo sustentável, garantindo a qualidade do projeto e ao mesmo tempo pensando na viabilidade de execução do mesmo.

Com a chamada “O urbanismo é para todos”, a edição de 2018, teve premiado como segundo lugar o trabalho intitulado Forqueta: A memória dos esquecidos, elaborado pelos acadêmicos do curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de Caxias do Sul – UCS, Bruno Guilherme Fabro, Bruno Gallina, Caroline Garaffa, Gessica Tonin, Guilherme Conte Rodrigues, Guilherme Jaskulski Oliveira, Juliana Tomazi Consenso e Thaise Zattera Marchesini, orientados pelas professoras Doris Baldissera e Nicole Rosa.

## 3 | O PROJETO

### 3.1 Inserção

Localizado na região nordeste o Estado do Rio Grande do Sul, Região Metropolitana da Serra Gaúcha, na cidade de Caxias do Sul, o distrito de Forqueta, formado por colônias de imigração italiana, ainda apresenta em sua área rural características fortes dessa colonização.

A localidade se consolidou como um importante eixo estruturador de mobilidade entre as cidades de Caxias do Sul e Farroupilha, pois a “Estrada Velha”, que atravessa Forqueta era utilizada inicialmente como estrutura viária para o assentamento agrícola colonial. Posteriormente com a implantação do pedágio na rodovia RS-122, passou a servir de rota alternativa para desviar tal estrutura, o que trouxe um intenso tráfego veicular que culminou com a consolidação de alguns comércios de produtos locais. Com a desativação do pedágio da rodovia principal, a estrada voltou a ser apenas de uso local e a suas funções comerciais e de serviços, esquecidas pelos usuários constantes.

### 3.2 Conceitos e Objetivos

Forqueta é reconhecida principalmente pelas suas paisagens culturais, naturais e edificadas. Esses atributos determinam o *Genius Loci*, ou “espírito do lugar” (BAKER, 1991), que é a representação material e cultural de uma população que se dá através da mistura das tradições passadas, reproduzidas no cotidiano, e a inclusão de elementos urbanos, que antes não pertenciam ao lugar, mas que passam a compor o panorama da identidade local. Esse fenômeno foi intensificado em Forqueta com a implantação do sistema ferroviário que conta com uma estação (gare) de embarque e desembarque no centro do distrito, o que foi determinante para a estruturação do território.

Os centros de atividades nascem em distritos vivos e diversificados, do mesmo modo como surgem, em escala menor, em parques, e tais centros favorecem a identidade do distrito se também contiverem um ponto de referência que represente simbolicamente o lugar e, em certo sentido, o distrito. (JACOBS, 2000, p. 142.)



Figura 1 – Fotomontagem de Forqueta com a praça da Gare

Fonte: Autores (2018)

O projeto tem por objetivo resgatar o centro histórico e a criação de múltiplos caminhos que expressem a memória local que se reflete nas atividades turísticas e nos espaços de lazer, estabelecendo um sentido de coletividade ao distrito, relacionando o patrimônio edificado, as paisagens naturais e cultivadas, pois o conjunto edificado de Forqueta é a expressão da bagagem cultural do lugar.

Por ser um símbolo físico que resiste ao tempo e às gerações, os edifícios representam não apenas um abrigo, mas também podem servir de registro para as manifestações culturais de uma região, podendo evidenciar através de sua forma, tecnologia ou ornamentos, marcas de uma cultura ou a mistura de várias, servindo de palco de memória para as gerações futuras. (VICTUR, 2007, P. 73)

Além disso, as proposições trazem um novo olhar para locais pouco lembrados, consequência muitas vezes do investimento em as novas estruturas projetadas em áreas de expansão urbana ou pela falta de políticas públicas. Essa forma de planejamento urbano apresenta métodos positivos para rearranjar percursos a partir de pré-existências, buscando qualificar esses centros existentes e consolidados.

### 3.3 Proposta

A proposta está baseada em três grandes pilares, a requalificação do centro de Forqueta, com a reestruturação da linha férrea, que atravessa o distrito, como uma praça de centralização das atividades comerciais e culturais. A destinação de novos usos para as edificações históricas do centro, fazendo com que as mesmas sejam recuperadas e reocupadas, trazendo mais vitalidade urbana e atrativo turístico com finalidade de potencializar a economia local. Por fim, a estruturação de um roteiro turístico que englobe o Vale do Trentino, que apesar de estar implantado de direito não se efetua de fato, tendo apenas vinícolas com o viés produtivo e de distribuição local. Na proposta ela passa a ser um centro atrator de atividades de lazer, comércio e cultura para Forqueta e região.



Figura 2 – Praça da Gare

Fonte: Autores (2018)

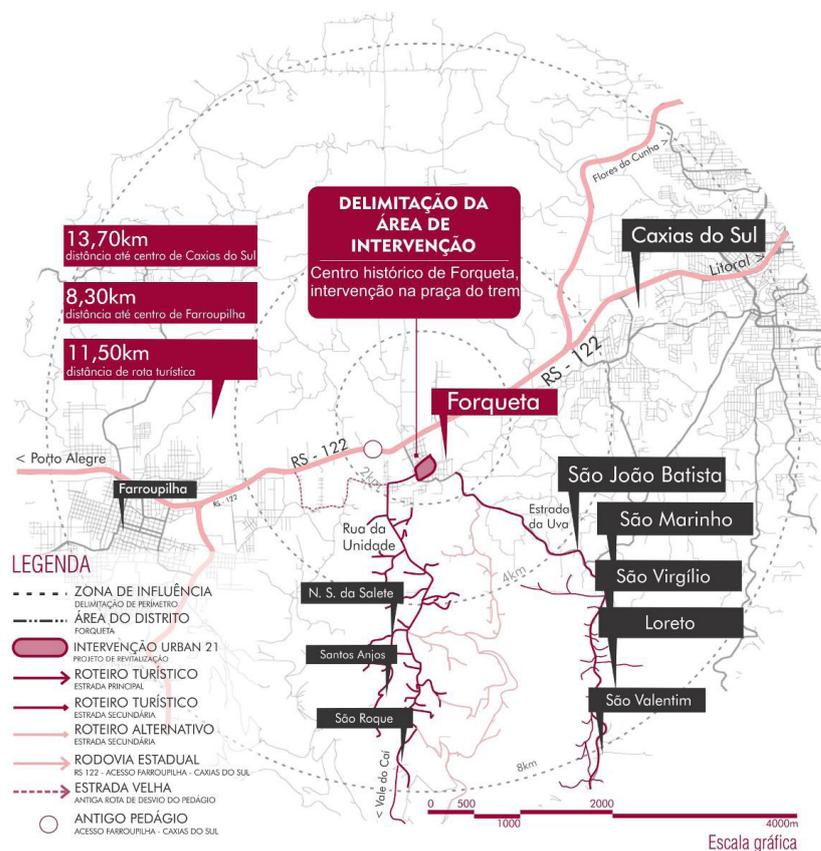


Figura 3 – Mapa da área de intervenção  
Fonte: Autores (2018)

Para que se pudesse estabelecer as bases de intervenções e atuação no distrito, foi feito um diagnóstico da área que receberia as proposições, com isso se estabeleceu o seguinte recorte de intervenção urbanística: 1. A área central, ativamente usada pela população para atividades sociais e comerciais, de fácil acesso ao transporte público, com maior concentração de moradias e com grande potencial para abrigar um ambiente que estimule a circulação e a vitalidade do espaço público; 2. O roteiro cultural do Vale do Trentino foi visto como um grande polo de turismo a ser valorizado e qualificado, oferecendo visitação nas vinícolas. O deslocamento dos visitantes ocorreria em veículos automotores ou através da rota cicloviária que conta com infraestrutura de apoio.

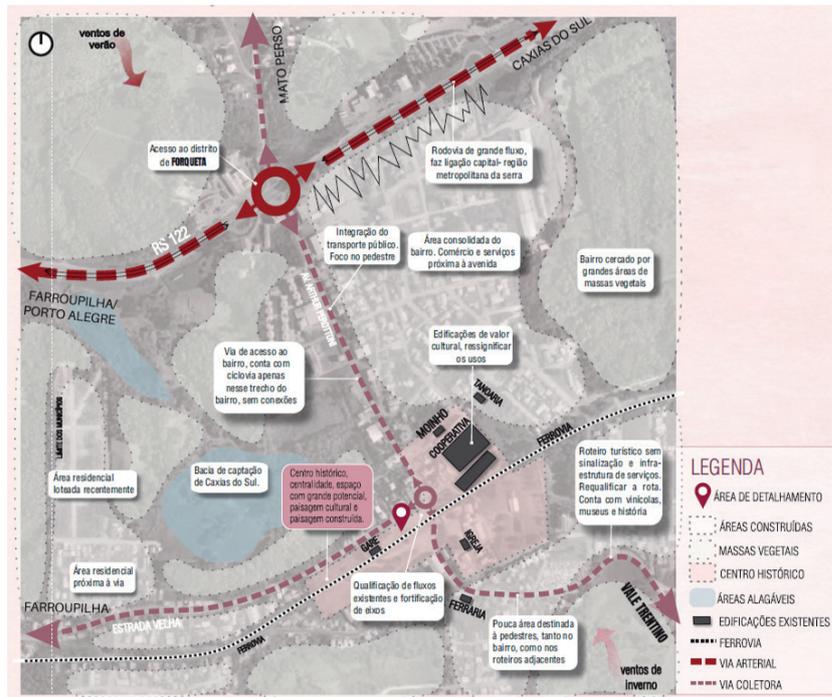


Figura 4 – Mapa síntese de análise

Fonte: Autores (2018)

Como intenção de atrativo e valorização da comunidade local de Forqueta, foi proposta para a área central a qualificação das vias que priorizam o bem-estar do pedestre, a inserção de ciclofaixas, reciclagem dos usos de edifícios subutilizados e de outros que são parte da história patrimonial do distrito, e a proposição de novos espaços que incentivem as atividades de turismo e de consumo existentes. Essa requalificação contribuirá economicamente para o desenvolvimento local e posteriormente, atrairá novos públicos para o roteiro turístico do Vale Trentino, possibilitando a sustentabilidade e viabilidade dessa proposta.

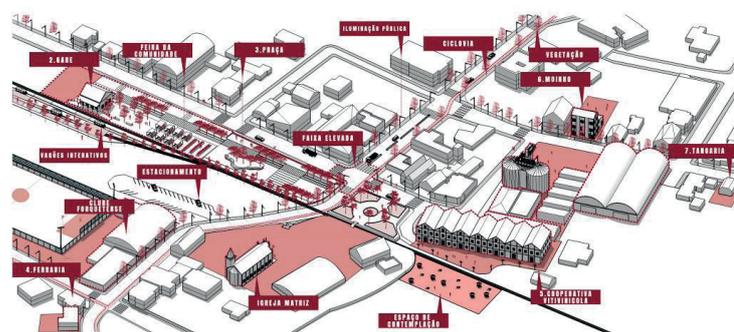


Figura 5 – Mapa da área central de Forqueta

Fonte: Autores (2018)

O conjunto edificado pontuado na área central de intervenção define o lugar que caracterizou Forqueta como o primeiro centro cooperativo de vitivinícola da América Latina. Esses edifícios carregam a história e revelam a produção diária do que foi a comunidade no

auge do estabelecimento do ciclo da uva e do vinho, produção industrial e enriquecimento de outras atividades que sustentavam essa comunidade. “A paisagem urbana é viva graças ao seu enorme acervo de pequenos elementos.” (JACOBS, 2000, p.162).

A tanoaria era responsável pela fabricação das pipas onde era armazenado o vinho; o moinho atuava na produção de farinha para a fabricação de massas e pães que abasteciam e sustentavam os trabalhadores; a ferraria servia como um apoio para a fabricação das ferramentas para manutenção dos trilhos do trem, e também de utensílios, carroças e o que mais fosse feito nesse material; a Gare, servia como uma “estação”, ponto de chegada e partida para quem buscava uma nova vida.

Dentro do conceito de comunidade e vitalidade, cada uma das edificações ganhou um novo uso e os espaços intraurbanos foram contemplados com atividades para a comunidade, bem como hortas comutárias, a praça da Gare e vagões culturais.

A Cooperativa vitivinícola (primeira da América Latina), hoje abriga o museu do vinho, na proposta além da qualificação do uso atual, ganha espaços de degustação, comercialização, lazer e consumo local.

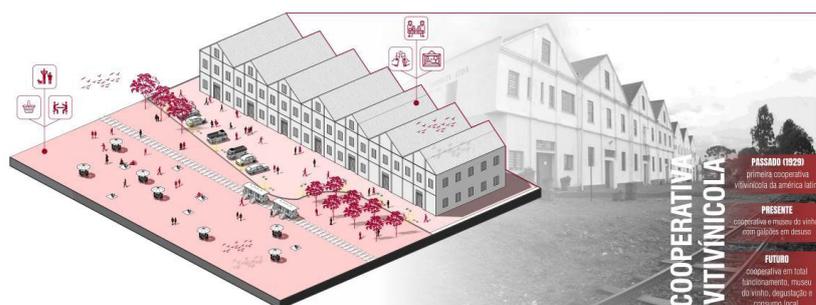


Figura 6 – Cooperativa Vitivinícola

Fonte: Autores (2018)

O moinho outrora utilizado na produção de massas e pães comercializados localmente se encontra desocupado e em estado de degradação. Na proposta recebe destaque, abrindo uma pousada para atender a demanda turística.



Figura 7 – Moinho

A ferraria que produzia ferramentas para a manutenção da ferrovia e demais infraestruturas locais, se encontra desativada e em estado de deterioração. Esse edifício abrigará um espaço gastronômico para atender ao complexo criado.

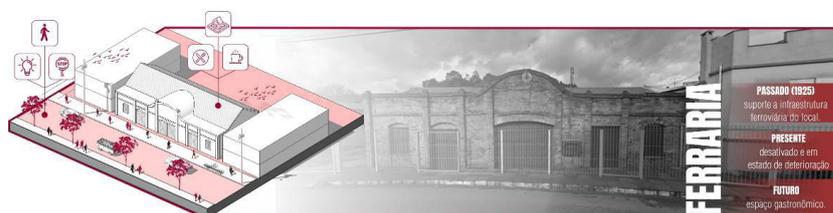


Figura 8 – Ferraria

Fonte: Autores (2018)

A tanoaria, onde eram produzidos os barris para armazenar o vinho, como os demais edifícios se encontra desativada. Na proposta abrigará um espaço que recupere o seu uso original sendo destinada as oficinas tanoeiras.

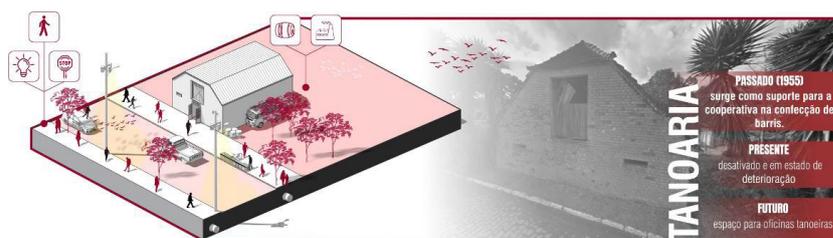


Figura 9 – Tanoaria

Fonte: Autores (2018)

A área da antiga Gare tem papel fundamental no projeto de intervenção urbanística, servindo como explanada para uma praça que concentra as atividades sociais e culturais do local. Nesse espaço público os “vagões culturais” servirão de apoio abrigando oficinas, apresentações de música e dança, cinema e biblioteca.

A praça é um dos principais espaços dentro da construção da estrutura urbana, tem um papel de orientação dentro da cidade, lugar de contato, de trocas e sociabilidade. A praça é um limite, mas também é uma costura e abriga as atividades de um grupo e revela com clareza a identidade que isso a confere. (LYNCH, 1997, p. 52).

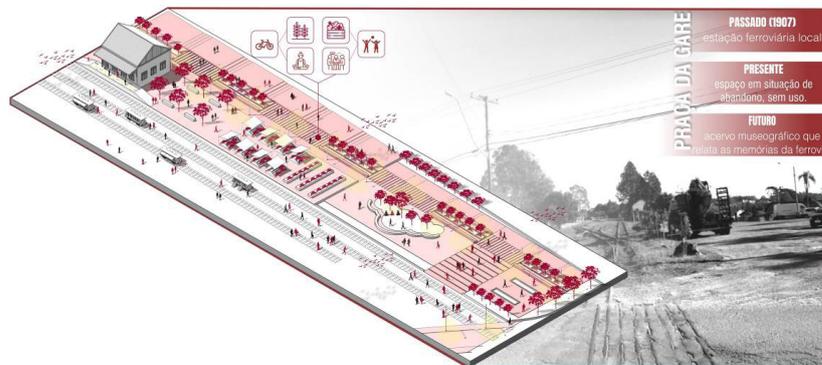


Figura 10 – Praça da Gare

Fonte: Autores (2018)

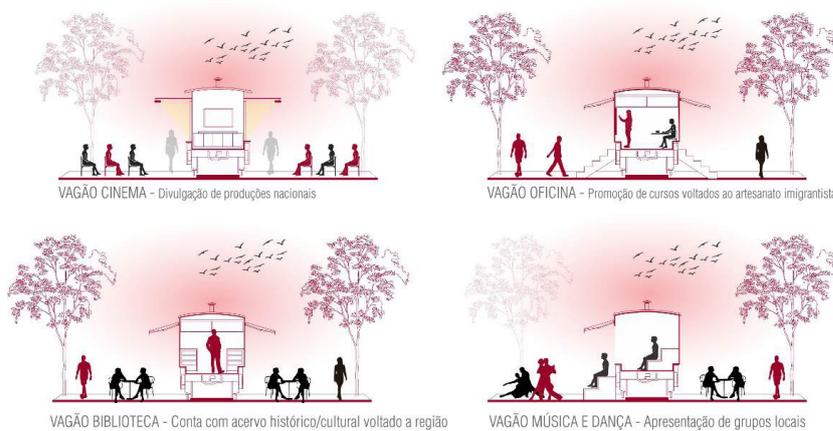


Figura 11 – Vagões Culturais

Fonte: Autores (2018)

A horta urbana é um reflexo do que hoje Forqueta tem como apropriação do espaço e manutenção do espírito de comunidade, o projeto a traz para próximo da praça, mais conectada com as atividades urbanas e principalmente com seus usuários.



Figura 12 – Hortas Urbanas

Fonte: Autores (2018)

O tratamento ao longo da rua da Unidade (no Vale Trentino), foi feito para facilitar a coletividade do território, buscando facilitar as relações humanas e culturais, trazendo para

Forqueta um caráter de acolhimento aos usuários.

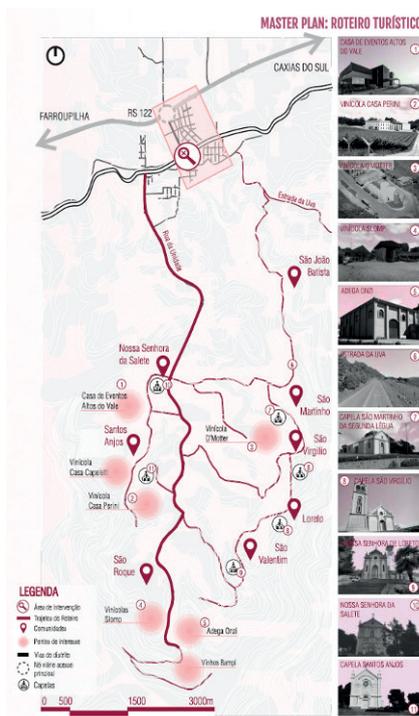


Figura 13 – Roteiro do Vale Trentino

Fonte: Autores (2018)

As estratégias adotadas basearam-se na compreensão das forças e oportunidades para a qualificação do lugar, assim possibilitando a identificação e valorização do patrimônio, implantação de equipamentos estruturadores como pousadas, restaurantes, centros socioculturais, banheiros e de infraestrutura de comunicação e espaço para comercialização dos produtos fabricados na região.

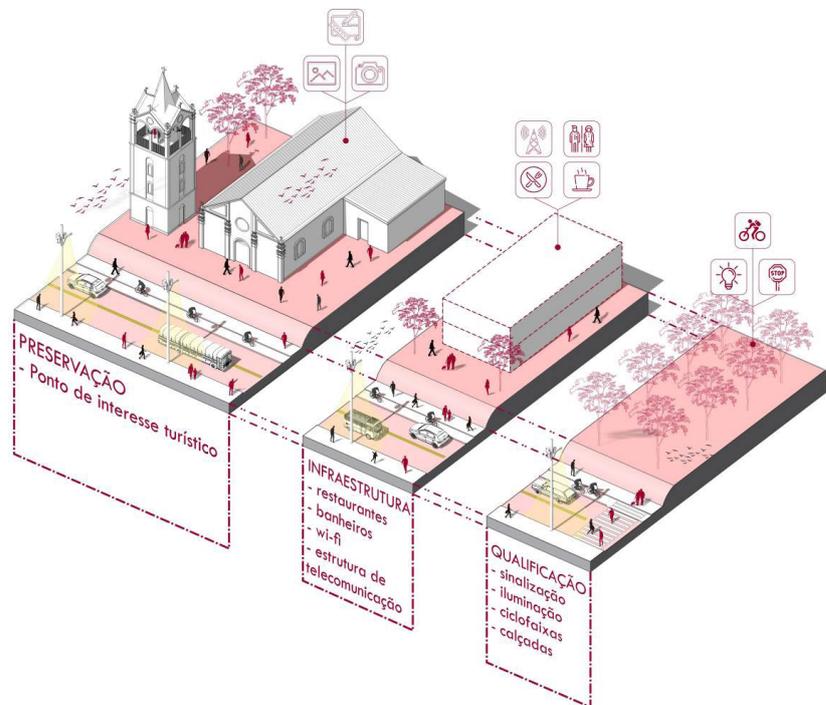


Figura 14 – Equipamentos urbanos no roteiro do Vale Trentino

Fonte: Autores (2018)

Um dos fatores fundamentais para a aceitação e implementação do projeto é a conscientização da população local e sua qualificação para o acolhimento ao turista, pois será necessária a compreensão da potencialidade que as características de espírito do lugar, ali presentes e agora fortalecidas, terá na atração do turismo e conseqüentemente na valorização da cultura e economia locais.

### 3.4 Mobilidade Urbana

A mobilidade urbana é um desafio cada vez mais presente em intervenções urbanísticas da atualidade, mas Forqueta apresenta uma peculiaridade que é o fato de sempre ter sido uma rota de conexão, por vezes alternativa, entre Caxias do Sul e Farroupilha, mas também uma ligação entre o Vale Trentino e o escoamento da produção de vinhos em direção a Porto Alegre, capital do Estado.

As rotas que atravessam o distrito têm sua origem com o caminho dos tropeiros que conduzia o gado para o resto do país e cruzava o local, a passagem dos imigrantes alemães em direção a região das hortênsias e em seguida o estabelecimento de uma colônia italiana com a chegada da via férrea e a criação da estrada velha, que dava acesso as propriedades rurais. Pôr fim a construção da RS-122, importante rodovia, que liga Caxias do Sul a Farroupilha e que é paralela a Forqueta.

Uma das características marcantes do local é o modo como essas rotas definiram e auxiliaram a estabelecer a identidade do distrito. Em todas as suas fases, essas conexões estabeleceram relações importantes com a localidade, mas o que gerou maior impacto acabou sendo a difusão do “urbanismo rodoviário”, onde o aumento da velocidade transferiu os viajantes da “estrada velha” para a RS-122, o que fez com que o distrito acabasse sendo

esquecido para esses.

Mesmo assim, vias do centro de Forqueta ainda estão conformadas para os veículos, e os pedestres perderam seu espaço e a relação com a rua se tornou cada vez mais distante, trazendo como consequência o desuso dos espaços aberto e pôr fim a sua falta de manutenção e apropriação por parte da comunidade. Essa falta de interesse pelo espaço da rua surge quando os usuários não se sentem mais “donos” daqueles locais, e com isso não os utilizam nem os mantem de forma qualificada, o que gera ainda mais insegurança para os espaços urbanos.

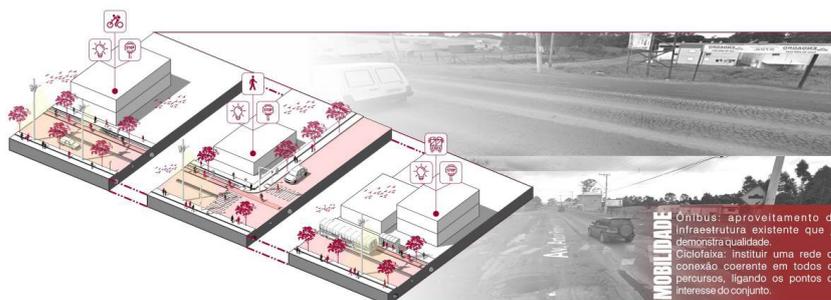


Figura 15 – Estratégias de mobilidade urbana

Fonte: Autores (2018)

As qualificações propostas voltam a privilegiar o pedestre e as suas mais variadas formas de recuperar a vivência na rua, com isso a ciclovia existente, recebe requalificação e sinalização, junto com a melhoria nos passeios públicos e acessos para as pessoas. O veículo particular passa a ser um elemento secundário, e são propostas melhorias no transporte coletivo com a implantação do VLT (veículo leve sobre trilhos), já instituído pelo Plano de Revitalização das Ferrovias do Governo Federal e viabilizados pelo comitê técnico da Aglomeração do Nordeste – AUNE.



Figura 16 – Proposta de transporte coletivo alternativo (VLT)

Fonte: Autores (2018)

Além de melhorias no transporte, vem a requalificação do acesso ao centro de Forqueta, que se dá pela RS-122, resgatando essa conexão e atraindo quem passa a conhecer a

localidade através do seu potencial cultural e comercial através da produção de uva e vinho. Para que isso aconteça é necessário que haja a diminuição de velocidade nesse trecho, e de uma entrada secundária que conduza ao centro do distrito, o que estimulará a sociabilidade dos pedestres com a rua e com a rodovia.

### 3.5 Implantação

As propostas de intervenção feitas para o distrito de Forqueta, apresentadas nesse artigo, tem por objetivo seu crescimento e desenvolvimento de uma forma sustentável. As soluções estão associadas para construir um espaço em que as pessoas sejam estimuladas a explorar e vivenciar a rua como espaço urbano de interpelações e experiências, e que com isso criem um sentimento de pertencimento com o bairro. “A maioria identifica-se com um lugar da cidade porque o utiliza e passa a conhecê-lo quase intimamente”. (JACOBS,2000, p.141.)

Com a viabilidade de mobilidade, novos atrativos turísticos e a possibilidade de criar um espaço com mais qualidade e permanência para os usuários, a proposta beneficia Forqueta e evidencia a vocação do lugar, divulgando a sua identidade e cultura da região, com o espaço da rua funcionando de forma efetiva.

Além disso, para atender a questão da viabilidade técnica e sustentável da proposta, foram articuladas prospecções da implantação do projeto urbanístico, levando em consideração a seguinte cronologia:

- 10 anos, 1ª fase: infraestrutura para receber o projeto, estabelecer uma relação de segurança entre os moradores e os usuários do espaço, execução de calçadas, iluminação pública, sinalização, vegetação e mobiliário urbano adequado. Prospecta-se que nesse período a utilização do espaço comece a atender as demandas do local, potencializando a vitalidade da área central e incentivando novas práticas sociais e culturais.

- 20 anos, 2ª fase: com o espaço já sendo utilizado mais ativamente e com o reconhecimento e apoio da população local para o convívio e divulgação do espaço, nessa fase são iniciados os reusos das edificações que foram marcadas como históricas para o centro de Forqueta. Essas intervenções intensificam a identidade da comunidade e a infraestrutura para receber turistas é aprimorada, com isso a economia ganha força e os produtos locais são reconhecidos e auxiliam a impulsionar o desenvolvimento do distrito.

- 50 anos, 3ª fase: com a implementação completa do roteiro do Vale do Trentino, o foco turístico e de atrativo se expande do centro e passa a valorizar e mostrar a produção local e o percurso que pode ser feito, tanto com transporte alternativo, como bicicletas, quanto por veículos de passeio. As paisagens culturais e naturais ajudam a valorizar Forqueta e junto com isso um crescimento econômico efetivo, juntando os equipamentos urbanos do centro e conectando-os as vinícolas locais.

Essa lógica de proposta mostra que é possível iniciar as intervenções de forma mais sutis, e com isso ter o apoio e a apropriação adequada da comunidade, para que esta também faça a sua parte em preservar e qualificar ainda mais o projeto. Logo, as implementações começam a atrair um novo público, o que possibilita que se tenha investimentos para a

execução e continuidade da implantação. Sustentabilidade é a ordem para que o sistema se mantenha sozinho e que a população local se envolva na divulgação, criação de atividades e retroalimentação do projeto, com eventos que potencializem o caráter peculiar de Forqueta.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta demonstra que o urbanismo quando bem trabalhado pode revelar o potencial latente, especialmente em localidades ou cidades pequenas com pouco investimento.

Boas intervenções muitas vezes partem de ideias simples e de lugares que já são muito ricos, porém pouco explorados. Pode-se pensar que “[...] quase ninguém vai espontaneamente de um lugar sem atrativos para outro, idêntico, mesmo que o esforço físico seja pequeno. ” (JACOBS, 2000, p.142). Forqueta é um desses lugares cheios de espaços a serem descobertos e com um potencial cultural muito forte, mantido pelo espírito de comunidade local. A proposta só conseguiu evidenciar e transformar isso em um projeto de intervenção urbana, que costura o existente e as prospecções para um futuro.

A estruturação do projeto em três etapas de implantação busca o desenvolvimento do distrito de maneira sustentável e priorizando as atividades sociais, culturais e habituais da localidade, com o objetivo de atrair novos turistas e com isso qualificar a economia.

Como proposta de desenho urbano as estratégias projetuais foram pensadas e desenvolvidas ao nível do observador, que é onde os usuários vivenciam os espaços. Essa é uma das grandes destrezas do urbano, porque muitas vezes belos projetos não são compreendidos, impossibilitando as pessoas se sintam parte deles, e quando não há a apropriação pela comunidade não existe urbanismo de qualidade.

#### REFERÊNCIAS

BAKER, G. **Análisis de la Forma**: urbanismo y arquitectura. Barcelona: G. Gili, 1991.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. 3. Ed. São Paulo: Perspectiva, 2015.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>.

JACOBS, Jane. **Morte e vida de grandes cidades**. São Paulo: Martins Fontes. 2000.

LYNCH, Kevin. **A Imagem da Cidade**. 3. ED. Tradução de por Jefferson Luiz Camargo. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes. 2011.

**Forqueta: A memória dos esquecidos**: Revista PROJETO. São Paulo: ed 446. 1977 – mensal.

VICTUR: **valorização do turismo integrado à identificação dos territórios**. João Wianey Tonus (org). Caxias do Sul: Belas-Letras, 2007.

## ECO-MODELOS E CIDADES SUSTENTÁVEIS

Data de aceite: 28/05/2020

Data de submissão: 07/04/2020

### Mirelle Lourenço de Andrade

Arquiteta e Urbanista – Universidade de  
Taubaté

Taubaté – SP

Currículo LATTES: <http://lattes.cnpq.br/9175432058641083>

**RESUMO:** Assunto cada vez mais em foco, o urbanismo verde se tornou popular com o passar das décadas e hoje encontra seu melhor momento. Dentre as suas vertentes, existem os projetos baseados nos preceitos da ecologia, também conhecidos por *eco-friendly* ou eco-modelos. A terminologia abordada no presente artigo surgiu como forma de expressão sustentável, originando-se e apropriando-se como conceito base para quem deseja investir no meio-ambiente como associado. Eco-modelos vão desde comunidades e assentamentos urbanos ou rurais, até bairros, parques e vilas que apresentam determinadas características; muitas problemáticas são geradas pelo uso e aplicação inadequados do conceito dos mesmos no Brasil e não devem passar despercebidas. O presente artigo, através

de dados coletados em órgãos internacionais específicos, estudos direcionados e revisões bibliográficas, apresenta a definição de diretrizes com objetivo de levantar a discussão sobre os casos e solucionar as objeções em questão, auxiliados pelo desenvolvimento progressivo das cidades sustentáveis.

**Palavras-chave:** eco-modelos, sustentabilidade, diretrizes, urbanismo verde, cidades sustentáveis.

### ECO-MODELS AND SUSTAINABLE CITIES

**ABSTRACT:** Subject increasingly in focus, green urbanism has become popular over the decades and today finds its best moment. Among its aspects, there are projects based on the precepts of ecology, known as *eco-friendly* or eco-models. In this article, the terminology covered emerged as a sustainable expression, originating and appropriating itself as a basic concept for those who wish to invest in the environment as an associate. Eco-models range from urban or rural communities and settlements, to neighborhoods, parks and villages that have certain characteristics; many problems are generated by the inadequate use and application of their concept in Brazil and

should not go unnoticed. This article, through data collected in specific international bodies, targeted studies and bibliographic reviews, presents the definition of guidelines with the objective of raising the discussion on the cases and resolving the objections in question, aided by the progressive development of sustainable cities.

**KEYWORDS:** eco-models, sustainability, guidelines, green urbanism, sustainable cities.

## 1 | INTRODUÇÃO

Partindo do princípio que nenhuma atividade exercida pela humanidade é possível de ser executada sem causar impacto ambiental, econômico e social, a redução dos impactos negativos e melhoria quanto aos impactos positivos são os principais itens de quem acredita na valorização dos estilos alternativos de cotidiano, muito empregado fora das grandes cidades.

Além disso, sabe-se que zonas urbanas crescem mais rápido do que as zonas rurais e que influenciam não apenas no microclima da região, mas também demandam maiores gastos dos recursos naturais existentes, além da poluição hídrica, visual, sonora e da constante geração de resíduos (sem direcionamento adequado para sua reutilização e reaproveitamento).

A percepção ambiental e a sustentabilidade por si só são temas em constante evolução. O consumo passivo dos recursos naturais, a contenção e o reaproveitamento dos resíduos e o respeito mútuo são algumas das características que devem estar presentes em qualquer tipo de comunidade alternativa de cunho sustentável, prezando pela promoção desta consciência progressiva socioambiental.

Existe a valorização cada vez mais crescente dos eco-modelos, onde é possível produzir seus próprios alimentos e produtos de uma maneira cíclica, conveniente para o meio-ambiente no qual inserido. Em função não apenas disso, mas também da integração com questões éticas e culturais, a busca por esse formato alternativo ao que a população acostumou-se tende a crescer a cada ano, junto com o movimento pretendido por trás da origem dos mesmos.

Enquanto o termo *eco-friendly*, algo como amigo da ecologia, abrange desde empresas e produtos até marcas que buscam gerar menos impacto no meio ambiente, o termo eco-modelo parte do mesmo ideal, porém numa escala urbana: comunidades e assentamentos, bairros, parques e vilas que apresentam determinadas características são considerados modelos de ecologia desde a construção até a forma de lidar com o dia-a-dia.

A pretensão por trás dos eco-modelos é óbvia, baseada no consumo consciente, visam garantir um melhor agora e futuro para todos. O conhecimento sobre os processos é necessário e os questionamentos quanto a origem de materiais utilizados e como deve ser feito o descarte também são regras para funcionamento adequado desse formato.

Já as cidades sustentáveis, podem ser definidas como cidades ambientalmente eficientes, onde possuem práticas voltadas para a melhoria da qualidade de vida populacional e atuam na preservação do meio-ambiente. São planejadas previamente e administradas no

preceito ecológico.

Hoje se acredita que áreas verdes não buscam exercer apenas funções de embelezamento, como muitos pensavam, mas que são sim essenciais para melhoria da qualidade de vida. Viver em prol da natureza e mantê-la presente em grande escala, além de resguardá-la perante as intempéries da humanidade, é um formato de vida que muitos creditam como imprescindível.

Reforçando a indispensabilidade do desenvolvimento de formas alternativas e contrapondo o crescimento econômico internacional, os eco-modelos, mediante o uso de tecnologias e métodos de execução devidamente apropriados, nascem para uma redução da dependência econômica-social proveniente das comunidades urbanas convencionais.

Mesmo dentro das circunstâncias atuais, principalmente das metrópoles e grandes cidades, é importante lembrar e levar em conta que a raça humana passou a maior parte da sua existência em contato dependente e direto da natureza. Olhando para um ponto de vista mais pessoal, tendo em vista essa conexão, é válido e fácil de compreender que estar na presença constante do meio ambiente pode aumentar o desempenho psicológico, atuar na melhoria do humor e até mesmo diminuir chances do desenvolvimento corriqueiro de doenças mentais.

Tendo analisado o contexto no qual inserido, pode se entender por eco-modelos os sistemas urbanos alternativos e ocupações de espaço executados em virtude dos preceitos da ecologia. Estes locais buscam não causar danos ambientais significativos, reduzindo ao mínimo os impactos na natureza na qual são inseridos, sejam eles empreendimentos, comunidades intencionais ou até mesmo moradias.

Mesmo com muitos prós a seu favor, a falta de contextualização envolvendo seu termo, cria expressivas problemáticas a cerca da implantação e manutenção dos mesmos. Falsos moralistas têm aproveitado o crescimento gradativo da busca à sustentabilidade, utilizando da falta de conhecimento geral sobre o significado dos eco-modelos, para faturarem em cima dos leigos que se iniciam na empreitada do urbanismo verde ou que acreditam na premissa que o nome traz por si só.

Esse faturamento é definido pelo famoso termo *greenwashing*, uma lavagem de dinheiro em cima de produtos ou empreendimentos verdes, que pode ser explicado como forma de aproveitamento sujo das empresas, as quais pronunciam discursos inteiramente feitos por *marketing* onde nada realizam para o crescimento da sustentabilidade. Com discursos ecológicos manipuladores em busca de vendas, infelizmente atrapalham o trabalho real dos engajados na ética ambiental.

O objetivo deste artigo é comparar soluções, direcionar diretrizes e indicar as mudanças necessárias para devida aplicação de eco-modelos em cidades sustentáveis.

## 2 | CONTEXTO E DIRETRIZES

No trabalho de graduação final *“Ecovila-Modelo: Bases projetuais para definição, criação e adaptação de ecovilas no Brasil”* desenvolvido por quem vos escreve, contextualizou-se o

surgimento desses assentamentos urbanos/rurais sustentáveis, podendo assim, através de pesquisas, estudos de caso e avaliação dos órgãos internacionais e nacionais, entender as problemáticas e fazer o possível para solucioná-las.

Diante da compreensão quanto ao contexto e as práticas relatadas nas ecovilas brasileiras, buscou-se garantir a capacidade das mesmas de se direcionarem para a promoção do desenvolvimento sustentável, de maneira que seja integrado à sociedade. Para corroborar as teorias em função dos questionamentos apontados no trabalho de graduação, através de dados sólidos e incontestáveis, além da abordagem direta aos moradores, puderam-se definir diretrizes gerais e específicas.

O entendimento em relação aos princípios sustentáveis e o que representam, foi fundamental para compreensão do trabalho produzido, sendo pautado pela mudança quase que radical na maneira de lidar com o cotidiano. Produzir e consumir sempre pensando em como isso se relaciona com o meio ambiente exige uma educação e auto avaliação sobre as próprias atitudes, assumindo assim a responsabilidade através da tomada de consciência.

Algumas das diretrizes apresentadas são aproveitadas e complementadas neste artigo, visto que a abrangência dos eco-modelos não se limita apenas as vilas ecológicas. As bases projetuais relacionadas à otimização das fontes naturais, por exemplo, se aplicam para qualquer arquétipo de arquitetura verde, são elas: a captação e tratamento de águas pluviais, descarte planejado de águas cinza e proposta para a produção de energia renovável.

Outras diretrizes propostas no trabalho sobre Ecovilas também podem ser aproveitadas. Algumas as serem mantidas, adaptadas para o formato de eco-modelos, são:

- III. Qualquer área desmatada para implantação do eco-modelo deve ser plantada em mesma escala, seguindo as devidas espécies regionais;
- IV. Priorizam-se terrenos que atuam como proteção de zonas futuramente obsoletas;
- V. Priorizam-se terrenos próximos a fontes de água;
- VI. Pavimentação apenas com blocos ou alternativas que sejam ecológicos e drenantes;
- VII. A ocupação mesmo que autorizada por lei deve ser questionada quanto ao benefício para a natureza;
- VIII. Uso consciente da água e captação e uso sustentável de energia renovável adequada para a região;
- IX. Produção de resíduo sólido igual ou inferior a 10%, de forma que não afete a natureza significativamente;
- X. Tratamento de rejeitos e descarte adequado dentro da legislação estadual vigente;
- XI. Formatos de redução do resíduo sólido que sejam prejudiciais à natureza não devem ser aplicados;
- XII. Aplicar princípios da bioconstrução, formando um ciclo sustentável pelos materiais utilizados terem facilidade a reintegração com a natureza;

- XIII. Ecosaneamento;
- XIV. Utilização de fibras renováveis, telhado verde, etc sempre que possível;
- XV. Utilização de madeira apenas quando devidamente certificada;
- XVI. Eficiência energética deve ser priorizada no desenho projetual;

Deve-se lembrar de que as mesmas basearam-se nos aspectos comuns presentes nos principais órgãos de suporte a assentamentos sustentáveis nos âmbitos mundial e nacional, sendo eles: *Fellowship for Intentional Communities – FIC*, *Gaia Education* e a *Global Ecovillage Network – GEN* as internacionais e o Movimento Brasileiro de Ecovilas e a fundação ABRASCA as nacionais analisadas.

A definição das diretrizes, como já foi citado, ocorreu graças à junção da opinião dos moradores e fundadores. O estudo quanto ao contexto e a análise perante os órgãos de suporte das ecovilas foi executado de maneira escalonada, seguindo em acordo com a seguinte ordem:

1. Aspectos unânimes;
2. Aspectos presentes em  $\frac{3}{4}$  de assentamentos analisados;
3. Aspectos presentes em metade dos assentamentos analisados;
4. Aspectos presentes em  $\frac{1}{4}$  dos assentamentos analisados.

Os pontos abordados em menos de um quarto dos eco-modelos foram descartados por não possuírem embasamento suficiente e não terem sido testados o bastante para provar sua funcionalidade. Eco-modelos que fogem da regra por algum motivo entram também na avaliação para casos específicos, assim como feito no trabalho de graduação sobre as ecovilas.

### 3 | METÓDOS E MATERIAIS

Existem diversos métodos para a implantação e o desenvolvimento adequado da bioconstrução. O estudo dos materiais e sua escolha prévia são essenciais e encaminham de maneira progressiva a construção, sem afetar drasticamente as características locais e de seu entorno, no qual inseridos.

A bioconstrução, também chamada de arquitetura verde ou ecológica, é pautada pelo retorno cíclico dos materiais a natureza, bem diferente das construções civis convencionais. A análise prévia da bioconstrução vai desde o consumo de energia gerado pelo material a ser utilizado até o reaproveitamento desse mesmo material em um futuro próximo.

Para o projeto de eco-modelos, a utilização de fibras renováveis como bambu e palha deixa de ser alternativa e passa a ser prioridade. Materiais de fibras terrosas como o adobe ou pau-a-pique também são bem-vindos, sempre seguindo a melhor opção dentro do contexto

regional, levando em conta também o transporte e a mão-de-obra presentes na concepção da obra.

Estruturas de madeiras, aconchegantes e bonitas são as preferidas dos bioconstrutores, para seu uso adequado, tem sempre que estar buscando a procedência das mesmas e se estão devidamente certificadas como próprias para uso estrutural. As formas de cobertura apresentam várias composições possíveis e reintegráveis a natureza, sendo algumas das aplicáveis: o telhado verde, o uso da telha madeira, telhado de palha ou o de barro.

Utilização de energia alternativa como a fotovoltaica, solar ou eólica é o principal caminho para uma possível independência do eco-modelo projetado. A eficiência energética pode e deve ser um dos pontos principais do desenho projetual, seja lá qual for a dimensão no qual se aplica. Ecosaneamento com utilização de fossa biodigestora ou tratamento das águas pelo método leito de raízes também se faz essencial.

Para quem deseja a criação autônoma de produtos orgânicos, seguindo princípios do método holístico permacultural, a não produção de desperdícios é caminho para divisão e repartição integralista. As valorizações das mudanças climáticas, dos aspectos do solo e geológicas gerais ditam o desenho das plantações.

Após a construção ser finalizada, a bioconstrução não termina, já que esse modo construtivo visa o retorno cíclico muitas vezes citados nesse artigo. E que ciclo de retorno seria esse? Baseia-se na capacidade de retorno de tudo que é empregado sem danos permanentes ou descomunais para o meio-ambiente, formando assim um ciclo onde a natureza nos fornece algo que mais tarde devolveremos, para que volte a nos oferecer e assim se mantenha.

Uma construção antiga em taipa de mão (também chamada de pau-a-pique) por exemplo, pode se aproveitar tudo. Os barros das paredes são tratados e se tornam novos tijolos de adobe; a palha usada nos telhados são usadas para compostagem (formas de adubos); as madeiras vão para novas construções ou alimentação de fogos à lenha. Desta maneira, o retorno é total e o ciclo continua a girar.

De uma maneira geral, a bioconstrução é o formato construtivo mais indicado por não possuir malefício à natureza, além de trazer autonomia às comunidades. Uma comunidade autônoma tem a capacidade de satisfação das necessidades dos moradores sem a relação de dependência com grupos externos. A ideia é que se a natureza for tratada com o devido cuidado, têm-se pra sempre os recursos necessários para sobrevivência das atuais e futuras gerações.

## 4 | DISCUSSÃO

Há muito tempo se sabe que as cidades e zonas rurais se manifestam de forma heterogênea, mesmo possuindo certas características em comuns e com assentamentos que não seguem nem os preceitos tradicionais estruturais das cidades nem do campo. A distinção entre rural e urbano se fez necessária após o século XIX, quando a urbanização

encaminhou-se de maneira acelerada após a primeira etapa da revolução industrial, entre 1760 a 1840.

Mesmo com o êxodo rural, que foi a grande migração da população rural para urbana, tendo ocorrido em grandes proporções no Brasil na segunda metade do século XX, somente em 2008 houve o divisor de águas onde a população urbana mundial se tornou maior que a população rural. Institutos como o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) calculam um salto gráfico ainda maior: até 2030 acredita-se que 60% da população mundial viverão em centros urbanos e em 2050 já serão dois terços da mesma em cidades.

Sabe-se que zonas urbanas concentram o PIB global. O êxodo ocorreu, e ocorre, em detrimento da falta de políticas de desenvolvimento para as zonas rurais. Muito se fala sobre as condições inúmeras vezes precárias quanto à infraestrutura básica, notando-se o descaso com as estradas e a ausência de escolas e hospitais presentes no entorno, por exemplo.

A migração acelerada e incontida para as grandes cidades foi a grande causadora do volume avantajado nos grandes centros urbanos, o que provocou o aumento de problemas ocasionados pela situação de miséria nas periferias das cidades. Esse crescimento desordenado da área urbana também trouxe outras problemáticas, como por exemplo, a escassez ou precariedade dos transportes públicos, a quantidade absurda e sem direcionamento de resíduos produzidos e o principal problema, a grande segregação.

Graças a todos esses processos, a ideia de cidade sustentável ganhou força nos últimos anos. Nelas, busca-se de forma ordenada aprimorar o ambiente urbano junto à qualidade de vida da população, com a melhoria da mobilidade urbana, diminuição das poluições sonora e atmosférica, encaminhamento adequado dos resíduos sólidos e da economia de água, além da eficiência energética.

Nos eco-modelos brasileiros que virão a ser implantados em cidades sustentáveis ou nas próprias zonas rurais, uma série de questões tem de ser levadas como necessárias pois somente através de uma mudança real de mentalidade, a sociedade irá conseguir construir um futuro onde a preservação dos recursos será corretamente executada e mantida para as próximas gerações.

A criação de novas políticas públicas que abracem o meio-ambiente e os princípios da sustentabilidade econômica e socioambiental também se fazem necessárias para que ocorra o aumento da capacidade dos agentes públicos, comunitários e privados no setor de planejamento e gestão de ecoturismo, por exemplo, transformando ideias em formas de compensação à natureza, auxiliados pela ecologia.

Pode se dizer que a repartição heterogênea que existe hoje, campo e cidade, não existirá futuramente. As cidades sustentáveis, também tidas como cidades do futuro, serão uma mistura dos dois, mesclando os pontos positivos e trabalhando em soluções constantes em cima dos aspectos negativos. Eco-modelos serão cada vez mais comuns nessas cidades vindouras e talvez um dia sejam maioria nas mesmas, fazendo em escala micro o que os centros farão em macro.

Sobre a possibilidade de implantação de sociedades sustentáveis nas cidades que conhecemos hoje, se não houver alterações, é em suma inviável. Pode-se dizer que:

No modelo atual não é possível ser sustentável, pois sua existência é estruturada a partir de um paradigma em que natureza e sociedade estão dissociados, no consumo e esgotamento de recursos, na visão utilitarista da natureza, na apropriação privada de bens que deveriam ser coletivos. (KROPF, Marcela. 2017)

Medidas que controlem e compreendam a pegada ecológica de cada sociedade são essenciais para verificação do impacto que as mesmas produzem no planeta, podendo assim, criar alternativas específicas como forma de solucionar os problemas vigentes.

O consumo maior que a capacidade produtiva do planeta levará incontestavelmente a uma colossal crise ambiental, ausentando-se recursos e diminuindo aceleradamente a biodiversidade. Por consequência, levantar o questionamento da sociedade sobre o porquê é tão importante o tema abordado e sua discussão sistêmica, é de extrema necessidade.

A verdade é que o pensamento capitalista incentivou um consumismo exagerado, criando uma sociedade totalmente alienada das reais necessidades, o que dificulta o fortalecimento dos princípios ambientalistas. Entre vários documentos à respeito da educação ambiental mundial, três se destacam, sendo eles: a Declaração de Tbilisi, a Carta da Terra e o Tratado de Educação Ambiental. Todos se referenciam diretamente a pilares da sustentabilidade como a interdisciplinaridade, a partição coletiva e a corresponsabilidade (UNESCO, 1980).

Apesar de ainda não ser possível observar a proeminência de modelos civilizatórios que superem dilemas da sociedade alienada e consumista, sabe-se que elas só darão certo se a educação primária deixar a competitividade e superioridade de lado. Civis, governo e o mercado capitalista devem atender as demandas quanto à diminuição do consumo exacerbado.

Por fim, é inquestionável que o ecodesenvolvimento aplicado nas cidades sustentáveis, encaminha os sistemas econômicos a agirem na proteção ambiental, garantindo a qualidade de vida para as próximas gerações. A dependência técnica-cultural deve dar o lugar à valorização das políticas públicas voltadas aos recursos, englobando uma democracia participativa de equidade social.

## 5 | CONCLUSÃO

Conclui-se que a educação ambiental é a grande forma de prevenção da futura crise ambiental para qual a humanidade se caminha à tempos. Eco-modelos e cidades sustentáveis são modelos civilizatórios que surgem como verdadeiras soluções do curto ao longo prazo.

Trabalhar os princípios éticos da ecologia e levantar a discussão complexa quanto à causas ecológicas e consequências sociais são o caminho para a compreensão do funcionamento das cidades do futuro, deixando a sociedade atual que é refém de necessidades artificialmente determinadas finalmente no passado.

Pessoas conscientes de suas ações individuais, bem informadas e preocupadas com questões ambientais surgiriam como uma nova estratégia para a solução dos problemas ligados ao consumo e para as mudanças em direção à sociedade sustentável (ELKINGTON;

HAILES; MAKOWER, 1990; HALKIER, 1999).

Portanto, a adoção de métodos sociais sustentáveis é o que irá determinar o futuro que existirá. Organizações não governamentais, pesquisadores e empresas relacionadas diretamente ao meio-ambiente podem espalhar a premissa através de palestras em instituições sociais e promoção de trabalhos específicos, como métodos bioconstrutivos ou reciclagem. Tudo sempre aplicado em conjunto à políticas de gestão e mobilização da sociedade.

## REFERENCIAS

DA SILVA, Cylon Gonçalves. **De sol a sol: energia no século XXI**. São Paulo (SP): Oficina de Textos, 2010. (Coleção: Inventando o Futuro).

DIAS, Genebaldo Freire. **Pegada ecológica e sustentabilidade humana**: as dimensões humanas das alterações ambientais globais: um estudo de caso brasileiro (como o metabolismo ecossistêmico urbano contribui para as alterações ambientais globais). São Paulo (SP): Gaia, 2002.

ECYCLE. **Benefícios da natureza para a sua saúde mental**. 2015. Disponível em: <<https://www.ecycle.com.br/component/content/article/67-dia-a-dia/4123-os-beneficios-da-natureza-para-sua-saude-mental.html>>. Acesso: 22/02/2020.

ELKINGTON, J.; HAILES, J.; MAKOWER, J. **The green consumer**. New York: Penguin Books, 1990.

GARCIA, Martin. **Cidades sustentáveis**. Brasília, 2018. Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis.html>>. Acesso: 25/02/2020.

KROPF, Marcela. **Educação Ambiental: Características, tendências e sustentabilidade**. 2017. Disponível em: <<https://revista.catedra.puc-rio.br/index.php/educacao-ambiental-caracteristicas-tendencias-e-sustentabilidade/>>. Acesso: 22/02/2020.

## CENÁRIO URBANO E PAISAGÍSTICO DA PRAÇA INÁCIO LOPES MAGALHÃES E SEUS USOS PARA PROMOÇÃO DE QUALIDADE DE VIDA – CIDADE DE BOA VISTA/RORAIMA

*Data de aceite: 28/05/2020*  
*Data de Submissão: 05/02/2020*

### **Breno Matheus de Santana Veloso**

Centro Universitário Estácio da Amazônia,  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
Boa Vista – Roraima  
<http://lattes.cnpq.br/8447008010025481>

### **Camilla Marcelle da Silva**

Centro Universitário Estácio da Amazônia,  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
Boa Vista – Roraima

### **Sued Trajano de Oliveira**

Centro Universitário Estácio da Amazônia,  
Faculdade de Arquitetura e Urbanismo  
Boa Vista – Roraima  
<http://lattes.cnpq.br/2307564686820788>

### **Paulina Onofre Ramalho**

Universidade Federal de Roraima,  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo  
Boa Vista - Roraima  
<http://lattes.cnpq.br/3188090303378805>

**RESUMO:** O paisagismo é convergência do homem com a natureza, levando em consideração a funcionalidade e estética de modo que proporcione, não apenas um aprimoramento estético para a paisagem, mas também uma melhor qualidade de vida para aqueles que desfrutam do ambiente,

uma vez que além de se tornar um grande atrativo para atividades físicas, o espaço também tem fins terapêuticos e de lazer, além de também trazer consigo uma grande ferramenta de função ambiental, pois tem todo um potencial para a filtragem do ar. Este estudo teve como objetivo analisar se o objeto de estudo, no caso a praça Inácio Lopes Magalhães, segue os parâmetros definidos por Gehl (2012) para uma se ter um espaço público de qualidade, utilizando como ferramenta o estudo de renomados teóricos do urbanismo e fazendo uma análise técnica do espaço proposto.

**PALAVRAS-CHAVE:** Praças de Boa Vista, Urbanismo, Paisagismo, Qualidade de vida.

**URBAN AND LANDSCAPE SCENERY OF INÁCIO LOPES MAGALHÃES SQUARE AND ITS USES TO PROMOTE QUALITY OF LIFE – CITY OF BOA VISTA, RORAIMA**

**ABSTRACT:** Landscaping is a convergence of men with the nature, considering the functionality and aesthetics so that it provides not only an aesthetic enhancement, but also a better quality of life for those who enjoy the environment, besides of becoming a great attraction for physical activities, the space also has therapeutic and leisure purposes, in addition to bringing with it a great tool of environmental function, as it has all the

potential for air filtration. This study aimed to analyze if the object of study, in this case the square Inácio Lopes Magalhães, follows the parameters defined by Gehl (2012) to have quality in a public space, using as a tool the study of renowned theorists of urbanism and making a technical analysis of the proposed space.

**KEYWORDS:** Boa Vista Squares, urbanism, landscaping, quality of life.

## 1 | INTRODUÇÃO

Hoje em dia, com questões ambientais diariamente em discussão, cada vez mais se exalta, nas áreas urbanas, onde a concentração de pessoas e gases poluentes é muito grande, que a arborização reduz quantidade de dióxido de carbono no ambiente, com isso, cada vez mais o paisagismo desempenha um papel importante dentro das grandes cidades, onde as áreas verdes urbanas oferecem um maior equilíbrio ecológico. Uma vez que o paisagismo favorece o meio ambiente, é necessário aplicá-lo corretamente e com muita seriedade, não se limitando a projetos meramente decorativos e promovendo o equilíbrio do ecossistema. (GENGO; HENKENS, 2013).

Mesmo que a sustância da importância ambiental ainda esteja em discussão, ainda há de se deixar claro que as praças possuem outras qualidades, Downing, que era considerado o mentor da arquitetura da paisagem, acreditava que o paisagismo ajudava na formação de uma sociedade forte, vinculada à permanência no lugar, e a deter a tendência destrutiva dos contínuos avanços e ocupações de novos territórios (ALEX, 2008) ainda dizendo que "sua ideia de que um grande parque público [...] poderia, além de trazer benefícios econômicos, contribuir para civilizar e refinar o caráter nacional, fomentar o amor pela beleza rural e aumentar o conhecimento e o gosto por árvores e plantas raras e belas".

Os espaços públicos arborizados e esteticamente discriminados, provenientes do paisagismo, se encontram em uma época onde possuem fundamental importância para gerar uma melhor qualidade de vida aos que com eles se relacionam. Uma vez que estes possuem um grande potencial como ferramenta benéfica para aqueles que buscam um estilo de vida mais saudável, proporcionando um espaço para a realização de atividades físicas, também oferecendo aos seus atores um espaço de lazer e de encontros sociais. "Espaços públicos de elevada qualidade, bem projetados e bem geridos podem desempenhar um papel crucial na promoção do bem-estar de cada indivíduo e contribuem positivamente para as nossas cidades em termos sociais, econômicos e ambientais". (FERNANDES, 2012, p01).

Esta pesquisa é a primeira etapa de um estudo sobre a qualidade de vida e bem-estar que a praça Inácio Lopes Magalhães, cuja localização está indicada na Figura 1, proporciona aos seus visitantes. Esta primeira etapa traz uma análise das questões urbanas e paisagísticas da praça, após sua reforma em 2016, de acordo com parâmetros indicados por Gehl (2010).



**Figura 1** – Localização da praça Inácio Lopes Magalhães

**Foto:** Google Maps 2019 – Adaptado por Breno Santana; Imagens retiradas.

## 2 | PERCURSO METODOLÓGICO

O primeiro passo para esta análise foi suprir a necessidade de entendimento de como os espaços públicos e praças eram apropriados e como eles também se apropriavam dos seus agentes. Para isto, foi feita pesquisa bibliográfica em diversas obras literárias, dissertações, revistas e artigos para assim trazer os conceitos e parâmetros que seriam trabalhados neste estudo, que, dentre eles, destacam os trabalhos de Oliveira (2019) e Gehl (2010).

Assim que entendidos e definidos os parâmetros, para aplicá-los, uma pesquisa de campo se fez necessária para realizar uma análise técnica da estrutura e funcionalidade de praça, onde foram coletados dados qualitativos sobre o mobiliário da praça, assim como suas questões de conforto, acessibilidade e segurança.

## 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Abbud (2006) disse que o paisagismo é a única expressão artística a qual participam os cinco sentidos. Comparando com as outras artes como a arquitetura, a pintura, a esculturas e outras artes plásticas, que, de acordo com ele, usam e abusam apenas da visão, Abbud afirma que o paisagismo envolve também o olfato, a audição, o paladar e o tato, ao somar as mais diversas e completas experiências perceptivas.

De acordo com Panerai (1999), a distinção do espaço público e terrenos privados pertence ao campo do direito.

O espaço público compreende a totalidade das vias: ruas e vielas, bulevares e avenidas, largos e praças, margens e praias. Este conjunto organiza-se em rede a fim de permitir a distribuição e circulação. A rede é contínua e hierarquizada; isso quer dizer, que uma rua principal organiza uma porção do território urbano maior que uma rua local ou viela. (PANERAI, 1999, p. 79).

Alex (2008) diz que o espaço público na cidade possui diversas formas e tamanhos e que compreende desde uma calçada até a paisagem vista da janela. Que ele (o espaço urbano), abrange lugares designados ou projetados para uso cotidiano, os quais, em acordo com Panerai, são as ruas, as praças e os parques. Uma vez que a palavra “público” indica, ainda de acordo com Alex, que esses locais são abertos e acessíveis, sem exceção, a todas as pessoas.

Gomes (2002) ressalta que uma concepção do espaço público tenha como base a separação do privado ou a delimitação jurídica, ou mesmo a garantia do acesso livre, é insuficiente para definir o caráter fundamentalmente político de seu significado.

Os atributos de um espaço público são aqueles que tem relação com a vida pública [...] e para que esse lugar opere uma atividade pública, é necessário que se estabeleça, em primeiro lugar, uma copresença de seus indivíduos [...]. O espaço público é, antes de tudo, o lugar, a praça, rua, shopping, praia, qualquer tipo de espaço onde não haja obstáculos à possibilidade de acesso e participação de qualquer tipo de pessoa. (GOMES, 2002)

Alex (2008) diz que a praça não é apenas um espaço físico aberto, mas também um centro social integrado ao tecido urbano e sua importância refere-se ao seu valor histórico, bem como sua participação contínua na vida da cidade.

The square ou *plaza*. Este é um modelo diferente de espaço aberto urbano, tomado fundamentalmente das cidades históricas europeias. A *plaza* pretende ser um foco de atividades no coração de alguma área “intensamente” urbana. Tipicamente, ela será pavimentada e definida por edificações de alta densidade e circundada por ruas ou em contato com elas. Ela contém elementos que atraem grupos de pessoas e facilitam encontros: fontes, bancos, abrigos e coisas parecidas. A vegetação pode ou não ser proeminente. A *plazza* italiana é o tipo mais comum. Em algumas cidades americanas, em que a densidade de pessoas nas ruas é alta o suficiente, essa forma tem-se sucedido elegantemente. Em outros lugares, essas plazas emprestadas podem ser melancólicas e vazias. (LYNCH, 1981, p. 442-443).

O espaço público, de acordo com Oliveira (2019), gera uma afetividade com o lugar, as pessoas e a natureza podendo se acarretar ao avanço de um comportamento social satisfatório trazendo, no geral, uma interação das pessoas com a natureza o que leva a certo enaltecimento do lugar, onde cada indivíduo tem a sua classificação de harmonioso. No qual gera um crescimento em conjunto com a consciência ecológica-sustentável do cenário presente. A praça num contexto geral, representa uma relação do seu cenário com o entorno, trazendo a observação do seu espaço e levando a diversas funções atribuídas para o público, seja para contemplar, fazer atividades físicas ou até mesmo interagir. O cenário público urbano tem uma suma importância em favorecer o bem-estar social e a qualidade de vida dos indivíduos.

De acordo com Sabadini (2019), a qualidade de vida é uma questão que se engloba em diversos aspectos que envolvem questões sociais, culturais e ambientais, além da biodiversidade da região. Ela não depende somente de cuidados com o corpo, pois o ambiente natural bem arborizado proporciona um ar com uma qualidade melhor, levando em conta das situações de poluição ambiental da zona urbana. A arborização urbana trás consigo grandes benefícios que favorecem a população, tais como: ameniza as questões climáticas por causa da diminuição de amplitudes térmicas, melhora o ar que vai ser respirado, diminui a poluição sonora, entre outros. Portanto, um programa urbanístico bem elaborado gera uma qualidade de vida mais saudável e leva ao indivíduo a sensação de bem-estar.

Gehl (2010) descreveu doze critérios (figura 2) para se atingir um bom nível de qualidade em um espaço público e as alocou em três categorias. Antes de tudo, ainda de acordo com Gehl, seria fundamental garantir uma razoável proteção contra riscos, ferimentos físicos, insegurança e influências sensoriais desagradáveis, e contra os aspectos negativos do clima, em especial. Ressaltando que se ao menos uma dessas questões em relação à proteção não for atendida, não tem sentido observar as outras qualidades.

O próximo passo então seria garantir que os espaços ofereçam conforto e atraiam as pessoas para as mais importantes atividades, as quais ele aponta que seriam, através de um espaço público: caminhar, permanecer, sentar-se, olhar, conversar, ouvir e atividades de auto expressão. Diz ainda que deve haver ponderações sobre a situação durante o dia e à noite, bem como ao longo das quatro estações do ano, como vistas a otimizar o espaço da cidade.

PROTEÇÃO	PROTEÇÃO CONTRA O TRÁFEGO E ACIDENTES – SENSACÃO DE SEGURANÇA - Proteção aos pedestres; - Eliminar o medo do tráfego;	PROTEÇÃO CONTRA O CRIME E A VIOLÊNCIA – SENSACÃO DE SEGURANÇA - Ambiente público cheio de vida; - Olhos da rua; - Sobreposição de funções de dia e à noite; - Boa iluminação	PROTEÇÃO CONTRA EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS DESCONFORTÁVEIS - Vento; - Chuva/neve; - Frio/calor; - Poluição; - Poeira, barulho, ofuscamento;
	OPORTUNIDADES PARA CAMINHAR - Espaço para caminhar; - Ausência de obstáculos; - Boas superfícies; - Acessibilidade para todos; - Fachadas interessantes;	OPORTUNIDADES PARA PERMANECER EM PÉ - Efeito de transição/zonas atraentes para permanecer em pé/ ficar; - Apoios para pessoas em pé;	OPORTUNIDADES PARA SENTAR-SE - Zonas para sentar-se; - Tirar proveito das vantagens: vista, sol, pessoas; - Bons lugares para sentar-se; - Bancos para descanso;
CONFORTO	OPORTUNIDADES PARA VER - Distâncias razoáveis para observação; - Linhas de visão desobstruídas; - Vistas interessantes; - Iluminação (quando escuro);	OPORTUNIDADES PARA OUVIR E CONVERSAR - Baixos níveis de ruído; - Mobiliário urbano com disposição para paisagens/para conversas;	OPORTUNIDADES PARA BRINCAR E PRATICAR ATIVIDADE FÍSICA - Convites para criatividade, atividade física, ginástica e jogos; - Durante o dia e à noite; - No verão e no inverno;
	ESCALA - Edifícios e espaços projetados de acordo com a escala humana;	OPORTUNIDADES DE APROVEITAR OS ASPECTOS POSITIVOS DO CLIMA - Sol/sombra; - Calor/frescor; - Brisa;	EXPERIÊNCIAS SENSORIAIS POSITIVAS - Bom projeto e detalhamento; - Bons materiais; - Ótimas vistas; - Árvores, plantas, água;
PRAZER			

**Figura 2** – Os 12 Critérios de Qualidade por Jan Gehl.

**Fonte:** Livro Cidades para pessoas, página 239 – Jan Gehl. Adaptado por Breno Santana e Camilla Alves.

Na terceira e última categoria, Gehl propõe que se deva fazer um bom usufruto das facilidades e confortos locais, onde, nesta categoria se enquadram: garantir uma boa escala humana, aproveitar os aspectos positivos do clima na região e fornecer experiências sensoriais agradáveis. Neste último critério, o autor integra a boa arquitetura e design, os quais ele define como um “conceito guarda-chuva” que inclui as outras áreas, uma vez que não se pode trabalhar a arquitetura e o design de maneira isolada de qualquer outro critério.

## 4 | ANÁLISE E RESULTADOS



**Figura 3** – Vista superior da praça Inácio Lopes Magalhães

Foto: Imagens@2019 Maxar Technologies

A partir da análise técnica, em um primeiro momento, utilizando os critérios definidos por Gehl (2010) para definir as qualidades que deveriam ser adotadas por uma praça, que como dito acima, se dividem em três categorias, foi entendida que de acordo com a primeira categoria, no que se toca a proteção, pudemos entender que a praça utiliza algumas ferramentas que ajudam na proteção dos pedestres e transmitem uma maior sensação de segurança, sendo elas uma larga calçada (ou passeio) nas bordas de toda a praça, a qual pode ser conferida nas Figuras 3 e 4, que distanciam o tráfego de veículos, o nível acima das ruas do território deste objeto de estudo, o que garante que os veículos não possam adentrar com facilidade e sinalizações ao longo de toda a borda da praça.



Figura 4 – Calçadas

Foto: Breno Santana e Camilla Alves

Mesmo que as funções da praça ofereçam atrativos para o dia e a noite, o local não é muito frequentado durante a semana, atingindo uma boa movimentação apenas nos sábados e, principalmente, nos domingos. O ambiente é bem iluminado, contando com postes de iluminação abaixo das copas das árvores ao longo de todos os passeios, alguns pontos ainda são iluminados com postes com refletores acima das copas das árvores, além das quadras que possuem a mesma tecnologia para garantir sua funcionalidade. Porém, o maior problema se viu na visibilidade de toda a praça, que pode ser obstruída em diversos pontos de observação, trazendo a sensação de insegurança para quem quer ali atuar.

Os ventos correm em liberdade pelo meio das árvores da praça (figura 5), causando, na maior parte do tempo, uma sensação agradável, uma vez que o clima da região é quente, mas para os habitantes desacostumados com o frio, em dias de temperatura mais baixa, a praça pode ser tornar um lugar frio, principalmente durante a noite e o amanhecer.



Figura 5 – Iluminação e espaço coberto.

Foto: Breno Santana e Camilla Alves

O local contém apenas uma pequena área coberta que se encontra na área da lanchonete presente, em casos de chuva, não há muita proteção além das copas das árvores, que não garantem total eficácia nesse quesito. Em contrapartida, estas mesmas copas oferecem uma grande proteção contra a incidência solar, mantendo até mesmo o solo e pavimentos mais frescos.

A praça contém muitas lixeiras dispostas por toda sua área (figura 6), garantindo que sempre haja um local próximo para o descarte, talvez este seja o motivo de o território estar limpo. Não foram identificados sinais de poluição nos dias em que foi feita essa análise. Em relação a poeira, o ambiente conta com a maior parte do seu território pavimentado e gramado, tendo apenas uma zona coberta com brita e uma pequena parte em torno da quadra de tênis coberta com areia, a qual pode ser levada com a ventilação do local, porém a localização dessa areia é próxima da rota de saída destes ventos.



Figura 6 – Lixeira, brita e areia.

Foto: Breno Santana e Camilla Alves

Outro grande problema que se encontrou na praça foi o intenso barulho provocado pelos veículos, uma vez que a praça se relaciona com duas vias muito movimentadas. Até mesmo durante os fins de semana, nos quais o tráfego de carros é bem inferior aos dias da semana, o barulho era constante e incômodo.

Seguindo para a próxima categoria, analisando as questões de conforto, foi diagnosticado que, o espaço oferece uma boa qualidade em oportunidades para caminhar, uma vez que os passeios que se dispõem na praça são diversos, ligam os mais variados pontos e são sempre largos, com ressalva do segmento que vai até os banheiros. Nestes passeios, não há presença de obstáculos e a qualidade da superfície se mantém boa, apesar de em um único trecho ser apresentado uma patologia em que os blocos de concreto estavam sendo expelidos pelas raízes de uma árvore, formando buracos e desníveis.



**Figura 7** – Via de intenso fluxo, passeios largos, pisos táteis e patologias.

**Foto:** Breno Santana e Camilla Alves

Em todos os passeios se encontram pisos táteis (figura 7), garantindo que deficientes visuais possam se apropriar do espaço. As calçadas largas ainda proporcionam maior conforto e qualidade de passeio para quem utiliza de métodos especiais para se locomover, havendo também a presença de rampas em três das quatro laterais da praça. O cenário além da praça mostrava uma predominância de edificações residenciais, trazendo uma certa sensação de acolhimento.

Porém, ali não parece ser uma praça convidativa para se permanecer em pé, apesar de ainda trazer um efeito de transição por conta de seu zoneamento, o local não oferece apoios além das grades que cercam as quadras e o playground. Por outro lado, ali se encontram presentes muitas ofertas para quem deseja permanecer no local sentado (figura 8), onde a praça apresenta mesas e cadeiras de concreto para a realização de atividades, encontros ou alimentação, bancos de madeira no playground, nas praças e ao longo de todo os passeios, os quais são confortáveis e ficam sempre cobertos pelas sombras das árvores, muitas vezes apontados para vistas paisagísticas. O gramado também é convidativo para pessoas se sentarem, onde foram presenciados diversos grupos fazendo pique niques ou apenas conversando.



**Figura 8** – Grades, bancos de madeira e mobiliário de concreto.

**Foto:** Breno Santana e Camilla Alves

Com relação as oportunidades para ver, alguns bancos são alocados em boas posições para a contemplação da paisagem, que conta com uma colorida vegetação, além da planta característica da praça: o bambu. Porém, em vários locais a vista da praça é obstruída por edificações, lixeiras ou grades. Notou-se também que os postes mais altos, equipados

com refletores, estão posicionados em pontos de observação, para garantir a contemplação durante a noite.

A praça tem um grande potencial para se ouvir e conversar, mas ainda há um grande problema com o ruído dos carros que atravessam as vias vizinhas, podendo se tornar um incômodo com o passar do tempo, ainda mais em dias da semana, como foi dito. Estão dispostos também diversos bancos de madeira pela praça individuais ou em pares, além das mesas e cadeiras de concreto que garantem uma boa zona para se ter um encontro.

Mas o grande atrativo da praça está nas funções que esta oferece, pois há presença de vários espaços para a prática de atividades físicas e brincadeiras, uma vez que trás duas quadras, uma de tênis e outra poliesportiva, um playground e uma academia aberta. O problema das quadras está no seu uso durante o dia, pois estas não têm nenhuma proteção contra o sol e nem contra a chuva, durante a época de chuvas. À noite, onde há uma maior movimentação nelas, o local é bem iluminado por refletores dispostos nas duas extremidades longitudinais das quadras.



Figura 9 – Paisagismo, playground e academia aberta.

Foto: Breno Santana e Camilla Alves

Na última categoria, que é o prazer, com relação aos aproveitamentos positivos do clima, há uma grande área coberta em sombras das árvores, porém, há locais com sol para quem vê necessidade. A sensação térmica no interior da praça era de frescor, nos dias de análise, por conta da grande área verde e sombra ali presente (figura 9). Mas nos momentos de nascer e pôr do sol, os raios solares conseguem atingir grande parte da praça por conta da inclinação da incidência. Uma parede foi levantada em uma extremidade da quadra de tênis, do lado em que o sol se põe, para garantir conforto durante seu uso, porém, uma grande barreira visual foi erguida.

E, por fim, com relações a experiências sensoriais positivas, pode-se perceber que há muita área pavimentada para um espaço relativamente pequeno e com muitas funções. Os materiais pareciam ser de boa qualidade, dado que dois anos após a reforma, a praça apresenta poucas patologias. As vistas são bonitas e bem planejadas, porém são poucas, se concentrado em maior parte nas proximidades da avenida Santos Dummont. A vegetação parecia ser bem cuidada e não há a presença de água em todo seu território.

## 5 | CONSIDERAÇÕES

Esse estudo voltou seu foco à análise do recorte da praça Inácio Lopes Magalhães para a produção deste artigo, o qual foi uma metodologia avaliativa proposta para a disciplina de Arquitetura da Paisagem I. O processo de análise, desde a fase de revisão bibliográfica expandiu os horizontes das mentes dos autores, sendo este o produto de sua primeira pesquisa científica, foi entendido e experimento como são feitas estas pesquisas. Aplicar estas teorias em campo foi entusiasmante, uma vez que o conhecimento obtido parecia se concretizar, se tornar mais real do que aquilo que é visto com distância nos livros. A análise técnica deste objeto de estudo também proporcionou uma maneira diferente de se visitar uma praça, concedendo um novo olhar, uma nova perspectiva. Coisas que antes passavam despercebidas, agora já eram observadas com maior atenção.

## REFERÊNCIAS

ABBUD, Benedito. **Criando paisagens: guia de trabalho em arquitetura paisagística**. São Paulo: Editora Senac, 2006.

ALEX, Sun. **O projeto da praça: convívio e exclusão no espaço público**. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2008.

FERNANDES, Ana Cristina. **Metodologias de Avaliação da Qualidade dos Espaços Públicos**. 2012. 191 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2012.

GEHL, Jan. **Cidades para pessoas**. São Paulo: Editora Perspectiva, 2012.

GENGO, R.; HENKES, J. **A utilização do paisagismo como ferramenta na preservação urbana e melhoria ambiental em área urbana**. Florianópolis: Unisul, 2013.

GOMES, Paulo César da Costa. **A condição urbana: ensaios de geopolítica da cidade**. Bertrand Brasil, 2002.

LYNCH, Kevin. **A boa forma da cidade**. Cambridge: The MIT Press, 1987.

OLIVEIRA, Sued. **Urbanidade de espaços públicos: complexo poliesportivo Ayrton Senna da Silva – Boa Vista, RR**. 2019. 191 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Roraima, 2019.

PANERAI, Philippe. **Análise urbana**. Editions Parenthèses, 1999.

SABADINI JR., José Carlos Sabadini Júnior. Arborização urbana e sua importância à qualidade de vida. **Revista Jus Navigandi**, ISSN 1518-4862, Teresina, ano 22, n. 5069, 18 maio 2017. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/57680>. Acesso em: 1 out. 2019.

## O NATURAL E O CONSTRUÍDO: SISTEMAS VEGETADOS INTEGRADOS NA ARQUITETURA

Data de aceite: 28/05/2020

Data de submissão: 13/03/2020

### **Minéia Johann Scherer**

Universidade Federal de Santa Maria, Campus  
Cachoeira do Sul (UFSM-CS);  
Cachoeira dSul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/2099393137349578>

### **Amanda Simonetti Pase**

Universidade Federal de Santa Maria, Campus  
Cachoeira do Sul (UFSM-CS); Cachoeira do  
Sul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/4518151847516192>

### **Janaína Redin**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS);  
Cachoeira do Sul - RS  
<http://lattes.cnpq.br/3181370805794950>

### **Luísa Berwanger**

Universidade Federal de Santa Maria,  
Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS);  
Cachoeira do Sul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/7906219654664306>

### **Thales Severo Alves**

-Universidade Federal de Santa Maria,  
Campus Cachoeira do Sul (UFSM-CS);  
Cachoeira do Sul – RS  
<http://lattes.cnpq.br/3575098162930112>

vinculados às edificações têm obtido destaque na arquitetura contemporânea e possuem diversos benefícios. Benefícios esses que vão desde o meio urbano e ambiente construído ao próprio usuário. Dessa forma, o objetivo deste artigo é reunir informações sobre diferentes formas de aplicação da vegetação em edificações: coberturas verdes, paredes verdes, brises vegetados, sacadas jardim, terraços jardim e jardins internos. A metodologia aplicada caracterizou-se por revisão bibliográfica, baseada em estudos científicos já publicados e em manuais de empresas brasileiras e estrangeiras. Os sistemas tratados foram classificados de acordo com sua execução, aplicação e finalidade, subdivididos de acordo com suas particularidades. Procurou-se esclarecer diversos aspectos benéficos do uso dessas estratégias bioclimáticas como forma de melhorar o ambiente urbano, com o intuito de incentivar e disseminar a aplicação dos sistemas vegetados em edificações.

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistemas Vegetados; Ambiente Construído; Estratégia Bioclimática; Conforto Térmico; Eficiência Energética.

**RESUMO:** Os sistemas vegetados

**ABSTRACT:** The vegetation systems linked to the buildings are on the spotlight in the contemporary architecture and have many benefits. Benefits that reach since the urban and constructed environment till the user. So, the objective of this paper is to reunite informations about different ways to aplicate the vegetation at buildings: green roofs, green walls, vegetated brises, garden balconies, garden terraces and indoor gardens. The applied methodology was characterized by bibliography review based on scientific researches already published at brasilian and international enterprises manuals. Those systems were classified according to their way of execution, application and finality, subcategorized according to their own particularities. Were looked for clearing up the many benefit at using theses bioclimatic strategies, as na way to get the urban environment better, in order to encourage and disseminate the applying of the vegetated systems at buildings.

**KEYWORDS:** Vegetated Systems; Built Environment; Bioclimatic Strategies; Thermal Comfort; Energy Efficiency.

### 1 | INTRODUÇÃO

A integração do meio natural ao meio construído, através da efetivação do uso da vegetação como componente construtivo da edificação, tem obtido destaque como estratégia arquitetônica nos últimos anos. A possibilidade de substituição de materiais convencionais por elementos naturais e de baixo impacto ambiental, representa uma importante estratégia de sustentabilidade. Além disso, o aumento do verde nas cidades possibilita maior contato das pessoas com a natureza e repercute em melhoria na sensação de bem-estar psicológico e físico daqueles que se utilizam os espaços (FEITOSA; WILKINSON, 2018).

Embora o uso de telhados verdes já seja conhecido enquanto técnica alternativa para a cobertura de edifícios, verificam-se inúmeras propostas que empregam a vegetação também recobrando paredes, atuando como elementos de sombreamento ou compondo sacadas, terraços e pátios internos.

De acordo com Rodrigues (2017) desde a crise do petróleo, que se deu na década de 1970, os mais diversos problemas quanto ao consumo energético e à qualidade do ar deram origem a reflexões a respeito da necessidade de se utilizar condicionamento artificial nas edificações, levando à, de acordo com a autora, “redescoberta” do uso de estratégias passivas e das possibilidades de ventilação e condicionamento natural das edificações. Os sistemas vegetados utilizados para a aplicação de tais estratégias são entendidos e caracterizados como tipos de fechamentos, revestimentos ou elementos construtivos alternativos aos convencionais, que têm a vegetação como componente principal, em conjunto com outras camadas ou suportes para a sua fixação ou desenvolvimento.

Tais sistemas vegetados podem ser divididos, basicamente, em seis possibilidades de inserção da vegetação na edificação: em coberturas, nas paredes externas, atuando como brises, em sacadas, em terraços acessíveis e em jardins internos. As coberturas verdes atuam no fechamento superior do edifício, constituído de camadas de solo e de vegetação,

além de outras camadas não orgânicas, pertinentes em cada caso (manta de retenção de substrato; camada de drenagem; sistema de impermeabilização). Já as fachadas verdes se referem ao revestimento direto das alvenarias ou à utilização de outras estruturas verticais como suporte, com vegetação trepadeira ou de pequeno porte, em que as raízes do vegetal estão em contato direto com o solo ou com o substrato acondicionado em outros apoios, como cavidades ou floreiras.

Os brises vegetados, por sua vez, caracterizam-se pelo uso de espécies trepadeiras posicionadas em frente, acima ou lateralmente às coberturas ou regiões envidraçadas do edifício, atuando como elemento de sombreamento, uma vez que interceptam parte da radiação solar. Nas sacadas, a presença de jardineiras com solo permite o cultivo de espécies com tamanhos variados, inclusive arbustos e árvores de pequeno porte. O mesmo ocorre nos terraços acessíveis, que podem ser espaços de transição entre o interior e o exterior, em diferentes pavimentos. Os jardins internos, por sua vez, representam uma importante forma de trazer a vegetação para a parte interna do edifício, permitindo mais contato dos usuários com a natureza.

Dessa forma, tem-se por objetivo com este artigo conceituar e classificar as diferentes formas de aplicação da vegetação na envoltória, em espaços de transição ou no interior das edificações. Para a realização deste estudo, utilizou-se por base metodológica pesquisas bibliográficas, em estudos científicos já publicados, sites especializados em arquitetura e manuais de empresas brasileiras e estrangeiras, com organização dos dados levantados em forma de esquemas e quadros resumo.

## 2 | CONCEITO E CLASSIFICAÇÃO

Diversas são as técnicas possíveis de serem utilizadas para a inserção dos sistemas vegetados, tornando possível integrá-las à edificação de maneira harmônica, promovendo enriquecimento da paisagem urbana ao valorizar a edificação e trazer diversas vantagens aos usuários. As possibilidades de aplicação no edifício de envoltórias vegetas são, fundamentalmente, aquelas aplicadas (1) em coberturas, (2) nas paredes externas, (3) atuando como brises, (4) em sacadas, (5) em terraços acessíveis e (6) em jardins internos, conforme esquema da Figura 1.

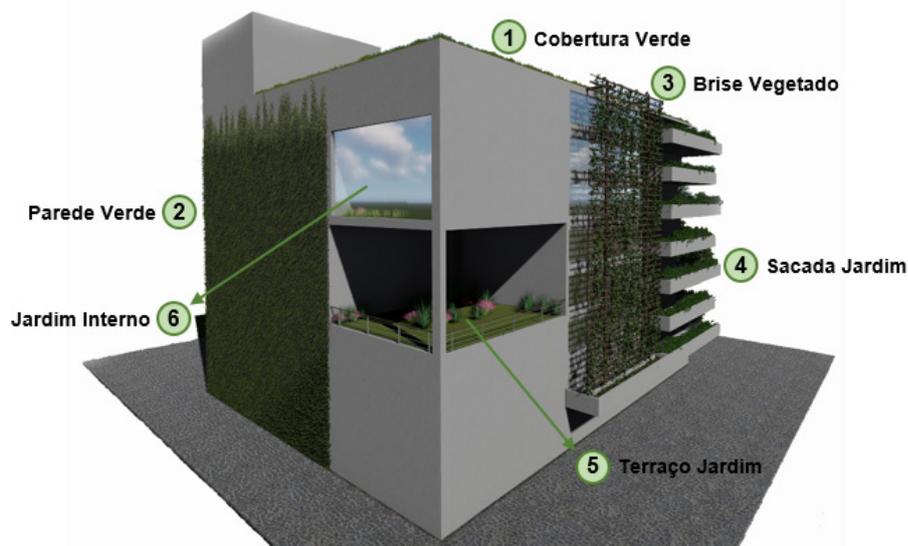


Figura 1 – Representação esquemática dos sistemas vegetados integrados à edificação.

Fonte: os autores (2019)

## 2.1 Coberturas verdes

As coberturas verdes podem ser definidas como o fechamento superior de uma edificação, constituído por camadas vegetativas, de solo e materiais não orgânicos. São classificadas em coberturas vivas de sistema extensivo e coberturas vivas de sistema intensivo, cujas classificações se subdividem, ainda, de acordo com a forma pela qual são executadas.

- I. Sistema extensivo contínuo – nesse sistema as camadas que compõe a cobertura são sobrepostas uma a uma no local de sua implantação. O substrato utilizado possui pouca altura (cerca de 10cm) e a vegetação utilizada é uma vegetação de pequeno porte, como gramíneas ou forrações. Devido a tais fatores, esse sistema não possui um peso muito elevado e a sua vegetação, se bem adaptada ao clima local, precisa de pouca manutenção (irrigação e adubação), diminuindo seus custos. As camadas básicas que compõe o sistema extensivo contínuo são: (1) impermeabilização, (2) manta anti-raiz (lona plástica), (3) camada drenante (argila expandida), (4) camada filtrante (manta geotêxtil), (5) substrato e (6) vegetação de pequeno porte. Em alguns casos, o sistema de impermeabilização já é executado com uma geomembrana de PVC, o que já configura também a manta anti-raíz.



Figura 2 – Representação esquemática de um módulo de cobertura verde referente ao sistema extensivo contínuo.

Fonte: os autores (2019)

II. Sistema extensivo modular – a diferença entre o sistema extensivo modular e o contínuo consiste na camada drenante, constituída de módulos pré-fabricados. Tais módulos possuem variações na composição de seu material e exercem também a função de armazenamento de água para uso da vegetação. As camadas que compõe o sistema extensivo contínuo são: (1) impermeabilização, (2) manta anti-raiz (lona plástica), (3) camada drenante (módulos), (4) camada filtrante (manta geotêxtil), (5) substrato e (6) vegetação de pequeno porte. Da mesma forma que o sistema anterior, pode-se utilizar a geomembrana de PVC (impermeabilização e manta anti-raiz).



Figura 3 – Representação esquemática de um módulo de cobertura verde referente ao sistema extensivo modular.

Fonte: os autores (2019)

III. Sistema intensivo contínuo – assemelha-se ao sistema extensivo contínuo, onde as camadas que o compõem são dispostas no local da implantação, uma a uma, porém possui maior altura de substrato para acomodar plantas de maior porte. Esse sistema pode ser aplicado em locais com acesso e precisa de manutenção e irrigação.

IV. Sistema intensivo modular – utiliza-se de módulos pré-fabricados de maior altura para retenção de maior quantidade de água, em vista da vegetação de maior porte implantada, assim como possui maior altura de substrato. Precisa de manutenção e irrigação.

Logo, escolhe-se a forma de execução da cobertura verde a ser implantada de acordo com a função pretendida. As coberturas verdes extensivas são utilizadas quando geralmente não se pretende dar possibilidade de acesso e se precisa pouca ou nenhuma manutenção. Já as coberturas verdes intensivas são utilizadas quando se pretende utilizar vegetação de porte variado e projetar espaços acessíveis, que configurem jardins e espaços para contemplação.

## 2.2 Parede verde

Paredes verdes podem ser definidas como alvenarias (ou outras estruturas verticais) revestidas por vegetação trepadeira ou de pequeno porte, nas quais as raízes do vegetal se encontram em contato direto com o solo ou com substrato acondicionado em outros suportes, como cavidades e floreiras. São classificadas em paredes verdes de sistema extensivo e paredes verdes de sistema intensivo. Tais classificações são, ainda, subdivididas pela forma em que são executadas.

I. Sistema extensivo direto – a vegetação, neste caso, é plantada diretamente no solo ou em floreiras com substrato. São a forma mais tradicionalmente encontrada de jardim vertical, com vegetação do tipo trepadeira auto aderente, que se desenvolve e recobre as alvenarias. É um método que necessita de pouca ou mesmo de nenhuma nutrição e irrigação, porém necessita de manutenção periódica para evitar que cresça de forma descontrolada. As camadas que compõe o sistema são, conforme a Figura 5a: (1) solo ou floreira com substrato, (2) alvenaria e (3) vegetação trepadeira auto aderente.

II. Sistema extensivo indireto – para se implantar uma parede verde através do sistema extensivo indireto é preciso que seja utilizado um suporte para o auxílio do crescimento da vegetação, o qual é fixado de forma afastada do anteparo. A vegetação pode tanto ser plantada diretamente no solo quanto em floreiras, porém são necessários mais cuidados com nutrição e irrigação. Sua manutenção é importante para o controle do crescimento. A figura 5b demonstra a composição do sistema: (1) solo ou floreira, (2) alvenaria, (3) sistema de fixação do suporte, (4) suporte, (5) vegetação trepadeira. Caso o plantio se dê em uma floreira, para a composição do sistema são necessários ainda (6) argila expandida, (7) substrato, (8) sistema de irrigação e (9) drenagem.



Figura 5a e 5b – Representação esquemática de uma parede verde referente ao sistema extensivo direto e indireto.

Fonte: os autores (2019)

III. Sistema intensivo contínuo – paredes verdes conformadas pelo sistema intensivo contínuo são compostas geralmente por uma manta geotêxtil, fixada na alvenaria, por meio de uma estrutura metálica na qual a vegetação é inserida em pequenas cavidades. As mudas utilizadas são de espécies de pequeno porte (folhagens, bromélias, suculentas, samambaias) e, devido ao fato de se utilizar pouco ou nenhum substrato nesse sistema, é necessária constante nutrição e irrigação para as espécies. Fazem parte desse, conforme a Figura 7: (1) alvenaria, (2) manta geotêxtil, (3) vegetação de pequeno porte, (4) sistema de irrigação, (5) abertura na manta e substrato, (6) painel de fixação da manta, (7) sistema de fixação e (8) tanque para recolhimento e reutilização da água.



Figura 7 – Representação esquemática de uma parede verde referente ao sistema intensivo contínuo.  
Fonte: os autores (2019)

IV. Sistema intensivo modular – o sistema intensivo modular pode ser feito com vasos ou floreiras, blocos cerâmicos ou com um sistema de tabuleiros. Quando utilizados vasos, floreiras ou cavidades (figura 8), os módulos são fixos à alvenaria por perfis metálicos e sobrepostos uns aos outros. Compõe o sistema: (1) alvenaria, (2) sistema de fixação dos módulos, (3) sistema de irrigação, (4) argila expandida, (5) drenagem, (6) substrato, (7) floreiras, vasos ou cavidades e (8) vegetação de pequeno porte. Os blocos cerâmicos (figura 9a), por sua vez, são fixados uns sobre os outros, formando uma parede. Tais módulos cerâmicos possuem cavidades nas quais são acondicionados vegetação e substrato. São conformados por: (1) módulos cerâmicos, (2) vegetação de pequeno porte, (3) substrato e (4) sistema de irrigação. Em ambos a vegetação é inserida na posição vertical, já no método em que se utilizam módulos do tipo tabuleiro (figura 9b), a fixação é feita sobre a alvenaria, vegetação e substrato são acomodados no interior desses, na posição horizontal. Esse sistema possui: (1) alvenaria, (2) sistema de fixação dos módulos, (3) sistema de irrigação, (4) substrato e (5) vegetação de pequeno porte.

Assim, as principais diferenças entre os sistemas de paredes verdes extensivo e intensivo se referem à forma de plantio, às espécies utilizadas e aos métodos de irrigação e suporte empregados para que as plantas se desenvolvam.

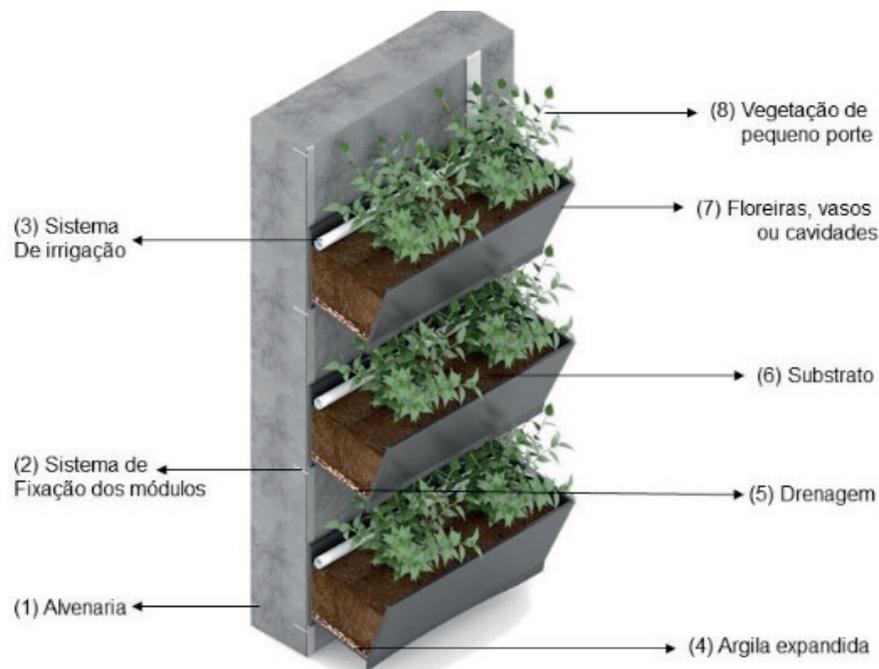


Figura 8 – Representação esquemática de uma parede verde referente ao sistema intensivo modular composto de vasos, floreiras ou cavidades.

Fonte: os autores (2019)

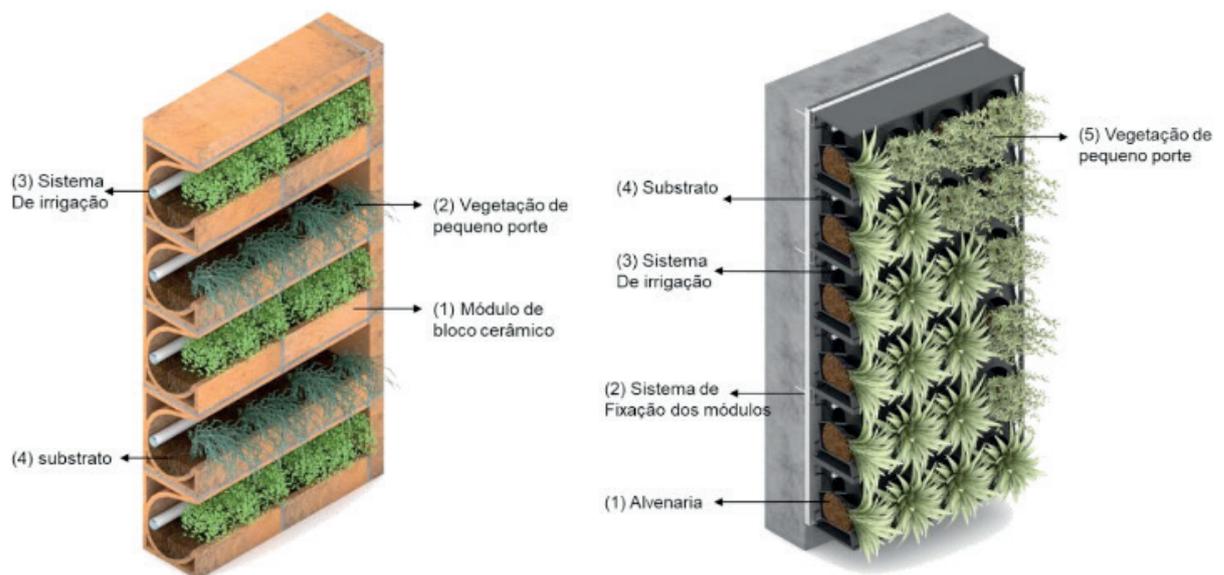


Figura 9 – Representação esquemática de uma parede verde referente ao sistema intensivo modular composto de blocos cerâmicos (a) e ao tipo tabuleiro (b).

Fonte: os autores (2019)

### 2.3 Brise vegetado

Os brises vegetados são um sistema de jardim vertical muito semelhante às paredes verdes executadas através do sistema extensivo indireto, porém são geralmente executados em frente a aberturas envidraçadas, para atuarem como elementos de proteção solar. Nos brises vegetados são utilizadas trepadeiras que, para sua fixação e crescimento, necessitam de algum tipo de suporte de apoio, como cabos de aço, malhas ou treliças. O plantio das

espécies pode ser feito diretamente no solo ou então em jardineiras. Compõe basicamente o sistema: (1) cabos metálicos (ou outro tipo de suporte), (2) solo ou floreiras e (3) trepadeiras.

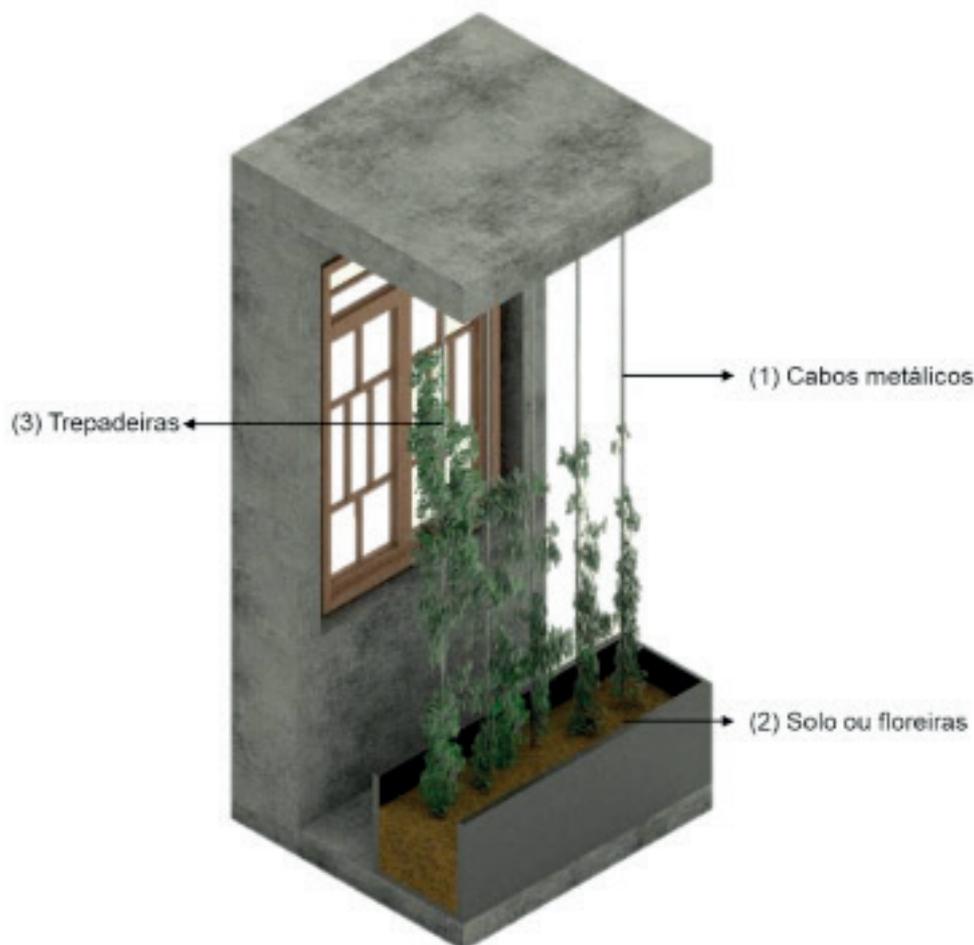


Figura 10 – Representação esquemática de um brise vegetado. Fonte: os autores (2019)

## 2.4 Sacada Jardim

As sacadas jardim podem ser brevemente definidas como sacadas tradicionais, dotadas de floreiras construídas, que são capazes de suportar o plantio de espécies vegetais de porte médio a grande. A partir disso, pode-se dizer que essa estratégia possui características em comum com outros dos sistemas vegetais, como a utilização da vegetação com um afastamento da fachada do edifício (o que gera sombreamento e espaço ventilado entre essas, a exemplo dos brise vegetais) e a capacidade de plantio de espécies arbóreas (semelhante às coberturas verdes de sistema intensivo). Para a utilização dessa ecotécnica existe a necessidade de reforços estruturais, bem como um grande cuidado com impermeabilização das floreiras.

São componentes do sistema, conforme esquematizado na Figura 11a: (1) floreira impermeabilizada, (2) substrato para o desenvolvimento das plantas, (3) camada com pedriscos para drenar as águas pluviais e de rega, (4) sistema de drenagem que possa retirar a água excedente do recipiente de vegetais e a (5) vegetação de porte variado.

## 2.5 Terraço jardim

Os terraços jardins são coberturas verdes com capacidade de visitação, onde intercalam-se áreas com vegetação de diferentes portes, caminhos e espaços de contemplação. Este tipo de sistema causa carga bastante elevada na estrutura dos edifícios, uma vez que possuem camadas espessas de substrato para suportar o jardim, sobretudo nas regiões que abrigam vegetações de maior porte.

A execução das áreas vegetadas assemelha-se aos sistemas de cobertura verde já citados, mas podem incluir ainda floreiras ou vasos de maior profundidade. Sendo assim, são componentes do sistema, conforme esquema da Figura 12: (1) passeio, (2) substrato, (3) camada filtrante, (4) camada drenante, (5) impermeabilização, (6) laje estrutural e (7) vegetação de porte variado.

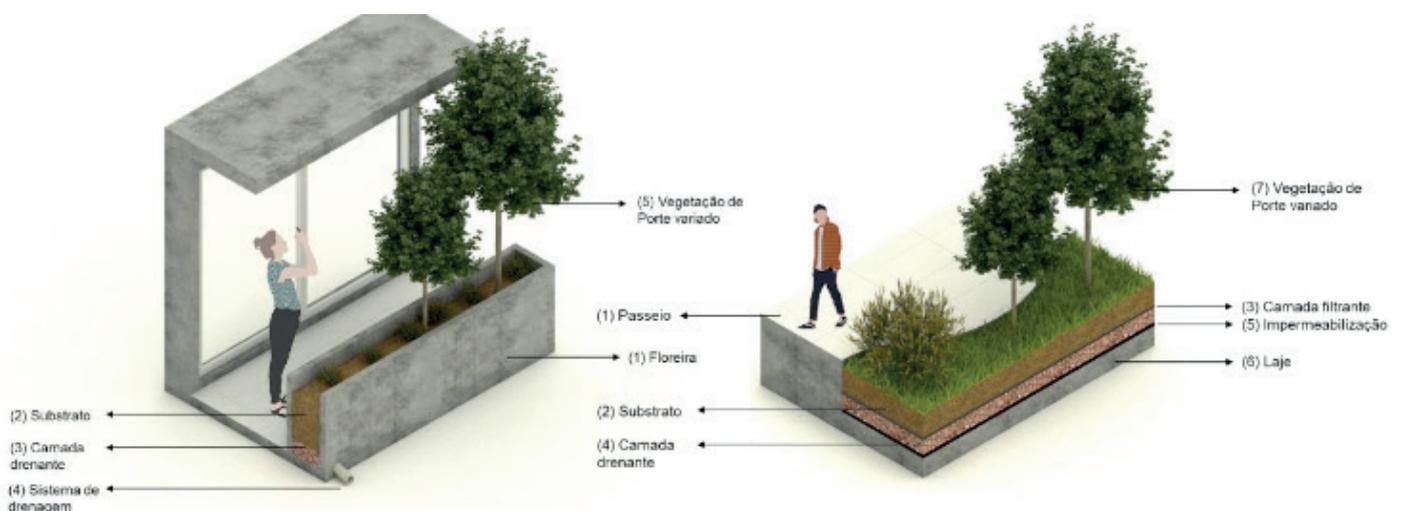


Figura 11a e 11b – Representação esquemática de uma sacada e de um terraço jardim.

Fonte: os autores (2019)

## 2.6 Jardim interno

Os jardins internos podem ser dispostos de diversas formas, tanto na horizontal quanto na vertical. Sua forma de execução é variada, podendo incorporar elementos similares aos utilizados em terraços jardins e paredes verdes. A seleção das espécies também varia de acordo com a finalidade e composição que será realizada, podendo ser utilizadas plantas de pequeno a grande porte. Uma importante decisão para a escolha da vegetação é a questão da disponibilidade limitada de luz natural, o que prejudica o desenvolvimento de um grande gama de espécies.

## 3 | BENEFÍCIOS AO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Ao se observar parques e praças lotados aos finais de semana, assim como a presença de verde nas varandas dos edifícios, que são comumente inseridos pelos próprios moradores, fica evidente a demanda da população pela convivência com a vegetação. Convivência essa

que se tornam cada vez mais dificultada, visto que praticamente já não existem mais espaços vegetados nos centros urbanos.

A inserção da vegetação no próprio edifício, na forma dos sistemas vegetados apresentados, representa uma importante estratégia para aumento do verde nas cidades, trazendo benefícios em todas as escalas: urbana, edificação e usuários (Quadro 1).

	SISTEMA BENEFÍCIOS	SISTEMA					
		COBERTURA VERDE	PAREDE VERDE	BRISE VEGETADO	SACADA JARDIM	TERRAÇO JARDIM	JARDIM INTERNO
AMBIENTE URBANO	REDUÇÃO ILHA DE CALOR	●	●	●	●	●	
	CONTROLE POLUIÇÃO/QUALIDADE DO AR	●	●	●	●	●	
	ARREFECIMENTO (redução temperatura e umidificação do ar)	●	●	●	●	●	
	ESTÉTICA VISUAL	●	●	●	●	●	
	DRENAGEM URBANA	●	●	●	●	●	
	BIODIVERSIDADE	●	●	●	●	●	
EDIFICAÇÃO	SOMBREAMENTO			●	●		
	ISOLAMENTO TÉRMICO	●	●			●	
	ARREFECIMENTO (redução temperatura e umidificação do ar)	●	●	●	●	●	●
	BARREIRA CONTRA O VENTO			●	●		
	ISOLAMENTO ACÚSTICO	●	●			●	
	PROTEÇÃO MECÂNICA (conservação de fachada e cobertura)	●	●			●	
	ECONOMIA ENERGIA COM CLIMATIZAÇÃO	●	●	●		●	
	CAPTAÇÃO/REÚSO DA ÁGUA DA CHUVA	●					
CONTROLE POLUIÇÃO/QUALIDADE DO AR			●	●	●	●	
USUÁRIOS	BEM ESTAR PSICOLÓGICO	●	●	●	●	●	●
	ESTÉTICA VISUAL	●	●	●	●	●	●
	CONFORTO TÉRMICO	●	●	●	●	●	

Quadro 1 – Compilado das vantagens ao se utilizar sistemas vegetados vinculados às edificações

Fonte: os autores (2019)

Na escala da edificação, o uso das coberturas vivas, segundo Minke (2004), tem a capacidade de retardar o processo de aquecimento, visto que diminui a transmitância térmica devido à evapotranspiração e à condensação da água que ocorrem no sistema, além do isolamento térmico proporcionado pela camada de substrato. Outros sistemas vegetados também podem contribuir neste sentido, seja pela capacidade de isolamento térmico, no caso das paredes verdes ou de sombreamento, proporcionado pelo uso de brises com vegetação. Comumente o desempenho térmico dos sistemas que usam vegetação, seja em coberturas ou paredes, é maior do que nos materiais convencionais, o que reduz a carga térmica transmitida ao interior da edificação, resultando em uma diminuição da necessidade de climatização artificial.

Um espaço gramado, por exemplo, pode absorver maior quantidade de radiação solar e, por sua vez, irradiar uma quantidade menor de calor que qualquer outra superfície construída. Isso ocorre, pois, grande parte da energia absorvida pelas folhas é utilizada para seu processo metabólico, enquanto em outros materiais toda a energia absorvida é transformada em calor (ROMERO, 2000).

Outro benefício expressivo ao se utilizar ecotécnicas como coberturas verdes, paredes verdes, sacadas jardim e terraços jardim no meio urbano é a maior capacidade de gestão das águas pluviais. Tal gestão está ligada ao fato de que, tanto o substrato quanto a vegetação utilizada, absorvem e retêm a água da chuva, o que auxilia no controle do escoamento pluvial superficial, reduzindo o volume e a velocidade da água nos picos de escoamento (CASTRO, 2011). Ademais, pode-se citar como benefício aos edifícios que implantam tais técnicas, a proteção conferida às alvenarias pelas camadas utilizadas em sua composição: proteção contra humidade, deterioração por agentes do meio e insolação direta (SHARP et al., 2008).

Além de todos os benefícios já citados, vale ressaltar que os sistemas de brises vegetados, sacadas e terraços jardim são, ainda, excelentes estratégias bioclimáticas para a diminuição da utilização de condicionadores artificiais de ar. Diminuição essa ocasionada tanto por conta da já referida promoção do resfriamento da edificação causada pela evapotranspiração da vegetação, quanto por conta de o calor proveniente do sol, que penetra de forma expressiva através das esquadrias, ser amenizado antes de adentrar o edifício.

No meio urbano, verifica-se aumento na fauna e flora do local. Este último influencia diretamente na diminuição das ilhas de calor, devido a evapotranspiração e aumento da humidade do ar. Para os usuários, a utilização da vegetação também tem um efeito positivo no sentido estético e psicológico. O efeito estético, pelas propriedades ornamentais de cada espécie vegetativa, pela cor, textura, forma, altura, flores que modificam os ambientes visualmente, tornando espaços agradáveis dentro das zonas urbanas. No estado psicológico, traz ao usuário a sensação de bem estar, melhora o humor, melhora a relação social em praças, bosques, parques e onde há equipamentos de lazer e esporte.

Nos ambientes internos, conforme analisa Brocaneli (2015), os sistemas vegetados proporcionam a melhora da qualidade do ar ao absorver e filtrar CO<sub>2</sub>, poeira, fumaça e poluição. Segundo Mesquita e Araújo (2006), ambientes climatizados de forma artificial possuem um aumento na concentração de substâncias químicas nocivas e problemas relacionados a concentração de umidade no ar. Como forma de melhorar tais fatos, de acordo com estudos realizados pela Agência Aeroespacial Americana (*NASA – National Aeronautics and Space Administration*), o uso de vegetação em ambientes internos, pode auxiliar no controle desses componentes tóxicos encontrados no ar de tais locais (KEELER; BURKE, 2010).

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora todos os sistemas vegetados apresentados neste artigo sejam benéficos ao ambiente urbano tanto na escala do edifício quanto para a cidade, é importante salientar que cada um possui características distintas, com peculiaridades referentes a execução, aplicação, manutenção e utilização, que devem ser minuciosamente analisadas pelo projetista quando da decisão de sua aplicação em uma obra arquitetônica. Por este motivo, apesar de todos os benefícios apresentados, ainda existe uma hesitação muito grande no âmbito da construção civil quando se trata da implementação desses sistemas. Isto se deve, entre

outros aspectos, a questões relacionadas aos custos iniciais, necessidade de contratação de profissionais que possuam conhecimento técnico adequado, possíveis patologias que possam vir a ser geradas, assim como fauna indesejada, e necessidade de manutenção ao longo do tempo.

Ainda, para que os sistemas vegetados sejam aproveitados da melhor forma possível, é preciso que se escolha as espécies de plantas de forma adequada para cada caso. Dessa forma, leva-se em consideração alguns critérios como: a adaptabilidade ao clima local; o porte da folhagem e das raízes; a necessidade de sol ou de meia-sombra; a periodicidade de manutenção e de irrigação.

Sendo assim, este trabalho procurou de maneira sucinta e sistemática, apresentar, classificar e trazer informações referentes às diferentes possibilidades de aplicação dos sistemas vegetados em edificações, assim como esclarecer algumas questões envolvendo a aplicação desses, com o objetivo principal de incentivar e disseminar o uso destas estratégias verdes na arquitetura.

## REFERÊNCIAS

- BROCANELI, P. F. **Jardines Verticales y Techos Verdes en São Paulo**. 101 f. Projeto de Pesquisa. Universidade Presbiteriana Mackenzie, 2015. Disponível em: [https://www.sunass.gov.pe/doc/ConversatorioInfra2015/dia2/12\\_Jardines%20Verticales%20y%20Techos%20Verdes\\_Perola%20Felipette.pdf](https://www.sunass.gov.pe/doc/ConversatorioInfra2015/dia2/12_Jardines%20Verticales%20y%20Techos%20Verdes_Perola%20Felipette.pdf).> Acesso em: agosto de 2019.
- CASTRO, A. S. **Uso de pavimentos permeáveis e coberturas verdes no controle quali-quantitativo do escoamento superficial urbano**. (Tese de Doutorado). Porto Alegre: UFRGS, 2011.
- FEITOSA, Renato Castiglia; WILKINSON, Sara J. Attenuating heat stress through green roof and green wall retrofit. **Building and environment**. Amsterdã: Elsevier, Vol. 140, 2018. pp. 11 – 22.
- KEELER, M.; BRUKE, B. **Fundamentos de projetos de edificações sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- MESQUITA, M.S.; ARAÚJO, F.M. Diagnóstico da qualidade do ar interno das edificações do campus da Unifor. **Rev. Tecnol.** Fortaleza, v. 27, n. 2, p. 163-170, dez. 2006.
- MINKE, G. **Techos Verdes: Planificación, ejecución, consejos prácticos**. Montevideo: Fin de Siglo, 2004.
- RODRIGUES, Luciana Arantes. **Técnicas e tecnologias para implementar paredes verdes externas em edifícios residenciais e comerciais na cidade de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia). São Paulo: IPT, 2017.
- ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. São Paulo: Pro Editores, 2000.
- SHAP, R.; SABLE, J.; BERTRAM, F.; MOHAN, E.; PECK, S. Introduction to Green Walls: technology, benefits & design. In: **Green Roofs for Healty Cities**, 2008. Disponível em: <[http://www.greenroofs.net/components/com\\_lms/](http://www.greenroofs.net/components/com_lms/)>

## DESCARTE DE PODAS URBANAS E LIXO ORGÂNICO: UMA ANÁLISE SOBRE A VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM PÁTIO DE COMPOSTAGEM EM DOURADOS, MS

*Data de aceite: 28/05/2020*  
*Data de Submissão: 27/03/2020*

### **Talita Paz Agueiro**

Arquiteta e Urbanista – Centro Universitário da Grande Dourados, UNIGRAN.

Dourados – Mato Grosso do Sul

### **Márcio de Melo Carlos Santos**

Arquiteto e Urbanista - Pós-Graduado em Planejamento e Gestão Ambiental pela Universidade Anhanguera - UNIDERP / MS.

Dourados- Mato Grosso do Sul

**RESUMO:** Este artigo discute a viabilidade de inserção de um Pátio de Compostagem em Dourados, no interior do estado de Mato Grosso do Sul, através do uso de materiais encontrados em abundância na cidade. Um dos assuntos mais discutidos na atualidade é a sustentabilidade e suas vertentes, sendo o destino do lixo uma das problemáticas estudadas, na qual possui a reciclagem como uma das soluções mais conhecidas, além de outras alternativas, como a compostagem. O município possui alto índice de arborização, gerando grande quantidade de podas urbanas que são, em sua maioria, destinadas a espaços específicos, como ecopontos, ou descartadas erroneamente. A produção de lixo orgânico é recorrente

e sem reaproveitamento, uma vez que a coleta seletiva existente não recebe os restos de materiais orgânicos, sendo os mesmos encaminhados para aterros sanitários. Com o intuito de disseminar as práticas sustentáveis, este trabalho busca discutir o destino de materiais, promovendo uma nova utilidade para o que antes não era reaproveitado. A busca por incentivos a sociedade é constante e tem-se a sensibilização como a primeira etapa para mudanças.

**PALAVRAS- CHAVE:** Compostagem, Sustentabilidade, Viabilidade.

### URBAN PRUNING WASTE AND ORGANIC GARBAGE: AN ANALYSIS ABOUT THE VIABILITY OF THE IMPLANTATION OF A COMPOST CENTER IN DOURADOS, MS

**Abstract:** This article discusses about the viability of the insertion of a Compost Center in Dourados, interior of Mato Grosso do Sul State, through the use of materials found in abundance in the city. One of the most discussed subjects nowadays is the sustainability and its aspects, being the garbage destination one of the areas of concern studied, in which the recycling is one of the most know solutions, besides other alternatives, as composting. The city has high indices of arborization, resulting in a big

quantity of tree pruning that are, in majority, destined to specific spaces, known as ecopontos, or wrongly discarded. The production of garbage is recurrent and without reutilization, once the selective garbage collection existent doesn't receive the rests of organic material, being the same destined to landfills. In order to disseminate the sustainable practices, this study seeks to discuss the materials disposal promoting a new utility for what wasn't recycled. The pursuit for incentives to society is current and has the sensibilization as the first step for chances.

**KEYWORDS:** Composting, sustainability, viability.

## INTRODUÇÃO

Segundo dados divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE, 2010), Mato Grosso do Sul (MS) é o estado mais arborizado do país. Na atualidade, é constante a procura de novas alternativas para manter uma harmonia entre o ser humano e a natureza, buscando uma melhoria na qualidade de vida e preservação do planeta, tendo a sustentabilidade como um dos assuntos mais comentados pelo mundo. Apresentando a cidade de Dourados um dos maiores índices de arborização do estado, este trabalho consiste em analisar a viabilidade de implantação de um Pátio de Compostagem, através do uso de podas urbanas e lixos orgânicos descartados incorretamente, como busca de sensibilização das problemáticas atuais e uma alternativa de prática sustentável.

## MÉTODOS

Como se trata de em estudo analítico, adotou-se como prerrogativa para a análise o levantamento de dados e o desenvolvimento de pesquisas em campo, de modo que possibilitasse a constatação da viabilidade de implantação de um local responsável pela destinação correta, através da compostagem, dos restos das podas trituradas presentes no Viveiro Municipal e restos de alimentos orgânicos presentes na cidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dourados é reconhecida através da sua ótima arborização, em que ocupou posição de destaque no estado segundo o Censo de 2010 do IBGE, tendo sua potencialidade reconhecida nacionalmente. Com 84 anos de história, a cidade conta com uma diversidade cultural entre a população, sendo uma delas, o extenso plantio de árvores de grande e médio porte, impulsionada também pela prefeitura, encontradas em todos os bairros.

Atualmente, os reflexos dos antigos plantios podem ser encontrados através da recorrente queda de árvores em períodos chuvosos e com intensos vendavais. A prática da queima do lixo, principalmente folhas, nos quintais e terrenos baldios acontecem durante o ano todo, porém se intensificam nos períodos de clima típico seco, favorecidas pela utilização de galhos e folhas secas em abundância, quando aumenta-se o risco da propagação de incêndios, que por vezes, atingem as plantações de soja na região. A queda recorrente

das folhas, promove também o entupimento das bocas de lobos, impedindo a drenagem efetiva em períodos chuvosos e, conseqüentemente, ocasionando estragos pelo alagamento das vias carroçáveis, acúmulo de sujeira e alastramento de doenças, como a leptospirose, sendo esses carreados através da percolação da água pluvial pela pavimentação urbana e acumulando-se nas regiões mais baixas da topografia urbana, onde, normalmente se encontram as populações menos providas. Com a vasta quantia desses recursos naturais, encontra-se o caminho incerto e inapropriado dos mesmos, como problemática atual e futura.



Figura 02 – Exemplo de Transporte Autônomo de Podas Urbanas em Dourados,MS.

Fonte: Agueiro, Talita.

Como um dos destinos das podas urbanas, além do lixo, tem-se os ecopontos do município, locais responsáveis pelo recolhimento do material. O Viveiro Municipal da cidade é também responsável pelo tritramento do mesmo, em que as folhas trituradas permanecem expostas as intempéries, sem local específico, sofrendo o processo natural da compostagem e resultando no adubo utilizado para intensificar o solo, sob o qual são reproduzidas as mudas, porém para potencializar o composto tem-se a necessidade de incrementar a compostagem com mais nutrientes, nos quais também são encontrados no lixo orgânico produzido pela população, quanto maior o número de materiais compostados, maior o número de nutrientes. Informações obtidas pela empresa Jornalística Dourados News (2013, pag.1) através da Secretaria Municipal de Serviços Urbanos (SEMSUR), informam que mensalmente são descartados aproximadamente 5200 toneladas de lixo orgânico, obtidos em feiras, residências, entre outros, sendo o mesmo destinado para aterros sanitários, tendo

aproximadamente 200 toneladas produzidas por dia, logo tem -se um material reutilizável sendo descartado em sua totalidade.



Figura 03 – Podas Expostas em Dourados,MS.

Fonte: Agueiro, Talita.

Uma vez que o município possui um ambiente destinado para o recebimento de podas urbanas e não possui uma opção de descarte do lixo orgânico, intensifica-se a viabilização de um local responsável para o destino correto desses materiais, reduzindo os impactos ambientais ocasionados e oferecendo uma melhor qualidade de vida para a população, além de ter o adubo como resultante do processo, beneficiando a região.



Figura 01 – Podas Trituradas no Viveiro Municipal de Dourados.

Fonte: Agueiro, Talita.

A compostagem é uma das possibilidades de práticas sustentáveis responsáveis pelo reaproveitamento de diferentes materiais encontrados no município, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, pag.1) "A compostagem é um processo

biológico de transformação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas. Em outras palavras, a partir da mistura de restos de alimentos, frutos, folhas, esterco, palhadas, etc.". O Método UFSC de Compostagem, desenvolvido por Paul Richard Momsen Miller, do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Catarina, é um dos exemplos de técnicas adotadas em pátios de compostagem de escalas urbanas encontrados no Paraná, São Paulo e Rio de Janeiro, é reconhecido devido a suas vantagens, como o fato da aeração ser realizada por convecção natural e a não necessidade do revolvimento ou tombamentos das leiras durante o processo, entre outros. O adubo proveniente da atividade é destinado para o município no uso de canteiros ornamentais, além de projeto sociais, podendo ser comercializado, impulsionando a produção da região, sensibilizando a população douradense.

## CONCLUSÃO

Dourados conta com recursos viáveis para a adaptação de novas propostas com o viés sustentável, obtendo qualidades reconhecidas em diversas categorias. A inserção de um Pátio de Compostagem no município busca integrar a população ao meio ambiente, destinar as podas urbanas estocadas nos viveiros e restos de alimentos orgânicos de feiras, retornando para a população como adubo obtido através da compostagem, além de promover práticas sustentáveis, dando início a uma nova etapa na região.

## REFERÊNCIAS

**APENAS 1,3% DE TODO O LIXO PRODUZIDO EM DOURADOS VAI PARA RECICLAGEM.** Dourados, 20 maio 2013. Disponível em: <<http://www.douradosnews.com.br/dourados/apenas-1-3-de-todo-o-lixo-produzido-em-dourados-vai-para-reciclagem/507577>>. Acesso em: 20 set. 2019.

BARBOSA, Waleska. **Manual busca popularizar compostagem: disponível gratuitamente na internet, publicação orienta sobre a prática em ambiente doméstico, comunitário e institucional..** Disponível gratuitamente na Internet, publicação orienta sobre a prática em ambiente doméstico, comunitário e institucional.. 2017. Disponível em: <https://nuppre.ufsc.br/2017/06/25/manual-busca-popularizar-compostagem/>. Acesso em: 10 set. 2019.

BRASIL. Martim Garcia. Ministério do Meio Ambiente. **Cidades Sustentáveis.** Disponível em: <<https://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/urbanismo-sustentavel/constru%C3%A7%C3%A3o-sustent%C3%A1vel>>. Acesso em: 06 maio 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Ministério do Meio Ambiente. **Lixo: Um problema no Mundo Moderno.** Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/secex\\_consumo/\\_arquivos/8%20-%20mcs\\_lixo.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/secex_consumo/_arquivos/8%20-%20mcs_lixo.pdf)>. Acesso em: 18 mar. 2019.

CORTEZ, Cristiane Lima et al. **Compostagem de Resíduos de Poda Urbana.** 2008. Disponível em: <[http://143.107.4.241/download/documentos/notatecnica\\_ix.pdf](http://143.107.4.241/download/documentos/notatecnica_ix.pdf)>. Acesso em: 06 maio 2019

**MATO GROSSO DO SUL É O ESTADO MAIS ARBORIZADO DO PAÍS, INDICA IBGE.** Dourados, 13 jan. 2019. Disponível em: <<https://www.correiodoestado.com.br/cidades/mato-grosso-do-sul-e-o->

estado-mais-arborizado-do-pais-indica-ibge/345118/>. Acesso em: 22 set. 2019.

MATO GROSSO DO SUL. Prefeitura Municipal de Três Lagoas. Prefeitura Municipal de Três Lagoas. **Descarte irregular de lixo causa entupimento de bueiros e galerias em Três Lagoas**. Disponível em: <<http://www.treslagoas.ms.gov.br/descarte-irregular-de-lixo-causa-entupimento-de-bueiros-e-galerias-em-tres-lagoas/>>. Acesso em: 06 maio 2019.

O PROGRESSO (Mato Grosso do Sul). O Progresso. **Dourados arborizada: cidade está entre as que tem mais árvores**. 2014. Disponível em: <[http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos/?cidade=MS+-+Dourados&id\\_cidade=bra\\_ms\\_dourados.836590\\_inmet](http://projeteee.mma.gov.br/dados-climaticos/?cidade=MS+-+Dourados&id_cidade=bra_ms_dourados.836590_inmet)>. Acesso em: 18 mar. 2019.

ROGERS, Richard; GUMOCHDJIAN, Philip. Cidades Sustentáveis. In: ROGERS, Richard; GUMOCHDJIAN, Philip. **Cidades para um pequeno planeta**. Barcelona: Gustavo Gili, 2001. Cap. 2. p. 27-63.

SOUZA<sup>1</sup>, Francisco Adriano de; AQUINO<sup>2</sup>, Adriana Maria de; RICCI<sup>3</sup>, Marta dos Santos Freire; FEIDEN, Alberto. **Compostagem**. 2001. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agrobiologia/busca-de-publicacoes/-/publicacao/624199/compostagem>. Acesso em: 10 set. 2019.

VI MOSTRA INTERNA DE TRABALHOS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 6., 2012, Maringá. **Análise da viabilidade da compostagem de poda de árvore no Campus do Centro Universitário de Maringá– CESUMAR**. Maringá: Vi Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica, 2012. 14 p.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

JEANINE MAFRA MIGLIORINI - Graduada em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná e em Licenciatura em Artes Visuais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Especialista em História, Arte e Cultura e Mestre em Gestão do Território pela Universidade Estadual de Ponta Grossa, Especialista em Docência no Ensino Superior: Tecnologias Educacionais e Inovação, e em Projetos de Interiores pela Unicesumar. Educadora, iniciou na docência nos ensinos fundamental e médio na disciplina de Arte. Atualmente é professora do ensino superior, na Unicesumar. Arquiteta e urbanista, desenvolve projetos arquitetônicos. Escolheu a Arquitetura Modernista de Ponta Grossa – PR como objeto de estudo, desde sua graduação. Produzindo pesquisa e material didático para o ensino de arte com essa temática.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Acervo 10, 121, 122, 123, 124, 125, 127, 128, 129, 130, 138

Amazônia 19, 20, 21, 30, 31, 155

Ambiente 16, 17, 18, 20, 21, 22, 29, 38, 43, 53, 55, 56, 60, 64, 66, 71, 73, 75, 76, 77, 78, 82, 85, 86, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 117, 136, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 154, 155, 156, 159, 161, 162, 166, 178, 183, 184

Apartamento 35, 38, 39, 47, 48, 49, 51, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 95

APO 2

Autonomia 73, 74, 75, 77, 78, 80, 82, 83, 151

Avaliação 2, 3, 6, 10, 11, 12, 13, 17, 21, 24, 45, 76, 77, 82, 84, 94, 104, 115, 118, 149, 150, 165

### B

Bairro Pedra 90 2

Bioclimática 32, 75, 102, 104, 114, 166

### C

Calibração 9, 32, 34, 36, 39, 40, 42, 43, 44, 45

Cidades sustentáveis 146, 147, 148, 152, 153, 184, 185

Concepção Arquitetônica 20, 74, 121

Configuração Espacial 50, 52, 54

Conforto 8, 7, 21, 33, 36, 45, 74, 83, 86, 101, 104, 105, 107, 114, 115, 116, 157, 159, 162, 163, 164, 166

Construção 2, 1, 3, 4, 6, 7, 10, 11, 16, 22, 26, 27, 30, 37, 42, 44, 49, 74, 77, 86, 99, 102, 108, 110, 117, 118, 119, 123, 125, 126, 127, 129, 131, 139, 142, 147, 150, 151, 178

Construído 8, 4, 6, 11, 17, 19, 20, 30, 45, 72, 77, 98, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 117, 118, 119, 124, 166, 167

### D

Desempenho Térmico 32, 37, 38, 43, 44, 45, 177

dia 5, 43, 62, 73, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 89, 90, 91, 95, 96, 101, 128, 147, 152, 154, 156, 159, 161, 164, 183

Dia 76, 79, 82, 94, 95

Diretrizes 17, 71, 75, 83, 120, 146, 148, 149, 150

### E

Eco-Modelos 146, 147, 148, 149, 150, 152

Ecomoradia 1, 2, 3, 4, 6, 13, 16, 17, 18

edificação 11, 13, 29, 32, 33, 34, 36, 37, 38, 44, 62, 73, 74, 86, 88, 89, 90, 96, 97, 102, 108, 110, 117, 127, 129, 167, 168, 169, 177, 178

Edifício 33, 35, 38, 45, 47, 48, 50, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 74, 75, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 109, 113, 116, 118, 126, 127, 139, 167, 168, 175, 177, 178, 179

Eficiência 12, 15, 33, 45, 46, 73, 83, 86, 88, 90, 95, 97, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 117,

151, 152

Emílio Baumgart 121, 122, 123, 124, 127, 131

Energética 33, 45, 46, 73, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 95, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 112, 116, 117, 150, 151, 152

Energética 37, 45, 89, 99, 114, 116, 166

Energyplus 37, 45

Espaços 8, 2, 31, 48, 49, 50, 52, 53, 54, 55, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 71, 132, 133, 135, 137, 138, 139, 143, 145, 156, 157, 159, 164, 165, 167, 168, 171, 176, 177, 178, 180

Estratégia 19, 60, 62, 104, 105, 114, 116, 118, 153, 166, 167, 175, 177

Estrutura 4, 5, 6, 9, 11, 12, 13, 15, 21, 35, 48, 87, 89, 104, 111, 121, 122, 126, 127, 128, 134, 139, 157, 172, 176

## F

Fator de Luz 73, 75, 76, 77, 79, 83

Forqueta 132, 133, 134, 135, 137, 140, 141, 142, 143, 144, 145

## H

Habitação 8, 1, 3, 17, 19, 20, 21, 24, 29, 30, 31, 45, 48, 51, 59, 86, 88, 95, 97, 126

Habitação social 19, 20, 21, 24, 30, 48

## I

Iluminância 73, 75, 74, 76, 77, 78, 81, 82, 83

## L

Lar 16, 19, 20, 21, 24, 25, 28, 29, 30

Lazer 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 135, 138, 155, 156, 178

Luz 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 87, 112, 176

## M

Madeira 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 25, 29, 35, 76, 150, 151, 163, 164

Mezanino 60, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Mobilidade 132, 134, 142, 143, 144, 152

Multifamiliar 9, 32, 34, 45, 60, 126

## N

Natural 12, 38, 45, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 101, 102, 104, 105, 108, 114, 115, 116, 159, 167, 176, 182, 184

## P

Pavimento 35, 36, 44, 60, 62, 64, 66, 68, 69, 71, 124, 126, 127, 128

Plantas 17, 24, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 63, 65, 68, 77, 121, 156, 170, 173, 175, 176, 179

Projeto Arquitetônico 20, 30, 33, 36, 101

## R

Requalificação 132, 135, 137, 143

## S

Sala de Aula 75, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83

Sistemas 6, 12, 17, 33, 34, 53, 85, 86, 87, 88, 89, 92, 93, 94, 96, 97, 98, 99, 100, 104, 106, 107, 108, 128, 148, 153, 166, 167, 168, 169, 173, 175, 176, 177, 178, 179

Sustentabilidade 8, 33, 101, 102, 132, 137, 145, 146, 147, 148, 152, 153, 154, 167, 180, 181

## T

Térmico 32, 33, 36, 37, 38, 43, 44, 45, 74, 83, 86, 101, 104, 108, 114, 115, 177

## U

Urban21 132, 133

urbanismo verde 146, 148

 **Atena**  
Editora

**2 0 2 0**